

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

ВІСНИК

**Донбаської національної академії
будівництва і архітектури**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Видається з грудня 1995 року
Виходить 8 разів на рік

Випуск 2010-5(85)

**СУЧАСНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ,
КОНСТРУКЦІЇ ТА ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ЗВЕДЕННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

ТОМ II

Макіївка 2010

Засновник і видавець

Міністерство освіти і науки України

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 9643

видано 02 березня 2005 року

Державним комітетом телебачення і радіомовлення України

Автори надрукованих матеріалів несуть відповідальність за вірогідність наведених відомостей, точність даних за цитованою літературою і за використання в статтях даних, що не підлягають відкритій публікації.

У випадку використання матеріалів посилання на «Вісник ДонНАБА» є обов'язковим.

Друкується за рішенням Вченої ради
Донбаської національної академії будівництва і архітектури
Протокол №2 від 25.10.2010

Редакційна колегія:

Горохов Є. В., д.т.н., професор,
головний редактор

Мущанов В. П., д.т.н., професор,
відповідальний редактор

Братчун В. І., д.т.н., професор,
заступник головного редактора

Югов А.М., д.т.н., професор,
заступник головного редактора

Зайченко М. М., д.т.н., професор,
відповідальний секретар випуску

Кожемяка С. В., к.т.н., доцент
відповідальний секретар випуску

Анненкова М.В., асистент,
відповідальний секретар випуску

Александров В. Д., д.х.т., професор;

Левін В. М., д.т.н., професор;

Петраков О. О., д.т.н., професор;

Вировий В. М., д.т.н., професор;

Висоцький Ю. Б., д.т.н., професор;

Вознесенський В. А., д.е.н., проф.

Золотарев В. А., д.т.н., проф.

Білошенко В. О., д.т.н., с.н.с.;

Руденко Н. М., д.т.н., с.н.с.;

Веретенников В. І., к.т.н., професор;

Горожанкін С. А., д.т.н., професор;

Колесніченко В. Г., к.т.н., професор;

Лобов М. І., д.т.н., професор;

Мішин А. В., д.т.н., професор;

Медведев Е. М., д.т.н., ст.н.сп.;

Пенчук В. О., д.т.н., професор;

Хмара Л. А., д.т.н., професор;

Черненко В. К., д.т.н., професор.

Коректори М. А. Мовчан, Л. І. Чернишова, Л. В. Юкко

Програмне забезпечення С. В. Гавенко

Комп'ютерне верстання Э. А. Гринько

Підписано до друку 20.11.2010 Формат 60х84 1/8. Папір багатофункціональний офісний.

Друк різнографічний. Умов. друк. арк. 31.25 Тираж 300 прим. Заказ 286-10

Адреса редакції і видавця

Україна, 86123, Донецька область, м. Макіївка, вул. Державіна, 2,

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Телефони: (0622) 90-29-38; (0623) 22-20-51, (0623) 22-24-67

Тел/факс: (0623) 22-06-16, E-mail: vestnik@dgasa.dn.ua, <http://www.dgasa.dn.ua>

Постановою Президії ВАК України від 09.06.1999 р. №1-05/7 журнал внесено до переліку наукових фахових видань із технічних наук

Надруковано у поліграфічному центрі ДонНАБА
86123, Донецька область, м. Макіївка, вул. Державіна, 2

© Донбаська національна академія
будівництва і архітектури, 2010

УДК 624.011.2

Б. Г. ДЕМЧИНА, М. І. СУРМАЙ, А. Р. КРАВЗ, Т. Й. БЛЯХАР
Національний університет "Львівська політехніка"

ДОСВІД ВИГОТОВЛЕННЯ ДОЩАТОКЛЕЄНИХ БАЛОК, АРМОВАНИХ НЕМЕТАЛЕВОЮ АРМАТУРОЮ

Показано ефективність використання склопластикової та базальтопластикової арматури при виробництві конструкцій із цілої та клеєної деревини, що забезпечує їх легкість та міцність. Описано методику виготовлення дерев'яних дощатоклеєних балок, армованих неметалевою арматурою. При виробництві дощатоклеєних балок, армованих неметалевою арматурою, необхідно дотримуватись таких рекомендацій: використовувати епоксидний клей із співвідношенням смола / наповнювач як 1/3; склеювати армовану дошку з іншими після повного висихання епоксидного клею, перед цим необхідно зашліфувати поверхню дошки зі сторони вкладання арматури; максимальна глибина штраби під арматуру повинна бути менша за половину товщини дошки; необхідно контролювати глибину ножів циклювальної машини для отримання проектних розмірів балок.

дощатоклеєні конструкції, склопластикова та базальтопластикова арматура, методика виготовлення

Формулювання проблеми. Склопластикова та базальтопластикова арматури появились не так давно, але вже знайшли широкий спектр застосування в будівельній промисловості. Унікальна хімічна стійкість, невіддатність корозії та важкогорючість збільшують довговічність конструкцій і значно зменшують потребу в дорогих ремонтах [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вже давно використовують металеву арматуру в конструкціях із цілої та клеєної деревини. Основним недоліком їхньої роботи є велика різниця в модулях пружності матеріалів (для дерева $E=10000$ МПа [2], для сталі $E=2.06 \cdot 10^6$ МПа [3]), в той час як склопластикова та базальтопластикова арматури мають значно менші від сталі модулі пружності (для склопластика $E=55000$ МПа, для базальтопластика $E=70000$ МПа) [1], що сприяє кращій сумісній роботі її з деревом. Крім того, менша вага і більший тимчасовий опір неметалевої арматури можуть забезпечити легкість і міцність таких елементів.

Для дослідження роботи дощатоклеєних балок, армованих неметалевою арматурою, було виготовлено 12 балок довжиною 3050 мм і поперечним перерізом 200x100 мм (табл. 1). Балки виготовлялися на ТОВ "Кравз і К" у смт. Великий Бичків Рахівського району Закарпатської області.

Для склеювання балок використовували смерекові дошки товщиною 30 мм, вологість деревини становила 9-12%. Дошки виготовлялись шляхом зрощування по довжині в шип на технологічній лінії Dinter. Після чого стругались на чотирьохсторонньому станку марки Kupfer Mule до необхідного розміру. З технологічних умов балки виготовлялись довжиною 6200 мм, висотою 210 мм і шириною 110 мм, після чого розрізались пополам.

Арматурні стержні вклеювались за допомогою епоксидного клею ЕД-1, що складався з епоксидної смоли (100 г), наповнювача (100 г), пластифікатора дибутилфталату (25 г) і затверджувача (15 г) (рис. 1). В якості наповнювача застосовувався портландцемент М400. Суміш ретельно перемішувалася і заливалася в попередньо виготовлені штраби. Штраби вирізались в нижній дошці балок: для арматури 10 мм розмір штраби був $\varnothing 12$ мм, а для арматури $\varnothing 16$ мм — 18 мм, відповідно (рис. 2).

Після заповнення штраб сумішшю епоксидного клею з добавками в нього встановлювалася арматура. Коли епоксидний клей набрав необхідної твердості, нижня дошка доклеювалась до балки.

Таблиця 1 — Специфікація балок

№	Марка балки	Тип арматури	Діаметр арматури, мм	К-ть	Примітки
1	БС 1, БС 2	склопластикова	10	2	-
2	ББ 1, ББ 2	базальтопластикова	10	2	-
3	БМ 1, БМ 2	металева	10	2	-
4	БМ 3, БМ 4	металева	16	2	-
5	БСП 1	склопластикова	10	1	арматура вклеювалась за допомогою поліуретанового клею марки Jowarur 687-22
6	БД 1, БД 2	-	-	2	дерев'яна балка без арматури
7	БДп 1	-	-	1	дерев'яна балка з послабленням (штраби в нижній дошці)

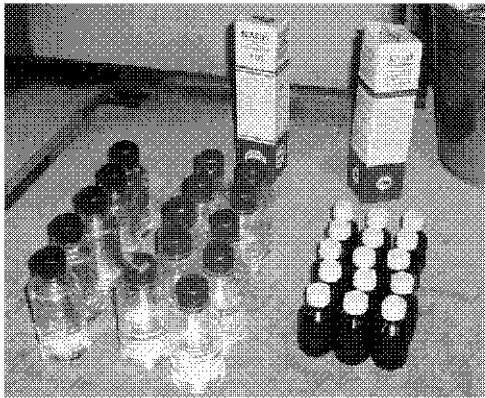


Рисунок 1 — Складники клею.

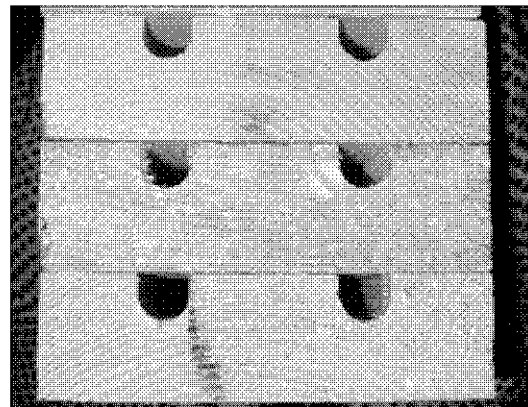


Рисунок 2 — Штраби в нижніх дошках

Деревина склеювалась за допомогою поліуретанового клею марки Jowarur 687-22, який наносився на кожну дошку окремо на клеєнаносному верстаті (рис. 3). Після цього балки встановлювались під



Рисунок 3 — Клеєнаносний верстат.

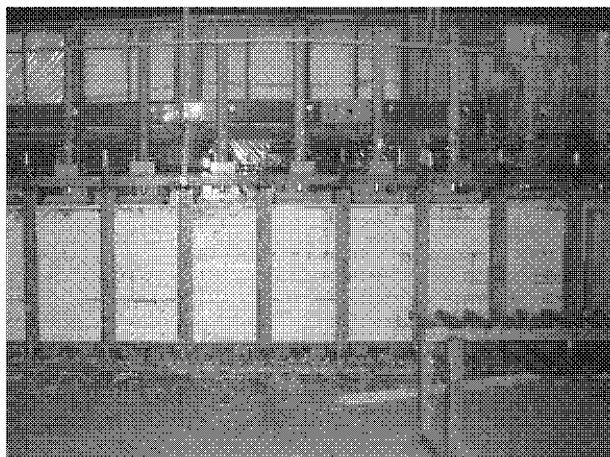


Рисунок 4 — Прес для склеювання дощок.

спеціальний прес і витримувались 12 годин під навантаженням (рис. 4).

Після повного висихання клею склеєні балки пропускалися через чотирьохсторонню циклювочну машину марки Raute (рис. 5), де вони набували необхідного перерізу. Кожна балка оторцьовувалася. Готові балки зображено на рис. 5.

Недоліки, допущені при виготовленні балок:

- 1) консистенція епоксидного клею із співвідношенням смола / наповнювач як 1/1 була досить рідкою, тому довго тверділа, відповідно нерівна арматура погано вкладається у штраби, що призвело до нерівномірного розподілу клею навколо поверхні арматури;
- 2) неповне висихання епоксидного клею, при склеюванні армованих дощок з іншими, призводило до змішування поліуретанового та епоксидного клеїв, що погіршувало клейові якості останнього;
- 3) після прикладання навантаження від пресу, внаслідок стискання деревини, відбулося витікання клейової суміші зі штрафів, що призвело до зміщення арматури в пазах балок;
- 4) від пресування потріскалися дошки товщиною 30 мм зі штрафами глибиною 18 мм;
- 5) при циклюванні поверхонь балки можливе неоднакове зрізання деревини по боках, що призводить до несиметричного розташування арматури відносно вертикальної осі балки.

Для усунення цих недоліків рекомендовано:

- 1) використовувати епоксидний клей із співвідношенням смола / наповнювач як 1/3;
- 2) склеювати армовану дошку з іншими після повного висихання епоксидного клею, перед цим необхідно зашліфувати поверхню дошки зі сторони вкладання арматури;
- 3) максимальна глибина штраби під арматуру повинна бути менша за половину товщини дошки;

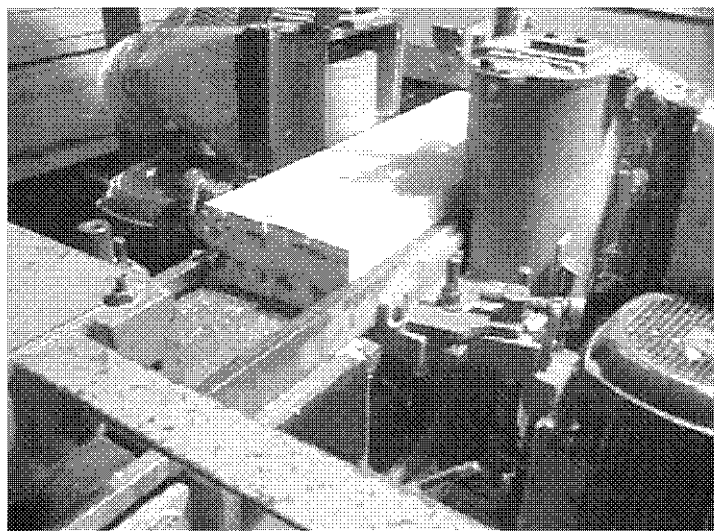


Рисунок 5 — Чотирьохстороння циклювочна машина марки Raute.

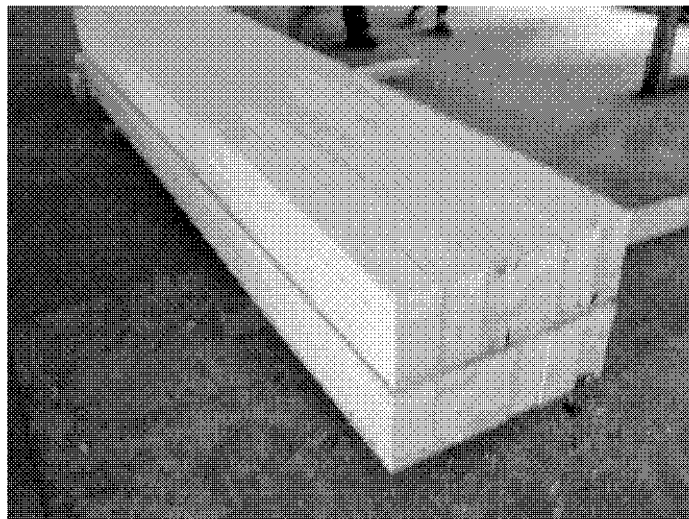


Рисунок 6 — Готові балки.

4) необхідно контролювати глибину ножів циклювочної машини для отримання проектних розмірів балок.

Висновок. При виробництві дощатоклеєних балок, армованих неметалевою арматурою, необхідно дотримуватись рекомендацій, наведених в даній статті, а також інших аналогічних рекомендацій від виробників.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Технічні вимоги та показники арматури від виробників.
2. СНиП II-25-80. Деревянные конструкции / Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1982. — 66 с.
3. EN 1995-1-1:1994. Eurocode 5 — Design of timber structures - Part 1.1: General rules and rules for buildings.
4. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции / Госстрой СССР. — М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. — 79 с.
5. Справочник по общестроительным работам. Деревянные конструкции и детали. Под ред. В.М. Хрулева. — М., Стройиздат, 1975. — 216 с.

Б. Г. ДЕМЧИНА, М. И. СУРМАЙ, А. Р. КРАВЗ, Т. И. БЛЯХАР
ОПЫТ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДОЩАТОКЛЕЕННЫХ БАЛОК, АРМИРОВАННЫХ
НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРОЙ
Национальный университет "Львовская политехника"

Показана эффективность использования стеклопластиковой и базальтопластиковой арматуры при производстве конструкций из цельной и клееной древесины, что обеспечивает их легкость и прочность. Описана методика изготовления деревянных дощатоклеенных балок, армированных неметаллической арматурой. При производстве дощатоклеенных балок, армированных неметаллической арматурой, необходимо придерживаться таких рекомендаций: использовать эпоксидный клей с соотношением смола / наполнитель 1/3; склеивать армированную доску с другими после полного высыхания эпоксидного клея, перед этим необходимо зашлифовать поверхность доски со стороны укладки арматуры; максимальная глубина штрабы под арматуру должна быть менее половины толщины доски; необходимо контролировать глубину ножей циклевочной машины для получения проектных размеров балок.

дощатоклеенные конструкции, стеклопластиковая и базальтопластиковая арматура, методика изготовления

B. G. DEMCHYNA, M. I. SURMAY, A. R. KRAVZ, T. YO. BLACHAR
EXPERIENCE IN MANUFACTURING OF PLANKGLUE BEAMS WITH
NONMETALLIC FITTINGS

National University "Lviv Polytechnic" (Lviv, Ukraine)

The efficiency of using fiberglass and fiberbasalt fittings in producing of structures of the unbroken und glued wood that provides their lightness and durability has been shown. The manufacturing method of wooden plankglue beams reinforced with non-metal armature is described. While producing plankglue beams reinforced with a non-metal armature it is necessary to keep such recommendations as: epoxy glue using with correlation of resin / filler 1/3; to glue the reinforced board with others after the complete drying out of epoxy glue, before this it is necessary to smooth the surface of board on the side of armature; inserting a maximum depth of indenting under the armature must be less than half of thickness of board; it is necessary to control the depth of knives of floor scrubber machine for the getting project sizes of beams.

plankglue constructions, fiberglass and fiberbasalt fittings, manufacturing methods

Демчина Богдан Григорович — доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри будівельних конструкцій та мостів Національного університету "Львівська політехніка". Наукові інтереси: вогнестійкість монолітних нерозрізних плит перекриття по сталевому профільованому настилу, вогнестійкість одно- і багатошарових просторових конструкцій житлових та громадських будівель.

Сурмай Михайло Ігорович — аспірант кафедри мостів та будівельної механіки Національного університету "Львівська політехніка". Наукові інтереси: міцність та деформативність дощатоклеєних елементів при дії високих температур, вогнезахист деревини, дощатоклеєні конструкції, армовані склопластиковою та базальтопластиковою арматурою.

Кравз Андрій Романович — студент Національного університету "Львівська політехніка". Наукові інтереси: дощатоклеєні конструкції, армовані склопластиковою та базальтопластиковою арматурою.

Бляхар Тарас Йосипович — студент Національного університету "Львівська політехніка". Наукові інтереси: дощатоклеєні конструкції армовані склопластиковою та базальтопластиковою арматурою.

Демчина Богдан Григорьевич — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительных конструкций и мостов Национального университета "Львовская политехника". Научные интересы: огнестойкость монолитных неразрезных плит перекрытия по стальному профнастилу, огнестойкость одно- и многослойных пространственных конструкций жилищных и гражданских зданий.

Сурмай Михаил Игоревич — аспирант кафедры мостов и строительной механики Национального университета "Львовская политехника". Научные интересы: прочность и деформативность дощатоклеенных элементов при действии высоких температур, огнезащита древесины, дощатоклеенные конструкции, армированные стеклопластиковой и базальтопластиковой арматурой.

Кравз Андрей Романович — студент Национального университета "Львовская политехника". Научные интересы: дощатоклеенные конструкции, армированные стеклопластиковой и базальтопластиковой арматурой.

Бляхар Тарас Иосифович — студент Национального университета "Львовская политехника". Научные интересы: дощатоклеенные конструкции, армированные стеклопластиковой и базальтопластиковой арматурой.

Demchina Bogdan Grigorovych — a Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Head of the "Building Structures and Bridges" of Chair National University "Lviv Polytechnic". Scientific interests: fire-resistance of monolithic uncut slabs of ceiling on steel profiled laying, fire-resistance of single- and multi-layered spatial structures of dwellings and civil buildings.

Surmay Mychaylo Igorovych — post-graduate student of "Bridges and Building Mechanics" Chair of National University "Lviv Polytechnic". Scientific interests: durability and deformability of elements under high temperatures, fire protection of wood, plankglue structures reinforced with fiberglass and fiberbasalt fittings.

Kravs Andriy Romanovych — a student of the National University "Lviv Polytechnic". Scientific interests: plankglue structures reinforced with fiberglass and fiberbasalt fittings.

Blyakhar Taras Yosypovych — a student of the National University "Lviv Polytechnic". Scientific interests: plankglue structures reinforced with fiberglass and fiberbasalt fittings.

УДК 691.32

А. А. ШИШКИН, А. Ю. АДАМОВ
Криворожский технический университет

БЕЗУСАДОЧНЫЕ ГЛИЦЕРИНО-ЦЕМЕНТНЫЕ РАСТВОРЫ

Приведены результаты анализа свойств материалов, предназначенных для ремонта, усиления строительных конструкций и заполнения стыков между ними. Доказано, что данные материалы, в первую очередь, должны обладать повышенной прочностью сцепления с материалами строительных конструкций и низкой контракционной усадкой, а также обеспечивать надлежащие конструкционные характеристики, предусмотренные проектом. Проведенным анализом предложено использовать смесь глицерина с портландцементом для получения материала, обладающего высокой прочностью сцепления и отсутствием усадки. Безусадочные вяжущие вещества, обладающие достаточно высокой прочностью при сжатии, можно использовать при ремонте строительных конструкций зданий и сооружений, обеспечивая более надежное сопряжение ремонтных элементов с ремонтируемой конструкцией.

ремонт и усиление строительных конструкций, прочность сцепления, контракционная усадка, глицерино-цементные растворы

В процессе строительства зданий и сооружений, а также их реконструкции и ремонте достаточно часто возникает необходимость создания соединений между существующими строительными конструкциями. Так, например, при возведении здания или сооружения в сборно-монолитном варианте, возникает необходимость замоноличивания стыков между сборными конструкциями; при усилении и ремонте строительных железобетонных конструкций достаточно часто производится восстановление их геометрических размеров путем нанесения слоя нового бетона на поверхность старого; предотвращение проникновения в подземные сооружения грунтовых вод сквозь трещины, возникшие вследствие деформирования сборных конструкций стен этих сооружений наиболее рационально путем заполнения этих трещин изнутри сооружения, т. к. обычно доступ к их наружным поверхностям достаточно затруднен либо вообще невозможен.

Все рассмотренные и подобные им случаи объединяет одно положение. Во всех случаях осуществляется сопряжение двух видов материалов: материала существующей конструкции (бетона либо металла) и материала нового элемента. Очевидно, что если процессы формирования структуры и, как следствие, свойств в материале существующей конструкции к моменту ее ремонта или применения (для сборных конструкций) уже практически закончились, то в материале нового элемента эти процессы только начинают происходить. Данные процессы, в основном, в наиболее широко применяемых материалах, сопровождаются явлениями контракции. Следовательно, на границе раздела "материал существующей строительной конструкции - материал элемента ее усиления (сопряжения с другой конструкцией)" возникают сдвигающие напряжения, которые могут нарушить (или, в предельном случае, разрушить) контакт между указанными материалами. Компенсировать действия данных сдвигающих напряжений возможно лишь за счет высокой прочности сцепления между новым материалом и материалом существующей конструкции. И чем выше величина сдвигающих напряжений, возникающих вследствие контракции нового материала, тем выше должна быть величина прочности его сцепления с материалом существующей конструкции.

Таким образом, в рассматриваемом случае материал, применяемый для ремонта существующих строительных конструкций либо их сопряжения, должен обладать двумя обязательными для его применения свойствами: высокой прочностью сцепления с материалом существующей строительной конструкции и низкой контракционной усадкой. Кроме этого, данный материал не должен быть

агрессивен к материалу существующей конструкции.

В настоящее время для усиления железобетонных конструкций и особенно для замоноличивания стыков между ними либо применяют бетоны на основе портландцемента, либо материалы, основанные на портландцементе с добавлением полимерных композиций.

Указанные материалы, особенно с применением полимерных композиций, обладают либо недостаточной прочностью сцепления с материалами существующих строительных конструкций, либо достаточно высокой контракцией, либо при высоких значениях данных показателей качества обладают достаточно невысокой прочностью при сжатии, либо высокой стоимостью, что также ограничивает их применение.

Необходимость создания материала, обладающего высокой прочностью сцепления с основными материалами, применяемыми для производства строительных конструкций, и низкой контрактционной усадкой, либо совсем не обладающим усадкой, и явилась основой проведения исследований, некоторые результаты которых приводятся в данной работе.

Анализ известных материалов, обладающих пониженной контрактционной усадкой показал, что они либо обладают низкой прочностью сцепления с другими строительными материалами, либо в их состав входят достаточно дефицитные компоненты, либо эти материалы обладают высокой стоимостью.

В связи с этим достаточный интерес вызывает известный глет-глицериновый цемент, который обладает высокой прочностью сцепления с большинством строительных материалов при практическом отсутствии усадки в результате контракции.

Недостатком данного вида цемента является применение для его приготовления оксида свинца - достаточно дорогостоящего и экологически вредного вещества.

Проведенным анализом свойств глицерина, а также известных работ по использованию его в производстве бетонов, установлена возможность его взаимодействия не только с оксидом свинца [1], но и с оксидами других многовалентных металлов, таких как кальций, железо, алюминий и другие.

Полиспирты [2] способны растворять в значительном количестве едкие щелочи, окиси кальция, стронция и бария, сернокислота кали, сернокислый натр, медный купорос и многие другие соли. Они, подобно другим спиртам, дают при действии щелочных металлов или окисей щелочноземельных и тяжелых металлов дают глицераты, большей частью кристаллические, легко изменчивые соединения.

На основе полиспиртов и их производных (этиленгликоль, глицерин, этиленхлоргидрин, моноклоргидрин и др.) и оксидов некоторых металлов (свинца, кальция и др.) можно получать безобжиговые цементы. Прочность некоторых из них довольно значительна [2].

Это позволило выдвинуть гипотезу о том, что в системе "глицерин - портландцемент" возможно протекание реакций между глицерином и свободным оксидом кальция, содержащегося в портландцементе, с образованием глицерата кальция и выделением воды, по аналогии с реакцией образования глицерата свинца.

Выделившаяся в процессе указанной реакции вода вступит во взаимодействие с остальными минералами портландцемента, что приведет к дополнительному увеличению прочности получаемого искусственного камня.

Данная гипотеза была подтверждена результатами проведенных исследований, которые показали, что в процессе структурообразования дисперсной системы "глицерин — портландцемент" формируется искусственный камень, обладающий прочностью при сжатии от 1,0 до 40 МПа (рис. 1), прочностью сцепления с бетоном, полученным на основе портландцемента, от 0,5 до 15 МПа и контрактционной усадкой 0...0,1%.

В результате проведенных экспериментов установлено, что введение в систему "портландцемент — вода" полиспирта в количестве до 20% от массы портландцемента обеспечивает повышение скорости схватывания и набора прочности цементным камнем. Это подтверждает механизм участия полиспирта в процессах гидратации цемента как активной минеральной добавки.

При содержании же полиспирта в количествах, превышающих 20% массы портландцемента, происходит резкое замедление реакций гидратации цемента вплоть до ее полной остановки.

Это, очевидно, можно объяснить тем, что полиспирты обладают некоторой поверхностной активностью, и при указанных содержаниях в системе либо блокируют частицы цемента, либо полностью вовлекают во взаимодействие гидроксид кальция, препятствуя образованию его гидросиликатов.

В тоже время значительное влияние на прочность получаемого материала оказывает соотношение между водой и глицерином (рис. 1). Получаемый материал обладает минимальной прочностью при

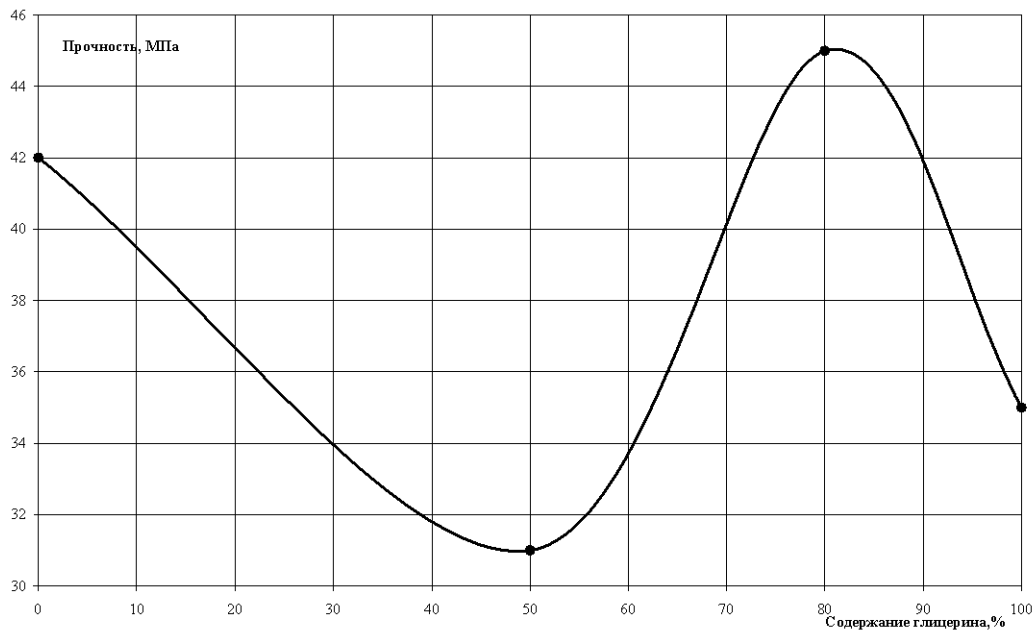


Рисунок 1 — Влияние содержания глицерина в жидкой фазе вяжущего на прочность при сжатии (Ж/Ц=0,17, Ж — смесь глицерина и воды).

равном количестве воды и глицерина, а максимальной при содержании глицерина в смеси с водой в количестве 80%.

При данном соотношении между водой и глицерином (1:4) получаемый материал обладает не только наивысшей прочностью, но и наименьшей величиной деформаций усадки, которые в данном случае практически отсутствуют.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что установлена возможность получения безусадочных вяжущих веществ, обладающих достаточно высокой прочностью при сжатии, которые можно использовать при ремонте строительных конструкций зданий и сооружений, обеспечивая более надежное сопряжение ремонтных элементов с ремонтируемой конструкцией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вяжущие материалы / А.А. Пашенко, В.П. Сербин, Е.А. Старчевская. — М.: Высш. шк., 1975. — 444 с.
2. А. И. Артеменко Органическая химия. — М.: Высшая школа, 1987. — 430 с.
3. Шишкин А.А. Специальные бетоны для усиления строительных конструкций, эксплуатирующихся в условиях действия агрессивных сред. Дис. докт. техн. наук. — Кривой Рог, 2003. — 356 с.
4. Шишкин А.А. Бетоны на основе шламов обогащения железных руд и щелочного компонента. Дис...канд. техн. наук: 05.23.05 / Шишкин Александр Алексеевич. — Кривой Рог: КТУ, 1989. — 177 с.
5. Шишкин А.А. Специальные бетоны для усиления строительных конструкций, эксплуатирующихся в условиях действия агрессивных сред. Дис... докт. техн. наук: 05.23.05. / Шишкин Александр Алексеевич — Кривой Рог: КТУ, 2003. — 336 с.

О. О. ШИШКІН, А. Ю. АДАМОВ
БЕЗУСАДОЧНІ ГЛІЦЕРИНО-ЦЕМЕНТНІ РОЗЧИНИ
Криворізький технічний університет

Приведені результати аналізу властивостей матеріалів, призначених для ремонту, посилення будівельних конструкцій і заповнення стиків між ними. Доведено, що дані матеріали, в першу чергу, повинні володіти підвищеною міцністю зчеплення з матеріалами будівельних конструкцій і низькою контракційною усадкою, а також забезпечувати належні конструкційні характеристики, передбачені проектом. Проведеним аналізом запропоновано використовувати суміш глицерину з портландцементом для отримання матеріалу, що володіє високою міцністю зчеплення і відсутністю усадки. Безусадочні в'язучі речовини, що характеризуються достатньо високою міцністю при стиску, можна використовувати при ремонті будівельних конструкцій будівель і споруд, забезпечуючи більш надійне з'єднання ремонтних елементів з конструкцією, що ремонтується.

ремонт і підсилення будівельних конструкцій, міцність зчеплення, контракційна усадка, глицерино-цементні розчини

О. О. SHISHKIN, A. YU. ADAMOV
NON-SHRINKAGE CEMENTS CONTAINING GLYCERIN
Krivorozhsk Engineering University

The results of analysis of materials properties, intended for repair, strengthening of building structures and filling of joints between them have been given. It is well-proven that these materials, above all things, must possess enhanceable durability of coupling with materials of building structures and low contractional setting as well as to provide the proper constructional features, foreseen by the project. It is suggested to use mixture the of glycerin with Portland cement for material, getting possessing high durability of coupling and absence of setting. Non-shrinkage astringents possessing high enough durability under compression, it is possible to use for repairing of building constructions and structures providing more reliable interface of repaired elements with the repairing structure.

repair and strengthening of building constructions, adhesive strength, contraction shrinkage, cements containing glycerin

Шишкін Олександр Олексійович — доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології будівельних виробів, матеріалів та конструкцій Криворізького технічного університету, Член-кореспондент Академії гірничих наук України. Наукові інтереси: розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини у компоненти композиційних матеріалів.

Адамов Артур Юсупович — аспірант кафедри технології будівельних виробів, матеріалів та конструкцій Криворізького технічного університету. Наукові інтереси: будівельні матеріали та вироби.

Шишкін Александр Алексеевич — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии строительных изделий, материалов и конструкций Криворожского технического университета. Член-корреспондент Академии горных наук Украины. Научные интересы: разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

Адамов Артур Юсупович — аспирант кафедры технологии строительных изделий, материалов и конструкций Криворожского технического университета. Научные интересы: строительные материалы и изделия.

Shishkin Olexandr Oleksiyovych — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of the "Technology of Building Wares, Materials and Structures" Chair of Krivorozhsk Engineering University. Correspondenting member of Academy of mining sciences of Ukraine. Scientific interests: elaboration of effective technologies of processing of technogenous waste raw material in to the components of composite materials.

Adamov Artur Yusupovych — a post-graduate-student of the "Technology of Building Wares, Materials and structures" Chair of Krivorozhsk Technical University. Scientific interests: building materials and products.

УДК.691.09.059.643

Н. В. ГОНЧАРОВА^а, П. Е. УВАРОВ^б, С. И. ЧУРСИН^а

^аДонбасская национальная академия строительства и архитектуры, ^бВосточноукраинский национальный университет им. В.Дала

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ В УКРАИНЕ ИНДУСТРИИ ПЕРЕРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Рассмотрены принципы адаптаций многоаспектности инвестиционного направления и комплексности задач с обоснованием и рекомендациями необходимости разработки государственной комплексно-целевой программы по решению проблемы "организации и управления переработкой и вторичного применения строительных отходов, выводимых из эксплуатации и подлежащих ликвидации зданий и сооружений, с целью получения вторичных ресурсов и реконструкции инфраструктуры окружающей среды" и рекомендаций по подготовке и переподготовке специалистов и магистров для данного направления деятельности.

вторичные строительные ресурсы, источники образования, реновационно-ликвидационные циклы, методологические предпосылки и обоснования, рекомендации по подготовке учебной программы

Постановка проблемы и её связь с научными, практическими и учебно-образовательными заданиями и программами

Физическое и моральное старение основных фондов индустриального периода развития и другие негативные факторы делают все более значимой в жизненном цикле (ЖЦ) проектов-объектов строительства (П-ОС) стадию их ликвидации и переработку конструкций в строительные материалы для повторного использования. Принятая странами Евросоюза парадигма инвестиционно-строительной деятельности (ИСД), определяемая как совокупность концептуальных, теоретических и методологических предпосылок, предопределяет в условиях рыночной экономики необходимость развития и преобразования П-ОС на протяжении всего их жизненного цикла — от замысла до ликвидации, утилизации строительных отходов и рекультивации нарушенных земель. При этом эволюция строительной отрасли целеориентирована на концепции перехода на автотрофные (ресурсно-энергетические и экологически замкнутые) реновационно-ликвидационные циклы (рис. 1), при которых использованные материалы и сырье из выведенных из эксплуатации и подлежащих ликвидации П-ОС будут утилизироваться в последующих строительных и производственных циклах. В этой связи строительное производство столкнулось с необходимостью решать принципиально новые задачи, организовывать новые строительные процессы ликвидационного цикла строительных объектов, создавать и совершенствовать существующие методы механизации разборки, разрушения и сноса конструкций, зданий и сооружений, находить дополнительные средства, создавать новые технологии и осуществлять подготовку и переподготовку специалистов для индустрии переработки и использования вторичных ресурсов (рис. 2) [3, 4, 8].

Наибольший объем строительных отходов по данным [6, 7, 11] будут составлять такие источники их образования в жилищно-коммунальной сфере: капитальный ремонт и реконструкция (санация) жилых зданий и сооружений; снос (разборка); реконструкция; техническое переоснащение и строительно-ликвидационный цикл производственных объектов (рис. 3).

Региональная концепция прогнозирования реновационно-эксплуатационного цикла базовых отраслей горно-металлургического, нефтехимического, энергетического, жилищно-коммунального и строительных комплексов и опыт прошлых лет индустриального периода развития позволяют

© Н. В. Гончарова, П. Е. Уваров, С. И. Чурсин, 2010

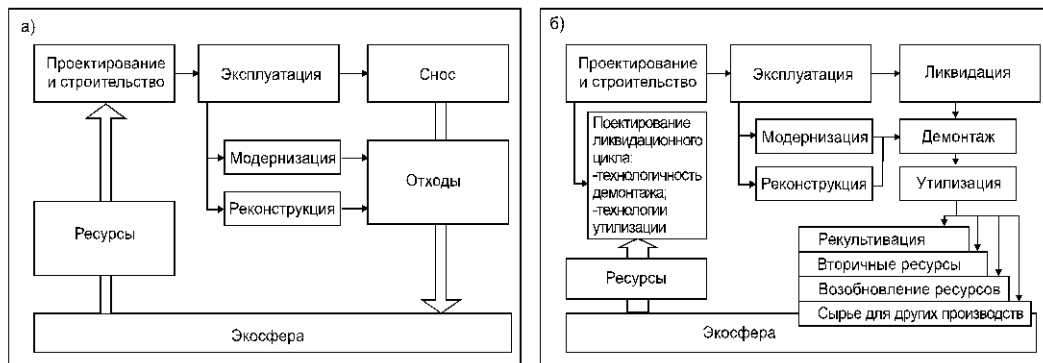


Рисунок 1 — Концептуальное представление схем жизненного цикла П-ОС: а) традиционная; б) автотрофная (экологически замкнутая).



Рисунок 2 — Основные источники образования строительных отходов (отечественная практика).

предположить, что современные бифуркации (раздвоения, разветвления) экономики Украины и негативные условия и обстоятельства современного глобального финансово-экономического кризисного состояния привели к ситуации ускоренного активного закрытия и вывода из эксплуатации основных фондов и их ликвидации. Это вызывает необходимость организации в составе жизненного цикла ИСД новой отрасли инвестиционно-строительной деятельности, встроенной в структуры строительного производства и предприятий системы стройиндустрии, по ликвидации ветхих зданий и сооружений. В комплекс решаемых задач отрасли будут входить: разборка, разрушение, снос строительных объектов, переработка строительных отходов и вторичное их использование. По приблизительным подсчетам, величина строительных отходов в Украине может составить до 15-20 млн.т. в год [6, 11, 16].

При этом в классификационных признаках строительных отходов (табл. 1.) бетонный (ж/бетонный) лом и бой кирпича достигнут 75-80% от общего объема строительных отходов ликвидационного цикла зданий и сооружений.

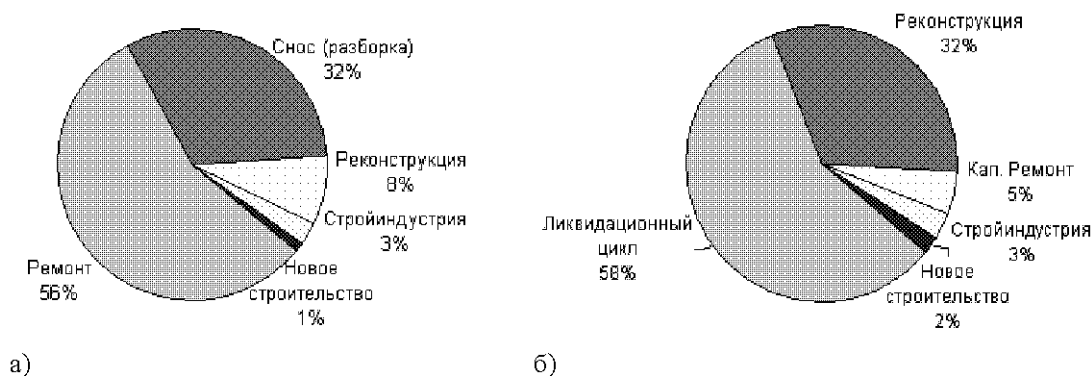


Рисунок 3 — Укрупненная структура образования строительных отходов: а) жилых зданий первого поколения типовых проектов; б) промышленных зданий и сооружений из ж/б конструкций межотраслевых унифицированных типовых секций (УТС) и пролетов (УТП).

При отмеченной динамике выводимых из эксплуатации и подлежащих ликвидации промышленных и гражданских зданий и сооружений, отслуживших свой физический или моральный срок, или иных условий, и вызванного этим роста строительных отходов, существующие в Украине могильники - полигоны их захоронения, исчерпают себя через 2,5-3,5 года.

Например, одной из существенных причин отказа от сноса всех ветхих "пятиэтажек" в г. Киеве стала проблема утилизации и переработки строительных отходов, получаемых от разборки, разрушения и сноса ликвидируемых зданий.

В среднем на 1 кв. м. сносимого жилья приходится 1 куб. м. строительных отходов, а переработка и рентабельное использование их в качестве вторичного сырья или значительных объемов не организована не только в Киевской области, но и ни в одном из регионов Украины.

В то же время, результаты выполненных аналитических исследований и анализ информационных обобщений многолетнего прогрессивного опыта в эволюции преобразований технологии сноса, предприятий и создания технологических комплексов по индустрии переработки строительных отходов за рубежом, и особенно, в США, Канаде, Германии, Франции, Швеции, Англии, Японии и др. странах, а в последние 15 лет — и в строительном комплексе России (особенно г. Москвы и Санкт-Петербурга), в которых приводятся основные результаты научно-исследовательских и проектных работ [5, 6]. Это обеспечивает положительную мотивацию и аргументированный подход к постановке и решению этой сложной проблемы для Украины.

Анализ последних достижений и публикаций. Выполненные информационно-аналитические исследования прогрессивного зарубежного и отечественного (прежде всего стран СНГ) опыта показали, что в странах с развитой рыночной экономикой в период с середины XX и до начала XXI века все виды инвестиционно-строительной деятельности на этапах жизненного цикла П-ОС, такие как: реконструкция, капитальный ремонт, чрезвычайные аварийные ситуации и природно-техногенного характера ЧС, эксплуатационно-ликвидационные циклы, с относящимися к ним процессами сноса, разборки и разрушения конструкций, зданий и сооружений, переработки отходов строительства, аварийно-ликвидационно-восстановительные работы постепенно *интегрировались в единую независимую отрасль замкнутого цикла — индустрию ликвидационно-функциональной строительной системы* (ликвидационный цикл ↔ переработка отходов ↔ вторичное использование ресурсов). Так в 1975 году была образована Европейская Ассоциация по разрушению (ЕДА), с такими целями: содействие распространению и гармонизации разработок и использования действующих межрегиональных и европейских стандартов и технологических регламентов по разборке, разрушению и сносу зданий и сооружений и повторному использованию материалов отходов ликвидационного цикла; обеспечение информационного обмена по новым технологиям работ и оборудованию перерабатывающих предприятий в Европе и во всем мире; гармонизация европейского законодательства по охране здоровья населения, безопасности, экологии окружающей среды и рециклированию материалов. В состав ЕДА вошли более 20 национальных ассоциаций по разрушению и переработке отходов. В структуре ЕДА имеется ряд комиссий и комитетов: по стандартизации; по рециклированию материалов; по асбесту; по технологиям сноса и разрушения и др. При этом в задачи одного из созданных в составе ассоциации технического комитета № 37-ДРК "Рилем" ("Разрушение и повторное использование бетона") входит изучение технологии разрушения,

Таблица 1 — Классификационные признаки строительных отходов

№ п.п.	Номенклатура строительных отходов	Источники образования						Характеристика состояния				Оценка качества и свойств		Технология утилизации			
		снос	разборка	ремонт	реконструкция	новое строительство	строиндустрия	россыпной	кусковой	листовой	целостный	полная потеря	частичная	механический	энергетический	химический	захоронение
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Отходы бетона	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+			
2	Сколы асфальта	+		+	+				+			+		+	+		
3	Отходы керамзитобетона	+	+	+	+		+		+		+	+	+	+			
4	Отходы древесины	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+
5	Лом черных металлов	+	+	+	+	+	+			+			+		+		
6	Отходы рубероида	+	+	+	+	+			+				+	+	+	+	+
7	Отходы битума	+	+	+	+	+		+	+				+	+		+	
8	Минвата использованная	+	+	+	+	+			+			+				+	
9	Отходы линолеума	+	+	+	+	+			+	+			+	+	+	+	+
10	Асбошифер	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+			
11	Оргалит, макулатура	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+		+	+
12	Стеклобой	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+		
13	Санфаянс использованный	+	+	+	+				+		+	+	+	+		+	
14	Бой кирпича	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	+			
15	Раствор отработанный			+	+	+			+			+		+			
16	Отходы лакокрасочные	+	+	+	+	+			+	+		+				+	+
17	Шлаки, зола, асбест	+	+	+	+	+		+	+			+		+			
18	Керамическая плитка	+	+	+	+	+			+			+		+			
19	Тара бумажная загрязненная	+	+	+	+	+	+				тара	+		+		+	+
20	Тара металлическая использованная	+	+	+	+	+					тара		+		+		
21	Замусоренный грунт	+	+	+	+	+		+	+			+					+

совершенствование технологического оборудования по переработке некондиционного железобетона и исследования технико-экономических, социальных и природных аспектов повторного использования бетона и строительных материалов. Проведенный в 1985 году в Нидерландах Первый международный симпозиум "Механизмы по разрушению бетона и железобетона и повторное

использование материалов" обобщил накопленный опыт стран Великобритании, Дании, Нидерландов, Люксембурга, США, Германии, Швейцарии, Японии и многих др. и констатировал мотивацию необходимости и интенсивного развития основных ее направлений.

В странах Евросоюза ежегодно подвергаются разборке, разрушению и рециклированию около 250 млн. тонн бетонных и железобетонных конструкций и сооружений, в США — 300 млн. т., в Японии — 60 млн. тонн и т.д., а в отдельных странах (Япония, Германия, Дания, Нидерланды, Швеция и др.) практически нет территорий для организации характерных для Украины свалок или захоронения на полигонах конструкций и бетонного лома и кирпича, они работают преимущественно (до 65%) на привозном щебне и материалах переработки строительных отходов ликвидируемых объектов строительства и производства.

За период с 1950 года по 1980 год за рубежом, как результат ликвидационного цикла зданий и сооружений, было переработано почти 60 млрд. м³ материалов строительных отходов, а с 1981 года по 1990 год уже свыше 50 млрд. м³, т.е. порядка 5 млрд. м³ в год.

Только за последние пятнадцать лет объем ликвидационного цикла переработанных строительных отходов увеличился в 3,0-3,5 раза.

Около 80% отходов составляет тяжелый и легкий железобетон (примерно в соотношении 4:1), который после переработки (дробления, сортировки, фракционирования) используется в дорожном строительстве, монолитном домостроении, при изготовлении неответственных ж/б конструкций и др. Использование отходов в качестве вторичных ресурсов ликвидационного цикла промышленных и гражданских зданий и сооружений дает высокий экономический эффект. Сырье из отходов в 2-2,5 раза дешевле, чем сырье специально изготавливаемое. Большой опыт ликвидации производств и гражданских объектов, индустрии сноса, переработки и использования строительных отходов среди стран Евросоюза накоплен в Германии, который активно используется в России. В настоящее время на территории Германии образуется более 40 млн. т/год строительных отходов, что составляет около 50% общего количества образующихся отходов, ежегодно подвергается разборке, разрушению и сносу от 16 до 19 тысяч строений в год, из них половину составляют жилые и производственные здания и сооружения (до 2,5% от существующего объема объектов). Структура и прогноз использования строительных отходов в отраслях промышленности, выполненные Европейским объединением в рамках Европейского союза [11], показывает значительный ежегодный рост объемов разборки, разрушения и сноса объектов (на примере Германии, Франции, Великобритании и др. стран).

Уже в ближайшее время за счет развития отрасли стройиндустрии сноса, организационных структур предприятий, разработки и применения инновационных технологических схем, зарубежных и отечественных образцов оборудования по вторичной переработке отходов бетона и железобетона, использования более современного оборудования и улучшения качества заполнителей из дробленного бетона планируется обеспечить его конкурентоспособность по сравнению с природным щебнем.

В странах СНГ до 2000 года строительные отходы практически не утилизировались, основная их масса распределялась по полигонам. Ситуация коренным образом начала изменяться за последние 10-13 лет. Лидером в этом направлении является инвестиционно-строительный комплекс г. Москвы по комплексной реконструкции ветхих жилых зданий первого поколения типовых серий [1, 2, 5, 7, 9]. Как показывает анализ, существующие предприятия по переработке строительных отходов (их в Москве создано уже более 30) формируются по двум организационно-технологическим схемам — **стационарные и передвижные** производства. И если на этих производствах в 2003 году было переработано около 40% бетонного лома, то в 2004 году уже 65%, а в 2006 — 75% [11].

В связи с принятием законов Украины "Про відходи" [1, 2] и "Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду" (№ 525 — V от 22 грудня 2006 р.) определены правовые, экономические, социальные и организационные требования к проведению комплексной реконструкции с заменой "нежитлового та застарілого житлового фонду"; положено начало необходимости разработки национальной комплексно-целевой программы и программного решения четырех целевых задач:

- разработка технических и организационно-технологических решений по разборке, разрушению и сносу жилых зданий первого индустриального поколения;
- разработка энергосберегающих технологий переработки (утилизации) продуктов разборки для повторного использования;
- формирование стационарных и передвижных технологических комплексов по рентабельной переработке отходов;
- строительная рекультивация техногенно-нарушенных земельных участков и территорий.

Перечисленные задачи должны быть обеспечены программным комплексом НИР и ОКР. Техно-экономические расчеты, факторы высокой стоимости земли, отсутствие инвесторов и другие причины склонили подавляющее число ученых и специалистов стран СНГ к мнению о необходимости сноса аварийно небезопасных и ветхих жилых и общественных зданий первых массовых типовых серий. Свыше 55 тыс. домов в Украине, в которых проживает около миллиона человек, отнесены к категории ветхих и аварийных. Больше всего таких опасных для жизни "объектов" в Днепропетровской, Донецкой, Луганской и Одесской областях. Вторичная застройка на их месте современными многоэтажными жилыми зданиями позволит положительно решить при этом вопрос с инвесторами, поскольку одна часть нового жилья может передаваться под городское жилье бывшим жильцам "пятиэтажек", а другая часть — идет на рынок недвижимости. В итоге образовался и успешно реализуется в г. Москве механизм "волнового переселения" жителей. Необходимо отметить, что в целом опыт последних десяти лет подтвердил социально-экономическую целесообразность этого подхода к условиям мощных мегаполисов (Москва, Санкт-Петербург, Киев, Минск и др. городов) [3-5, 9, 12-15].

Цель и основное содержание работы. Основной целью решения проблемы развития реновационно — (ремонт, реконструкция) ликвидационного цикла (разборка, демонтаж, разрушение и снос зданий), отраженной в реализации получения положительных научно-практических результатов в области формирования и переработки строительных отходов, является необходимость проведения комплекса НИОКР по рациональному использованию вторичных ресурсов. Это многоаспектная проблема включает в себя ряд взаимоувязанных задач организационного, технического, инновационно-технологического, социально-экономического, экологического и учебно-образовательного характера (рис. 4).

Предложенная рабочая гипотеза проблемной ситуации заключается в том, что процесс обращения со строительными отходами (основные источники, образование которых приведены на рис. 4) может рассматриваться как *сложная динамическая система*, состоящая из ряда подсистем, находящихся во взаимной связи друг с другом и представляющих единое целое — от процессов разборки и сноса конструкций, частей и зданий в целом, сбора, сортировки, транспортирования и переработки отходов до получения вторичных ресурсов (сырья, материалов) и последующего проведения строительной рекультивации нарушенных земель территорий [6, 11].

Сложность структурообразования и функционирования такой "системы переработки строительных отходов" (СПСО) заключается в её многоаспектности и многовариантности решений, а динамический характер — в постоянном изменении временных, ресурсных и пространственных параметров подсистем т.е. $S_i^j = F^j(\Phi_i T_i)$, где S_i^j — состояние j-й подсистемы, Φ_i — влияющий фактор j-й подсистемы, T_i — временной период j-фактора. Кроме того, следует учитывать, что для предприятий перерабатывающих строительные отходы $R(T)$, некоторая их часть $\Delta R(T)$ может быть отправлена на захоронение [10, 11].

Основой решения таких задач могут служить широкий спектр теоретических предпосылок и организационно-технологических принципов проектирования и различные концепции и аспекты выполненных исследований сырьевых ресурсов и строительных отходов, обобщенно изложенных в отечественных стандартах и работах ученых и специалистов зарубежных стран и СНГ (рис. 5) [10-15].

Предлагаемый концептуально-методический подход предопределяет тем самым следующую структурную модель и логическую схему научного обоснования, разработки и практической реализации системы переработки строительных отходов, состоящую из основных этапов:

I этап. Формирование проблемы сбора, сортировки, транспортирования и переработки строительных отходов, предусматривающей (на основе анализа зарубежного и отечественного опыта) состояние, выявление положительных тенденций и определение пути решения проблемы.

II этап. Исследование структуры и параметров ликвидационного цикла промышленно-гражданских зданий и сооружений и образования строительных отходов в зависимости от вида строительной и ликвидационной деятельности.

III этап. Выработка теоретических положений по созданию ликвидационной функциональной системы объектов строительства и последующей переработки строительных отходов, включающих основополагающие принципы, взаимосвязи между подсистемами и элементами, а также прогноз образования и потребности во вторичных ресурсах.

IV этап. Оценка и выбор методов и технологий ликвидационного цикла зданий и сооружений, производств и технологий по переработке строительных отходов для бетонного и железобетонного

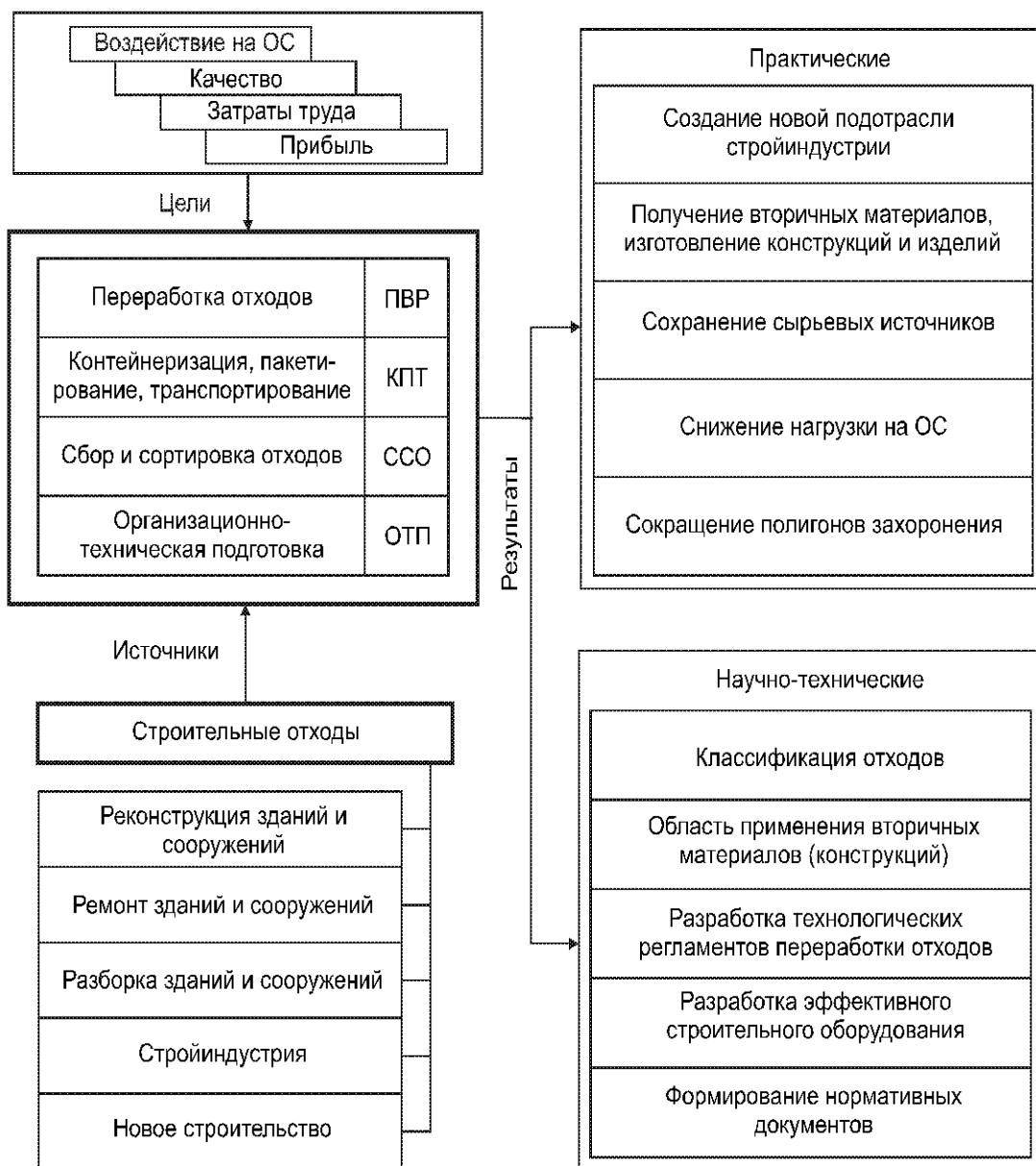


Рисунок 4 — Рекомендуемая структурно-целевая модель формирования проблемной ситуации по переработке строительных отходов.

лома, битумосодержащих кровельных отходов, древесных и полимерных отходов, и рекомендаций по применению продуктов переработки некондиционных бетонных, железобетонных изделий и др. вторичных ресурсов.

V этап. Разработка технологических регламентов и технических условий на нерудные строительные материалы (вторичные сырьевые ресурсы).

В учебно-образовательном процессе для подготовки специалистов и магистров строительных специальностей вузов, переподготовки кадров и повышение квалификации для необходимого уровня знаний и практических навыков в области научно-теоретических основ технологии и организации переработки и использования строительных отходов с целью получения вторичных ресурсов, целесообразно введение в учебный процесс строительных специальностей вузов профессионально ориентированной дисциплины (спецкурса) **"Организационно-технологические основы системы переработки строительных отходов и использования вторичных ресурсов"**.

Рекомендуемое содержание учебного пособия и рабочей программы дисциплины спецкурса для

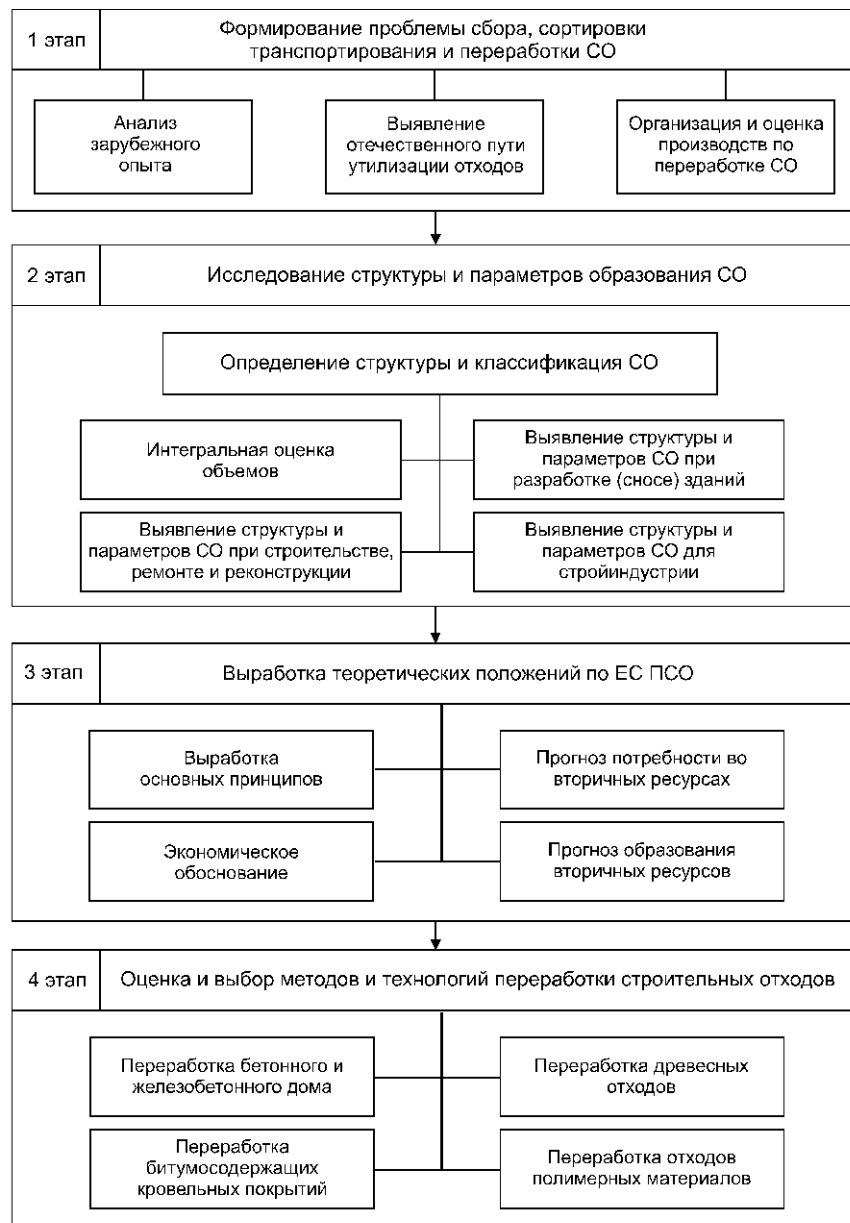


Рисунок 5 — Рекомендуемая структурно-логическая схема исследования комплексной проблемы переработки и вторичного использования строительных отходов.

специалистов и магистров строительных специальностей должно включать следующие основные материалы и разделы.

Общая часть. Нормативно-законодательная база. Терминология. Факторы, тенденции образования и структура строительных отходов. Формирование проблемы сбора, сортировки, транспортирования и переработки отходов реновационно-ликвидационных циклов зданий и сооружений.

Раздел 1. Концепция и методология исследования структуры и параметров строительных отходов, организационные структуры производств и управления использованием вторичных ресурсов.

Раздел 2. Обоснование выбора энерго- и ресурсосберегающих, экономически и экологически безопасных технологий и оборудования по переработке основных строительных отходов.

Раздел 3. Технично-технологические этапы и регламенты по переработке вторичных строительных ресурсов: бетонных, железобетонных и кирпичных изделий; битумосодержащих кровельных покрытий; древесных материалов; полимерных материалов.

Раздел 4. Организационная структура предприятий и производств по технологии переработки

отходов и выбора оборудования в области рационального применения ресурсов (изделий) для вторичного использования при новом строительстве на предприятиях стройиндустрии.

Раздел 5. Основные положения системы регионального управления строительными отходами (сбор, сортировка, транспортирование и переработка).

Раздел 6. Строительная экология и рекультивация техногенно-нарушенных земельных участков и территорий. Реновация и санация инфраструктуры окружающей среды и эколого-экономические обоснования.

Выводы

1. Более ста лет строительство развивалось за счет не возобновляемых ресурсов, что отразилось потерей природно-ресурсного потенциала и истощением окружающей инфраструктуры градостроительной политики ИСД стран СНГ.

Проблемы экологии, ограниченность природных ресурсов, повышение требований к безопасности сооружений привели к тому, что строительная наука и практика начинают смещать акценты с поиска новых проектных решений к поиску новых концепций вывода из эксплуатации и ликвидации существующих зданий и сооружений, и связанных с этим — проблемами переработки строительных отходов и использования вторичных ресурсов.

2. Выполненный информационно-аналитический анализ в контексте выработки концептуально-методологической мотивации обоснований постановки актуальной для инвестиционно-строительного и учебно-образовательного комплекса Украины проблемы, основывается на аналитических исследованиях и обобщениях прогрессивного опыта зарубежного (стран ЕС) и отечественного (стран СНГ), материалах, разработанных научно-исследовательскими организациями: "Информстройсервис", НИИПроектреконструкция, НИИСП, НИИЖБ, НИИСК, ЦНИИОМТП, ВНИИстройсырье, НПО "Инжтехстрой", кафедрами строительных вузов, институтами Академии строительства Украины и РААСН и др., приведенных в периодических источниках, и эталонах рекламы зарубежных фирм, постановлений Кабинета Министров Украины и законодательно-правовой и нормативно-методической документации и стандартов стран СНГ по рассматриваемой проблемной ситуации.

3. Научное обоснование всех аргументов мотивации реновационно-ликвидационного циклов зданий и сооружений, тенденций роста объемов вторичных ресурсов и развитие инструментально-прикладных концептуально-методологических аспектов исследований в области комплексно-целевой программой основы *единой системы организации и управления строительными отходами и их вторичного использования позволяют преобразовать инвестиционно-строительную деятельности из ресурсопотребляющей в ресурсовоспроизводящую отрасль и вывести её на новый (автотрофный) уровень экологической безопасности и устойчивого равновесия территорий и окружающей среды*, и, прежде всего, "социально-экономических и экологически напряженных" регионов юго-востока Украины.

4. Законодательно-правовым основанием к практическому решению рассматриваемой проблемы является прежде всего введение в действие Закона "Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду" (525-V от 22 грудня 2005р.) и нормы "Науково-технічний супровід будівельних об'єктів" (ДБН 1.2-5:2007), которыми предусматривается организационно-экономические аспекты вывода закрытых аварийно — небезопасных производственных предприятий, ветхого промышленного и жилого фондов, которые по техническому состоянию (физический и моральный износ) и др. условиям не отвечают современным требованиям надёжности, безопасности эксплуатации зданий и сооружений, экономической рентабельности и жизнеспособности проектов, которые установлены государственными строительными стандартами, нормами и правилами и региональными программами реконструкции и капитального ремонта жилых зданий первого поколения индустриального строительства.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України. "Про відходи" № 187/98-ВР від 05.03.98.
2. Постанова ВР України "Про основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки " № 188/98-ВР від 05.03.98.
3. ГОСТы 30772-2001, 30773-2002, 30774-2001 "Ресурсосбережение. Обращение с отходами".
4. ГОСТ Р15.201-2000 "Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок разработки и постановки продукции на производство".
5. Гранов Г.С. Анализ причин, препятствующих комплексному использованию вторичных строительных ресурсов.

- /Г.С. Гранов, Г.Г. Лунев. // Сб.тр. международной научно-практической конференции (11-12 мая 2006г.). — М.: МИКХ и С, 2006. — С. 91-96.
6. Гусакова Е.А. Системотехника организации жизненного цикла объектов строительства. / Е.А. Гусакова. — М. Фонд "Новое тысячелетие", 2004. — 256 с.
 7. В.Н.Колосков. Разборка жилых зданий и переработка их конструкций и материалов для повторного использования / Колосков В.Н., Олейник П.П., Тихонов. — М.: АСВ, 2004.
 8. Инструкция по повторному использованию изделий, оборудования и материалов в жилищно-коммунальном хозяйстве (В.А.139-88 (р.)). — М.: Госгражданстрой, 1988. — 33 с.
 9. Крылов А.Н. Испытания щебня из дробленого бетона / А.Н. Крылов и др. — Строительные материалы. — №4. — 1993.
 10. Назаренко И.И. Машини для виробництва будівельних матеріалів. И.И. Назаренко. — К.: КНУБА, 1999. — 488 с.
 11. Олейник С.П. Единая система переработки строительных отходов / С.П. Олейник. — М.: Сор-Аргус, 2006. — 336 с.
 12. Рекомендации по приготовлению и применению бетонов на заполнителях из дробленого тяжелого бетона. — М.: НИИЖБ, 1982.
 13. Рекомендации по переработке и использованию отходов предприятий сборного железобетона. — М.: НИИЖБ, 1987.
 14. Рекомендации по применению продуктов переработки некондиционных бетонных и ж/б изделий механическим способом. — М.: НИИЖБ, 1984.
 15. Рекомендации по переработке активированных цементом, добавок и заполнителей к бетону. — М.: НИИЖБ, 1986.
 16. Харитонов С.Е. Эколого-экономические факторы обоснования необходимости организации переработки ж.б. отходов строительства и сноса в Москве / С.Е. Харитонов. Сб.тр. Международной научно-практической конференции (11-12 мая 2006г.). — М.: МИКХиС, 2006. — С.133-139.

Н. В. ГОНЧАРОВА^а, П. Є. УВАРОВ^б, С. І. ЧУРСІН^а
СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ СТАНОВЛЕННЯ І РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ ІНДУСТРІЇ
ПЕРЕРОБКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ БУДІВЕЛЬНИХ
ВІДХОДІВ

^аДонбаська національна академія будівництва і архітектури, ^бСхідноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Розглянуті принципи адаптації багатоаспектності інвестиційного напрямку та комплексності завдань з обґрунтуванням і рекомендаціями необхідності розробки державної комплексно-цільової програми з вирішення проблеми "організації і керування переробкою вторинного застосування будівельних відходів, виведених з експлуатації та підлягаючих ліквідації будинків і споруд, з метою одержання вторинних ресурсів і реконструкції інфраструктури навколишнього середовища" та рекомендацій з підготовки і перепідготовки фахівців та магістрів для даного напрямку діяльності.

вторинні будівельні ресурси, джерела утворення, реноваційно-ліквідаційні цикли, концепція, методологічні передумови й обґрунтування, рекомендації з підготовки навчальної програми й фахівців

N. V. GONCHAROVA^a, P. YE. UVAROV^b, S. I. CHURSIN^a
MODERN PROBLEMS OF FORMATION AND DEVELOPMENT IN UKRAINE THE
PROCESSING INDUSTRY AND USING OF SECONDARY RESOURCES OF THE
BUILDING WASTES

^aDonbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, ^bEast Ukrainian National University named after Volodymyr Dal

Adaptations principles of multiaspectness of investment direction and tasks complexity are considered with the ground and recommendations of the necessity of the government complex purpose program elaboration in the of solution "organization and processing management and the secondary application of building wastes, taking out of exploitation and subject liquidation of buildings and structures, with the purpose of the secondary resources receiving and reconstruction of infrastructure of environment" and recommendations on LED preparation and retraining of specialists and master's degrees for given direction of the activity.

secondary building resources, formation sources, renovation-liquidating cycles, the concept, methodological preconditions and substantiations, recommendations about preparation of the curriculum and experts

Гончарова Наталя Василівна — здобувач кафедри технологій будівельних матеріалів, виробів і автомобільних доріг Донбаської національної академії будівництва й архітектури. Наукові інтереси: розробка ефективних технологій переробки відходів будівельної індустрії.

Уваров Павло Євгенович — кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, дійсний член Академії будівництва України. Наукові інтереси: розвиток загальної методики інтегрованого організаційно-технологічного проектування і управління проектами інвестиційно-будівельної діяльності. Участь у розробці будівельних норм проектування.

Чурсин Сергій Іванович — кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій будівельних матеріалів, виробів та автомобільних доріг Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: переробка техногенної сировини в компоненти композиційних матеріалів.

Гончарова Наталья Васильевна — соискатель кафедры технологий строительных материалов, изделий и автомобильных дорог Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: разработка эффективных технологий переработки отходов строительной индустрии.

Уваров Павел Евгеньевич — кандидат технических наук, доцент кафедры строительства Восточноукраинского национального университета им. В. Даля, действительный член Академии строительства Украины. Научные интересы: развитие общей методики интегрированного организационно-технологического проектирования и управления проектами инвестиционно-строительной деятельности. Участие в разработке строительных норм проектирования.

Чурсин Сергей Иванович — кандидат технических наук, доцент кафедры технологий строительных материалов, изделий и автомобильных дорог Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: переработка техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

Goncharova Natalia Vasilyevna — the contestant of the "Technologies of Building Materials, Products and Automobile Roads" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: working out of effective technologies of processing of a waste of the building industry.

Uvarov Pavlo Yevgenovych — candidate of Engineering Sciences, assistant professor of the "Building" Chair of East Ukrainian National University named after Volodymyr Dahl, Academician of Academy of Building in Ukraine. Scientific interests: development of the general technique of the integrated organizational-technological designing and management of projects of investment-building activity. Participation in the elaboration of building standards of designing.

Chursin Sergey Ivanovych — candidate of Engineering Sciences, assistant professor of the "Technologies of Building Materials, Products and Automobile Roads" of Chair Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: processing of technogenious raw material in to the components of compositional materials.

УДК 666.973.3: 666.973.6

В. А. МАРТЫНЕНКО

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

ПРОИЗВОДСТВО ИЗДЕЛИЙ ИЗ ГАЗОБЕТОНА АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ В УКРАИНЕ И В ЕВРОПЕЙСКИХ СТРАНАХ

Производство газобетонных изделий как эффективного стенового материала постоянно совершенствуется и развивается. В ряде европейских стран существует более полувековой опыт его использования в строительстве, что подтверждает материалоемкость и энергоэффективность данного вида ячеистого бетона. Использование такого опыта в нашей стране позволит снизить удельные затраты при изготовлении изделий, возведении и эксплуатации отапливаемых зданий. В статье проанализированы состояние этой отрасли и данные объемов производства газобетонных изделий автоклавного твердения в Украине за 2009 г. Характерной особенностью прошлого года явилось небольшой прирост их производства и введение в эксплуатацию новых заводов. Отмечено, что удельное производство газобетонных изделий в Украине значительно отстает от Республики Беларусь, Польши и России. Приведены общие и удельные данные производства газобетонных изделий автоклавного твердения в основных европейских странах за 2008 г.

стеновой материал, газобетонные изделия, энергосбережение, автоклавное твердение

Актуальность вопроса. В настоящее время, вопросы энергосбережения как при строительстве и эксплуатации отапливаемых зданий заставляют разрабатывать и использовать энерго- и материалосберегающие решения при производстве строительных материалов и изделий. По своим физико-техническим свойствам изделия из автоклавного газобетона могут использоваться в качестве основного стенового материала в малоэтажном и высотном каркасном строительстве во всех климатических зонах Украины. Низкая теплопроводность автоклавного газобетона позволяет использовать его в однослойных ограждающих конструкциях. Эксплуатационным его преимуществом является огнестойкость и высокая звукопоглощаемость. Автоклавный газобетон — это экологически чистый, долговечный и энергосберегающий материал [1-5].

Несмотря на признание уникальных свойств данного материала, его материалоемкость и энергоэффективность, производство изделий из автоклавного газобетона в Украине по-прежнему остается на низком уровне. Рынок этого стенового материала развивается во многих странах, а в мире ежегодно строятся новые заводы по производству газобетонных изделий (ГБИ) автоклавного твердения, производится реконструкция существующих линий. В Украине также есть своя технология и основное технологическое оборудование для строительства линий газобетонных изделий малой (200-300) и средней производительности (600-800 м³/сутки). Это может обеспечить строительство новых региональных и оптимальных по энергопотреблению заводов в ряде областей Украины, в которых нет действующих заводов [6].

Анализ объемов производства ГБИ в Украине. За последнее десятилетие в Украине наблюдался как подъем, так и незначительное снижение производства газобетонных изделий автоклавного твердения (рис. 1). С 2001 и до 2007 года в Украине был рост изготовления изделий из газобетона автоклавного твердения. В 2008 г. производство изделий незначительно снизилось. В 2009 г. отмечен небольшой прирост объемов производства, и было изготовлено 782 тыс. м³ изделий [7-8]. Однако, Украина по удельным показателям производства ГБИ отстает и от России, и от Республики Беларусь. Даже в 2007 году при значительном выполнении строительно-монтажных работ и строительства жилья, объемы производства ГБИ в Украине и их удельное производство на 1 тыс. человек находились на низком уровне (рис. 2а) и тем более в сравнении с показателями ближайших стран (рис. 2б).

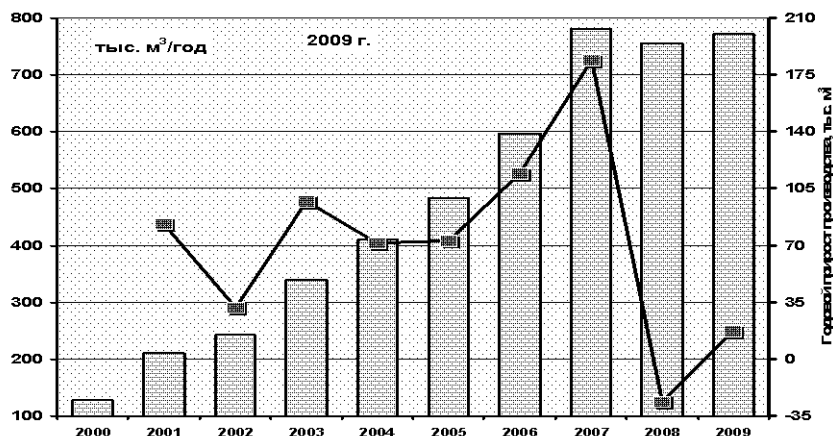


Рисунок 1 — Объемы, прирост и снижение производства ГБИ автоклавного твердения в Украине за последние годы.

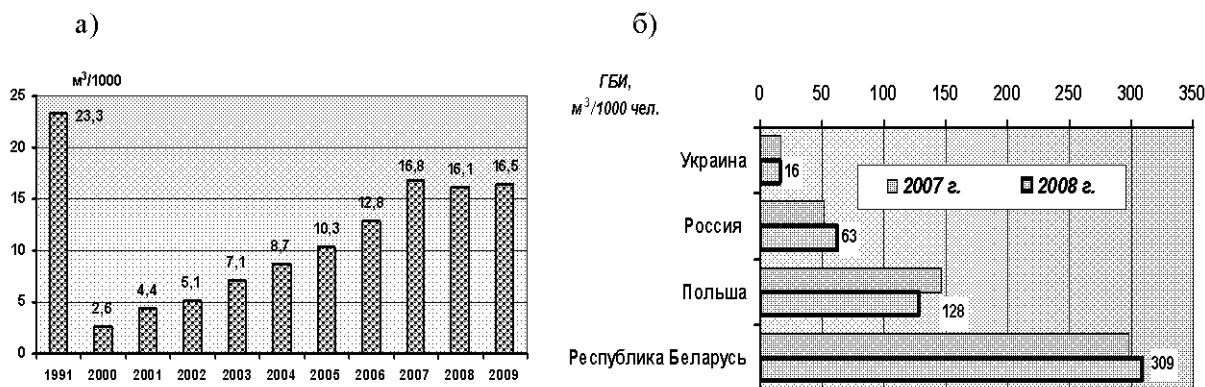


Рисунок 2 — Удельное производство ГБИ автоклавного твердения в Украине по годам (а) и удельное производство их в ближайших странах в 2007 и 2008 годах (б).

В 2009 году кризис затронул в целом и объемы производства стеновых материалов. Снижение шло на уровне до 40%. В основном это коснулось выпуска керамического и силикатного кирпича. Объем производства газобетонных изделий остался примерно на прежнем уровне (рис. 1). Это связано со следующим:

- для потребителей все-таки важны вопросы удельной стоимости единицы возводимой ограждающей стены и эксплуатационного энергосбережения возводимых зданий;
- введенные в предыдущие годы новые производства ГБИ с современными технологиями, в большей мере обеспечивают потребительский рынок качественными изделиями. На рынке появились новые производители, которые формируют дилерскую сеть на большей части Украины. Возникла определенная конкуренция между производителями газобетонных изделий, что улучшило качество и снизило их стоимость.

Увеличение объемов использования изделий обусловлено свойствами газобетона и простотой кладки стен, при гарантированном правильном их возведении. Обязательным условием является соединение изделий в стенах на растворах, с толщиной шва в 1-3 мм. Только такое возведение стен обеспечивает эффективное использование теплозащитных свойств газобетона, что порой нельзя отнести к нашим наружным стенам в возводимых зданиях. Несмотря на рекомендации ученых и специалистов, иногда, кладка изделий выполняется на обычном цементном или известковом растворе с толщиной шва в 12-15 мм, что, соответственно, повышает коэффициент теплопередачи ограждающих стен, примерно на 30-35%. Это есть не эффективное использование газобетонных изделий в ограждающих стенах и профанация строителями владельцев, эксплуатационников возводимых зданий.

На рис. 3 представлено долевое потребление газобетонных изделий в сегменте стеновых

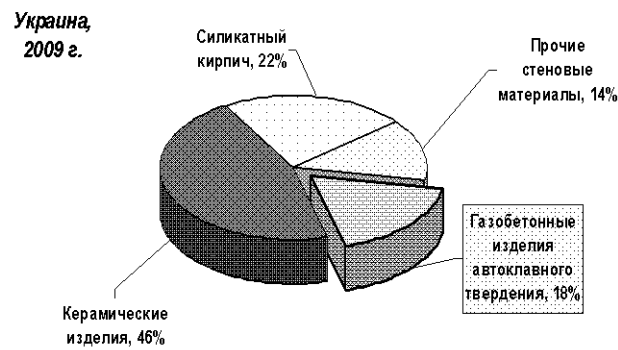


Рисунок 3 — Примерное долевое потребление стеновых материалов в 2009 г. в Украине.

материалов в строительстве за 2009 г. По сравнению с прошлыми годами использование газобетонных изделий возросло до 18 %.

Долевое производство ГБИ отечественными предприятиями в 2009 г. представлено на рис. 4. Суммарная производственная мощность предприятий (с учетом новых) достигла примерно 3 млн. м³/год. Это сможет обеспечить производство примерно 55...65 м³/1000 человек, что составляет начальный достаточный уровень использования газобетонных изделий [7-8]. При этом три новых высокопроизводительных завода сосредоточены в Киевской области. Тогда как в восточном и западном регионах страны нет заводов даже малой производительности. Особенно это касается западных областей Украины.

Основными производителями газобетонных изделий в 2009 г. стали следующие предприятия: ООО "АЭРОК-Обухов" и ООО "АЭРОК-Березань". Общая производительность предприятий "АЭРОК" в Украине теперь составляет 700 тыс. м³/год. Третьим крупным предприятием, которое обеспечивает строительство в г. Киеве качественными стеновыми изделиями является ООО "Ориентир-Будэлемент", (г. Бровары, Киевской обл.). Значительный объем изделий произвело ЧП "Будтехнология Н" (Харьковская обл.).

Впервые в Украине, в центральном регионе реализован проект, в котором заложены энергосберегающие решения, которые по уровню не уступают решениям в проектах зарубежных заводов, но при этом используется только украинское технологическое оборудование. Например, коэффициент загрузки отечественных автоклавов составляет 0,45, а коэффициент металлоемкости автоклавного оборудования около 1,0. Проект разрабатывала НИЛ ячеистых бетонов ПГАСА совместно с ЧП "ИНТеРБудМа". Проектом предполагается поэтапное освоение производительности завода [6-8].

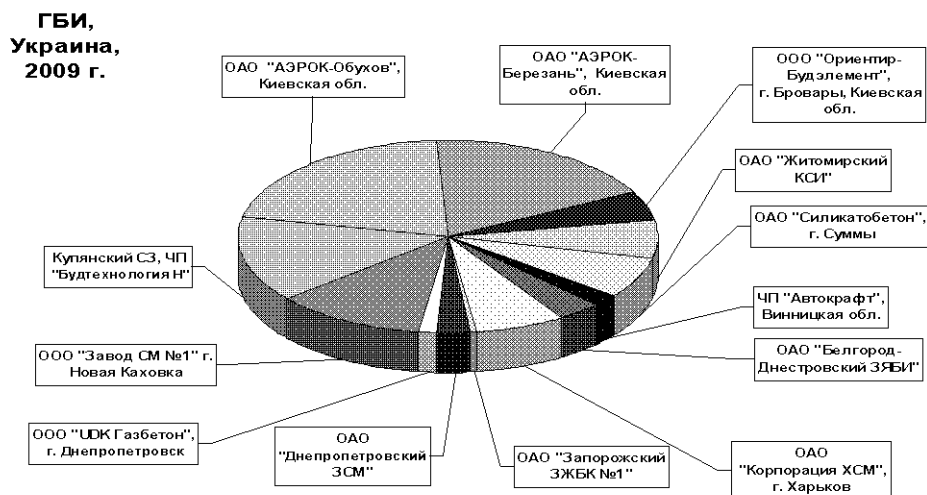


Рисунок 4 — Долевое производство газобетонных изделий предприятиями Украины в 2009 г.

Осенью прошлого года начало производственную апробацию технологического оборудования ООО "UDK Газбетон", г. Днепропетровск. На заводе установлено современное оборудование фирмы "Маза-Хенке". Годовая производительность газобетонных изделий — 300 тыс. м³. За последние месяцы прошлого года была изготовлена партия пробной продукции (5 тыс. м³), которая реализована в центральном регионе страны. В этом году планируется окончательная отладка технологии.

В южном регионе Украины в 2009 г. работала линия газобетонных изделий ООО "Завод строительных материалов", г. Новая Каховка (Херсонская обл.). Годовая проектная производительность данного завода составляет 440 тыс. м³. Причем, в проекте этого завода на одном из этапов освоения производительности намечается начать изготовление армированных газобетонных изделий.

Строительная корпорация "Консоль-бетон" (г. Симферополь, АР Крым) закончило поставку и монтаж оборудования фирмы "Хесс" на линии по производству газобетонных изделий. Таким образом, в скором времени в Украине возрастет доля производства газобетонных изделий точных размеров. Применение этих изделий позволяет возводить наружные термоэффективные стены с толщиной кладочного шва в 1-3 мм, что и обеспечивает эффективную и энергосберегающую эксплуатацию отапливаемых зданий и сооружений.

Таким образом, для увеличения объемов производства, эффективного развития отрасли автоклавного газобетона надо приложить еще много усилий, начиная с результативной работы Минрегстроя Украины, вклада научных работников, в том числе и в разработке нормативной документации, специалистов производителей и заканчивая действиями строителей на стройплощадках.

Производство ГБИ в Европейских странах. Абсолютным лидером по объему производства газобетонных изделий автоклавного твердения по итогам 2008 г. является Польша (рис. 5). В этой стране индустриальное производство ГБИ начато в 1951 г. и за последние годы среднегодовое производство находится на уровне 4,5 млн. м³ (рис. 6), что примерно составляет 120 м³/1000 человек в стране. В Польше наблюдается широкое использование ГБИ во всех видах строительства. В 2007 г. было произведено 5,55 млн. м³, а в 2008 г. — 4,9 млн. м³. На рис. 7 представлено долевое использование стеновых материалов в строительстве зданий, где автоклавные ГБИ занимают около 41%. Именно, наши соседи успешно и эффективно используют газобетонные изделия для возведения однослойных ограждающих стен в отапливаемых зданиях.

Республика Беларусь по объемам производства газобетонных изделий занимает второе место в Европе, а по удельному производству — первое (рис. 8). Такое значительное удельное производство газобетонных изделий взаимосвязано как с сохранными линиями и заводами по производству, так и с целенаправленным и последовательным развитием этой отрасли стройиндустрии в Республике Беларусь, что обеспечило реальную практику материало- и энергосбережения в строительстве [3, 9].

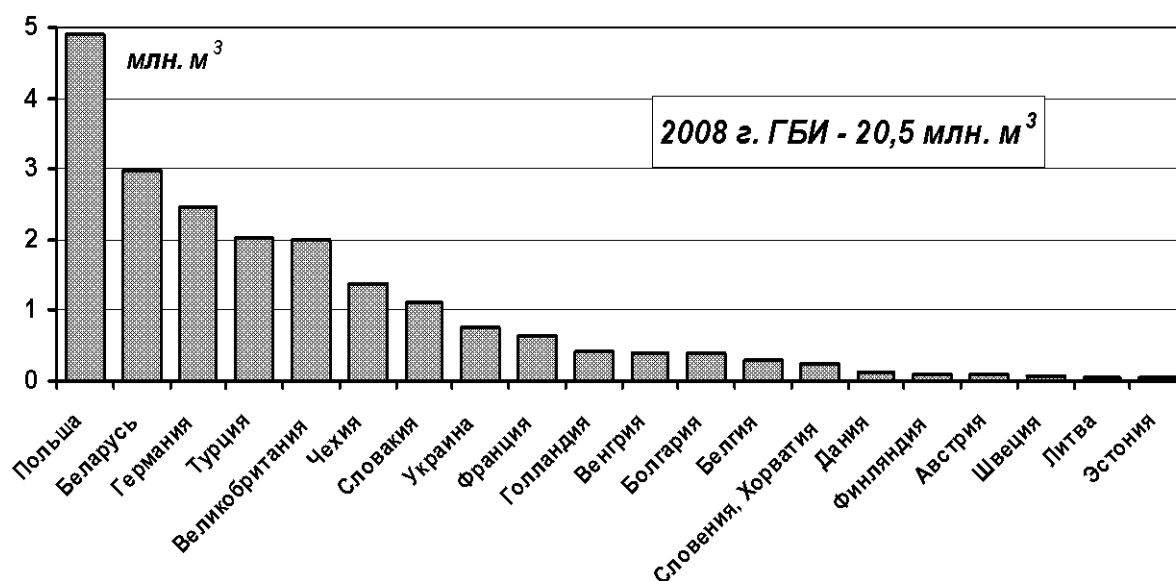


Рисунок 5 — Производство газобетонных изделий в основных европейских странах в 2008 г.

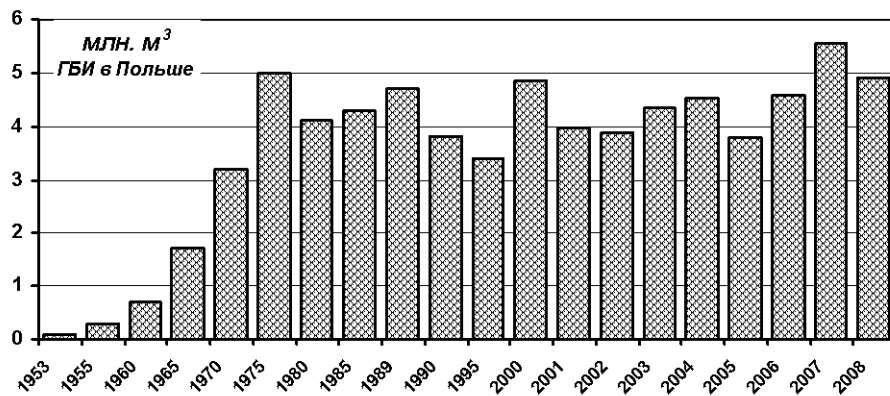


Рисунок 6 — Производство газобетонных изделий в Польше.



Рисунок 7 — Долевое использование стеновых материалов в строительстве зданий в Польше.

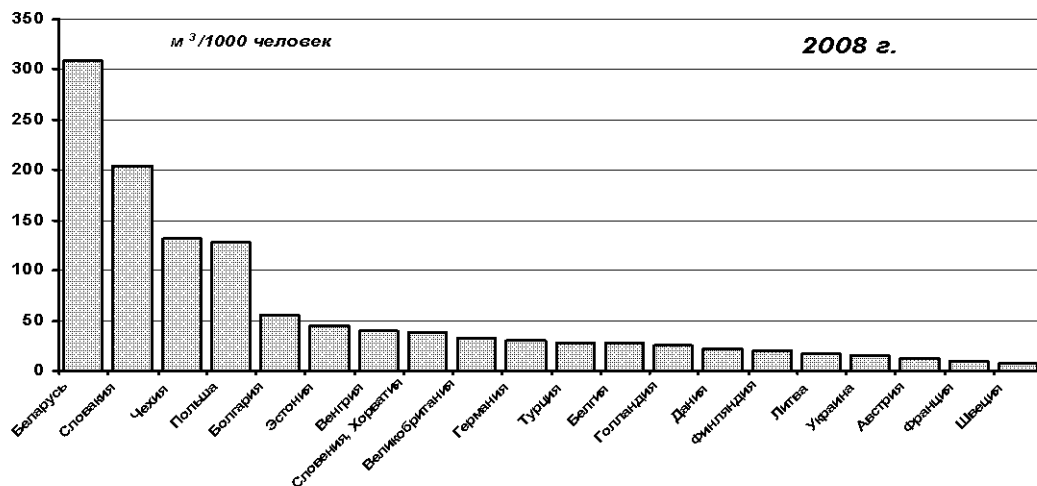


Рисунок 8 — Удельное производство газобетонных изделий автоклавного твердения в европейских странах в 2008 г.

За последние годы была выполнена реконструкция действующих предприятий с установкой нового формовочно-резательного оборудования и построено ряд новых линий и заводов, что в совокупности позволило довести производство ГБИ примерно до 3 млн. м³/год (рис. 9).

В России за последние годы производство ГБИ увеличивается примерно на 2 млн. м³/год (рис. 10). Интенсивный рост объемов производства газобетонных изделий наблюдается после 2000 г. Здесь построено ряд новых предприятий в Свердловской обл. и в Санкт-Петербурге, Ярославле, Воскресенске, Воронеже, Москве, Омске и других городах. В последние годы в России введено в эксплуатацию 24 завода и сейчас в разной степени готовности находится более 20 предприятий с

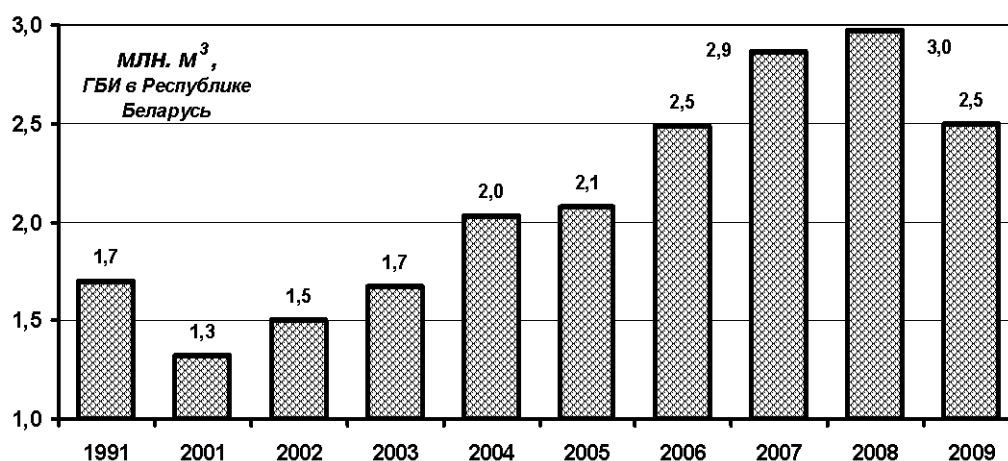


Рисунок 9 — Объемы производства газобетонных изделий в Республике Беларусь.

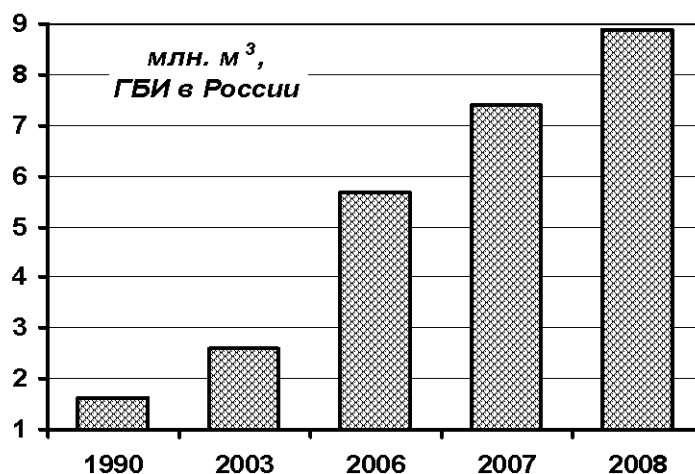


Рисунок 10 — Производство газобетонных изделий в России.

современной резательной технологией, которые собираются ввести в эксплуатацию в ближайшее время. В соответствии с этим планируется довести использование газобетонных изделий в качестве основного стенового материала в малоэтажном строительстве с 7% (2007 г.) до 33% в 2015 году. По мнению российских специалистов, в период до 2015 гг. развитие рынка ГБИ для малоэтажного строительства будет происходить за счет вытеснения кирпичных изделий. Так, по итогам 2007 года, доля кирпичных (и бетонных) зданий составляла 53% от общей площади возводимого жилья, а в 2010 году этот показатель должен снизиться до 20% и к 2015 году — до 2,6%. Введение новых заводов и наращивание объемов производства газобетонных изделий будет способствовать достижению среднего уровня удельного их производства (100 м³/1000 человек).

В ряде европейских стран сохраняется стабильное производство ГБИ автоклавного твердения (рис. 5, 6, 9). Использование этого материала в современном строительстве связано как с энергосбережением, так и с уменьшением материалоемкости и стоимости строительства отапливаемых жилых и промышленных зданий. В некоторых странах этот стеновой материал позволяет возводить эффективное жилье в жарких климатических условиях и с обеспечением сейсмической безопасности [10].

Таким образом, производство газобетонных изделий как эффективного стенового материала постоянно совершенствуется и развивается. В ряде европейских стран существует более полувековой опыт его использования в строительстве, что и подтверждает материало- и энергоэффективность данного вида ячеистого бетона. Использование такого опыта в нашей стране позволит снизить удельные затраты при изготовлении изделий, возведении и эксплуатацию отапливаемых зданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоклавный ячеистый бетон: Пер. с англ. Ред. совет: Г. Бове и др. — М.: Стройиздат, 1981. — 88 с.
2. Мартыненко В.А. Справочник специалиста лаборатории завода по производству газобетонных изделий / В.А. Мартыненко, Н.В. Морозова. — Днепропетровск: ПГАСА, 2009. — 302 с.
3. Производство ячеистобетонных изделий: теория и практика / Н.П. Сажнев [и др.]. — 3-е изд., доп. и перераб. — Минск: Стринко, 2010. — 464 с.
4. Паплавскис Я. Теплотехнические свойства стен из ячеистого бетона / Паплавскис Я., Новикс Ю. // Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве. Сб. науч. трудов. Вып. 2. — Днепропетровск: ПГАСА, 2005. — С. 193-195.
5. Мартыненко В.А. Радиационная безопасность строительных материалов, автоклавного газобетона / Мартыненко В.А. // Сб. труд. "Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве". Вып. 3. — Днепропетровск: ПГАСА, 2007. — С. 54-67.
6. Мартыненко В.А. Влияние технологических и энергетических параметров газобетонных изделий на энергозатраты при автоклавной обработке / Мартыненко В.А. Строительство, материаловедение, машиностроение: серия Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве: Сб. науч. трудов. Вып. 4. — Днепропетровск: ПГАСА, 2009. — С. 22-26.
7. Мартыненко В.А. Производство автоклавного газобетона в Украине / Мартыненко В.А. // Строительные материалы. — 2008. — №1. — С. 12-13.
8. Мартыненко В.А. Технология производства газобетонных изделий в Украине / Мартыненко В.А. // Бетон и железобетон в Украине. — 2009. — №2. — С. 2-17.
9. Голубева Т.Г., Малец В.М., Сажнев Н.П., Сажнев Н.Н. Производство и применение ячеистобетонных изделий автоклавного твердения в Республике Беларусь / [Голубева Т.Г., Малец В.М., Сажнев Н.П., Сажнев Н.Н.] // Сб. труд. 6-й Межд. научно-прак. конф. Минск: "Стринко", 2010. — С. 5-11.
10. Чалишер А.С. Опыт применения автоклавного бетона в Турции с учетом требований сейсмической безопасности / Чалишер А.С. // Строительство, материаловедение, машиностроение: серия Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве: Сб. науч. трудов. Вып. 4. — Днепропетровск: ПГАСА, 2009. — С. 350-352.

В. О. МАРТИНЕНКО

ВИРОБНИЦТВО ВИРОБІВ З ГАЗОБЕТОНУ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДНЕННЯ В УКРАЇНІ ТА В ЄВРОПЕЙСЬКИХ КРАЇНАХ

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

Виробництво газобетонних виробів як ефективного стінового матеріалу постійно удосконалюється й розвивається. В ряді європейських країн існує понад п'ятдесятирічний досвід його використання в будівництві, що підтверджує матеріало- і енергоефективність даного виду ніздрюватого бетону. Використання такого досвіду в нашій країні дозволить знизити питомі витрати при виготовленні виробів, зведенні й експлуатації опалювальних будівель. В статті проаналізовано стан цієї галузі та відомості щодо обсягів виробництва газобетонних виробів автоклавного твердження в Україні за 2009 р. Характерною відмінністю останнього року стало незначне зростання їх виробництва і введення в експлуатацію нових заводів. Відмічено, що питоме виробництво газобетонних виробів в Україні значно поступається у порівнянні з Республікою Беларусь, Польщі й Росії. Приведено загальні й питомі дані виробництва газобетонних виробів автоклавного твердження в основних європейських країнах за 2008 р.

стіновий матеріал, газобетонні вироби, енергозбереження, автоклавне твердження

V. O. MARTYNNENKO

WARES MANUFACTURING OF AERATED CONCRETE OF AUTOCLAVE
HARDENING IN UKRAINE AND IN THE EUROPEAN COUNTRIES

Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture

Production of aerated concrete wares as an effective wall material constantly has being perfected and developed. In a number of the European countries there is more than semi-centennial experience of its using in building that confirms material- and energy effectiveness of this type of cellular concrete. Such experience using in our country allow to reduce specific expenses while wares, producing erection and exploitation of the heated buildings. In the article the state of this branch and data of production capacity of aerated concrete wares the autoclave hardening volumes of Ukraine after 2009 are analyzed. A characteristic feature of the last year was small increase of their production and introduction to exploitation of new factories. It is marked that the specific production of aerated concrete units in Ukraine considerably falls behind from Republic Byelorussia, Poland and Russia. These general and specific productions of aerated concrete units of the autoclave hardening are resulted in the basic European countries after 2008.

wall material, aerated concrete units, energy-savings, autoclave hardening

Мартыненко Володимир Олександрович — кандидат технічних наук, доцент кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: технологія ніздрюватих бетонів, автоклавного газобетону.

Мартыненко Владимир Александрович — кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций Приднeпровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: технология ячеистого бетона, автоклавного газобетона.

Martynenko Volodymyr Olexandrovych — PhD, assistant professor of "Technologies Building Materials Products and Constructions" Chair of Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technology of aerated concrete, autoclaved aerated concrete.

УДК 691.34; 535.65

С. В. ОКСАК, М. О. СВИНАРЬОВ

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ВІЗУАЛЬНИХ ЯКОСТЕЙ КОЛЬОРОВОГО ТЕРМОПЛАСТБЕТОНУ ДЛЯ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ

Розглянуто методи оцінки кольорових покриттів, а саме: стандартний показник різниці кольорів ΔE , який постійно удосконалюється Міжнародною комісією з освітлення (1976, 1994, 2000 р.). За формулою 2000 року, яка є найбільш досконалою, виконано порівняння кольорів поверхні термопластбетонів на різних в'язучих: бітум БНД 60/90, гудрон, полімернафтове в'язуче, а також тих, хто відрізняються мінеральними матеріалами — з відсіву червоного граніту (бетон червоного кольору), відсів міделиварних шлаків зеленого кольору (бетон зеленого кольору). Для забарвлювання кольору матриці асфальтобетону використані залізоокисні пігменти червоного та зеленого кольорів. За допомогою кольорового сканеру визначені колірні координати та величини різниці кольору ΔE_{2000} кольорових термопластбетонів, що відрізняються видом в'язучого, видом і кількістю пігменту в бетоні. Встановлено, що на основі традиційного бітуму неможливо отримати кольоровий бетон яскравого кольору, навіть із значним вмістом пігменту. Використання для цієї мети полімернафтового в'язучого, яке є більш прозорим, дозволяє отримати бетони такого ж яскравого забарвлення, як і кольорового асфальтобетону в розвинених європейських країнах.

кольоровий термопластбетон, колірний простір RGB, колірний простір Lab, колірна різниця ΔE

Вступ. У зв'язку із збільшенням обсягів улаштування кольорових покриттів та різних видів кольорової розмітки на автомобільних дорогах України, виникає необхідність контролю якості не тільки фізико-механічних властивостей, але й стабільності кольору на різних стадіях експлуатації цих матеріалів.

Аналіз публікацій. Існує два основних способи оцінки кольору покриття: спектрофотометричний та колориметричний. Перший метод точніший, але менш поширений, так як потребує складних розрахунків та дорогого обладнання і частіше застосовується для атестації еталонів кольору. Другий метод ґрунтується на безпосередньому визначенні колориметром координат кольору, завдяки вбудованим фотоелементам, які генерують токи пропорційні кольоровим координатам при потраплянні на них світла [1]. Також відомі методи оцінки кольорової поверхні на основі цифрових приладів. Так в [2, 3] за допомогою цифрового фотоапарату та комп'ютерної програми, яка дозволяє визначити середні координати зображення RGB, розраховувалися при використанні еталону (міри) координати кольоровості x, y.

При оцінці кольорового покриття необхідно порівняти два кольори і чисельно визначити їх кольорову різницю. Це можливо за допомогою стандартного показника різниці кольорів ΔE [4], який визначається як різниця між двома кольорами в одному з рівноконтрастних (однорідних) колірних просторів, а саме в просторі Lab. Якщо використовувати для цієї цілі координати кольору в просторі XYZ, то показник ΔE буде містити похибку через нерівномірність останнього [5]. Фізична суть ΔE — це відстань між двома точками в системі координат, одна з яких є точкою еталонном, тобто чим більша ΔE , тим більша відстань між кольорами, тим сильніше вони відрізняються один від одного. Формули для підрахунку різниці кольорів ΔE постійно удосконалювалися в МКО (Міжнародна комісія по освітленню), так у 1976 році запропонована наступна формула [4]:

$$\Delta E_{1976} = \left[(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 + (\Delta L)^2 \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (1)$$

Ця залежність дозволяла досить просто підрахувати різницю в кольорі між двома зразками, однак
© С. В. Оксак, М. О. Свилярьов, 2010

при оцінці двох зразків, що значно відрізняються між собою, завищувалась фактична величина відмінності між ними. Тому в 1994 році МКО була затверджена наступна удосконалена формула визначення ΔE [5]:

$$\Delta E_{1994} = \left[\left(\frac{\Delta L}{K_L \cdot S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C}{K_C \cdot S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{K_H \cdot S_H} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (2)$$

Ця формула окрім різниці колірних координат L, а та b колірного простору Lab також враховує різницю між координатами кольоровості H° та насиченості C* колірного простору.

В 2000 році МКО знов уточнює формулу визначення ΔE [6]:

$$\Delta E_{2000} = \left[\left(\frac{\Delta L}{K_L \cdot S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C}{K_C \cdot S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{K_H \cdot S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C}{K_C \cdot S_C} \right) \cdot \left(\frac{\Delta H}{K_H \cdot S_H} \right) \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (3)$$

Надалі ΔE буде розраховуватись за формулою 2000 року як найбільш досконалою.

Мета роботи. Порівняти колір поверхні термопластбетонів на різних в'язучих: бітум БНД 60/90, нафтова сировина (гудрон) та полімернафтове в'язуче, для яких в якості кам'яних матеріалів використовувались відсів червоного граніту (для бетону червоного кольору), відсів мідеплавильних шлаків зеленого кольору (для бетону зеленого кольору) та вапняковий мінеральний порошок. Для надання бетонам кольору використовувались мінеральні залізоокисні пігменти червоного та зеленого кольорів. Виготовлені зразки термопластбетонів типу Г містили однакову кількість в'язучого, кількість пігменту змінювалася від 2 до 10%. Пігмент вводився за рахунок мінерального порошку.

Експериментальні дані. Для одержання зображення зразків використовувався кольоровий сканер, сканування поверхні здійснювалося при виключенні впливу зовнішнього освітлення. За допомогою програми визначалися середні значення R, G, B, після чого проводились подальші розрахунки (табл. 1). В якості еталону кольору використовувався пігмент, на основі якого вироблявся термопластбетон. Якщо необхідно порівняти два пігменти однакового кольору і визначити який з цих пігментів більш яскравий, можливо в якості еталону використати "ідеальний колір", тобто найяскравіший колір, який можливо відобразити за допомогою RGB. Координати "ідеального червоного" будуть дорівнювати (255, 0, 0), зеленого (0, 255, 0), синього (0, 0, 255), жовтого (255, 255, 0), білого (255, 255, 255). Було порівняно два пігменти червоного кольору виробництва України та Китаю. Різниця ΔE китайського пігменту від "ідеального кольору" склала 14,45 одиниць, тоді як для українського пігменту – 27,84 одиниці. Отже, на основі отриманих даних пігмент українського виробництва в два рази тьмяніший за китайський.

Виконані дослідження показують, що найбільшу різницю кольору на всіх пігментах мають бетони на основі традиційного бітуму, а найменшу – на основі полімернафтового в'язучого, що погоджується з даними, отриманими в [7] за пропусканням світла крізь розчини різних в'язучих. Тобто, чим більша прозорість самого в'язучого, тим краще забарвлення (менша різниця кольору) має кольоровий бетон на його основі.

Збільшення кількості пігменту дещо зменшує різницю кольору. Так, для бетону на основі бітуму, збільшення кількості червоного українського пігменту з 2 до 10% зменшує різницю кольору з 22,486 одиниць до 14,030, а китайського з 30,476 до 22,854, на основі гудрону на українському пігменті з 17,903 до 13,929, а китайському з 24,779 до 20,893. Така особливість взаємодії бітумів з пігментом була використана вперше в [8], коли червоний асфальтобетон було виготовлено за рахунок додавання в суміш 30% залізоокисного червоного пігменту.

Збільшення кількості пігменту понад 2% у бетоні на основі полімернафтового в'язучого практично не змінює різницю кольору, що погоджується з виконаною візуальною оцінкою кольору бетону в [9], де відмічено, що збільшення кількості пігменту понад 2% не призводить до покращення кольору.

Якщо перерахувати ΔE асфальтобетонів, наприклад, з максимальним вмістом китайського пігменту відносно координат українського пігменту і порівняти їх з асфальтобетонами з максимальним вмістом того ж українського пігменту, можна встановити, що асфальтобетон з 10% українського пігменту відрізняється від кольору еталону на 14,030 одиниці, тоді як асфальтобетон із вмістом 10 % китайського пігменту на 12,768 одиниці, асфальтобетон на гудроні з вмістом 10% українського пігменту

Таблиця 1 — Результати визначення колірних координат та величини різниці кольору ΔE_{2000}

№ п/п	Вид в'язучого, вид та кількість пігменту в бетоні	Основні кольори RGB			Координати XYZ			Координати Lab			Різниця кольору ΔE ₂₀₀₀
		R	G	B	X	Y	Z	L	a	b	
Червоний пігмент (Україна)		114	31	22	7,574	4,615	1,251	25,609	35,813	26,614	—
1	Б+ЧПУ-2	43	37	31	1,905	1,936	1,569	15,146	1,572	5,025	22,486
2	Б+ЧПУ-4	56	39	33	2,631	2,402	1,764	17,468	6,992	7,098	17,250
3	Б+ЧПУ-10	68	43	36	3,566	3,084	2,076	30,378	10,589	9,286	14,030
4	Г+ЧПУ-2	58	43	34	2,898	2,743	1,890	18,983	5,407	8,530	17,903
5	Г+ЧПУ-4	61	39	31	2,897	2,542	1,634	18,108	9,174	9,472	15,292
6	Г+ЧПУ-10	69	44	36	3,673	3,194	2,092	20,804	10,409	9,889	13,929
7	П+ЧПУ-2	100	45	36	6,512	4,713	2,236	25,902	23,985	17,480	5,620
8	П+ЧПУ-4	103	48	36	6,969	5,125	2,291	27,088	23,550	19,075	5,573
Червоний пігмент (Китай)		178	47	16	19,470	11,535	1,691	40,468	51,349	47,464	—
9	Б+ЧПК-2	48	40	32	2,238	2,250	1,683	16,749	2,159	6,645	30,476
10	Б+ЧПК-4	62	41	33	3,054	2,720	1,803	18,885	8,592	9,171	26,143
11	Б+ЧПК-10	76	48	37	4,371	3,784	2,250	22,944	11,279	12,260	22,854
12	Г+ЧПК-2	67	43	32	3,439	3,025	1,769	20,145	9,582	11,663	24,779
13	Г+ЧПК-4	75	45	31	4,087	3,472	1,751	21,841	12,066	14,762	22,659
14	Г+ЧПК-10	83	47	35	4,887	3,993	2,103	23,650	15,024	14,698	20,893
15	П+ЧПК-2	128	55	40	10,651	7,475	2,889	32,864	30,438	24,597	11,189
16	П+ЧПК-4	129	51	38	10,587	7,175	2,661	32,201	32,809	25,069	11,167
Зелений пігмент (Китай)		56	150	27	12,735	22,733	4,754	54,796	-49,301	51,639	—
17	Б+ЗПК-2	44	60	52	3,274	4,015	3,851	23,721	-8,520	2,834	35,649
18	Б+ЗПК-4	45	64	51	3,513	4,464	3,808	25,149	-10,811	5,539	33,627
19	Б+ЗПК-10	47	70	50	3,938	5,215	3,817	27,339	-13,787	9,268	30,897
20	Г+ЗПК-2	47	66	49	3,675	4,723	3,624	25,929	-11,657	7,960	32,371
21	Г+ЗПК-4	49	72	50	4,160	5,518	3,863	28,162	-14,152	10,421	30,074
22	Г+ЗПК-10	50	78	47	4,553	6,332	3,672	30,235	-17,703	15,102	27,256
23	П+ЗПК-2	64	111	54	8,465	12,725	5,500	42,346	-28,207	26,665	15,566
24	П+ЗПК-4	59	111	52	8,108	12,547	5,243	42,072	-30,207	27,361	15,440

Примітка: Б — бітум, Г — гудрон, П — полімернафтове в'язуче, ЧПУ — червоний пігмент (Україна), ЧПК — червоний пігмент (Китай), ЗПК — зелений пігмент (Китай)

відрізняється на 13,929, тоді як асфальтобетон із вмістом 10% китайського пігменту на 10,239, термопластбетон на основі комплексного в'язучого з 4% українського пігменту на 5,573, з вмістом 4% китайського пігменту на 5,175. Кольорову різницю між пігментами на комплексному в'язучому можливо пояснити тим, що координата яскравості зразка L вища, ніж координата еталону українського пігменту, і, якщо ΔE перерахувати відносно координат "ідеального червоного кольору", який має координати в системі Lab L=53,23; a=80,15; b=67,24, можна встановити, що термопластбетон на основі комплексного в'язучого з 4% українського пігменту має ΔE , що дорівнює 29,5, а з вмістом 4% китайського пігменту — 24,32. Аналогічні результати отримані і для бетонів на основі зеленого пігменту.

Висновки. Результати досліджень підтверджують існуючі твердження, що на основі традиційного бітуму неможливо отримати кольоровий бетон яскравого кольору, навіть, із значним вмістом пігменту. Використання для цієї цілі полімернафтового в'язучого, яке є більш прозорим, дозволяє отримати бетон такого ж яскравого забарвлення, як у кольорових асфальтобетонів в розвинутих європейських країнах.

Запропонований метод може використовуватись при визначенні складу кольорових бетонів як в лабораторних умовах, так і для контролю побудованих асфальтобетонних покриттів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шашлов Б.А. Цвет и цветовоспроизведение. / Б.А. Шашлов. — М.: Мир книги, 1995. — 316 с.
2. Купко А.Д. Контроль цвета источников света цифровым фотоаппаратом / А.Д. Купко, М.В. Волошин // Світло люкс. — 2007. — № 6. — С. 62-65.
3. Купко О. Д. Метод оперативного контролю відповідності кольору знаків державним стандартам / О.Д. Купко, О.В. Полярус // Автомобільні дороги. — 2008. — № 4. — С. 40-44.
4. Джадд Д. Цвет в науке и технике. / Д. Джадд, Г.М. Вышецки. — Издательство "Мир", 1978. — 577 с.
5. Домасев М. В. Цвет. Управление цветом, цветовые расчеты и измерения / М.В. Домасев, С.П. Гнатюк // СПб.: Питер, издательский дом, 2009. — 224 с.
6. M.R. Luo. The development of the CIE 2000 colour-difference formula: CIEDE2000 / M.R. Luo, G. Cui, and B. Rigg // Color Research & Application. — 2001. — Vol. 26. — P. 340-350.
7. Маляр В.В. Оценка прозрачности вяжущих для цветных органометаллов / В.В. Маляр, С.В. Оксак, В.А. Золотарев // Вестник ХНАДУ. — 2005. — Вып. 30. — С. 201-202.
8. Коржуев А.С. Дисперсные битумы / А.С. Коржуев. — М: Гостеогеологиздат, 1951. — 210 с.
9. Оксак С.В. Свойства цветных дорожных бетонов на термопластичном вяжущем / С.В. Оксак // Вестник ХНАДУ. — 2008. — Вып. 40. — С. 96-98.

С. В. ОКСАК, М. А. СВИНАРЕВ

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВИЗУАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ЦВЕТНОГО ТЕРМОПЛАСТБЕТОНА ДЛЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Рассмотрены методы оценки цветных покрытий, а именно: стандартный показатель разницы цветов ΔE , который постоянно совершенствуется Международной комиссией по цветовой гамме (1976, 1994, 2000 г.). По формуле 2000 года, которая является наиболее совершенной, выполнено сравнение цветов поверхностей термопластбетонных на разных вяжущих: битум БНД 60/90, гудрон, полимернефтяное вяжущее, а также различных минеральных материалов — отсев красного гранита (бетон красного цвета), отсев медеплавильных шлаков зеленого цвета (бетон зеленого цвета). Для окрашивания матрицы асфальтобетона использованы железистые оксидные пигменты красного и зеленого цветов. С помощью цветного сканера определены цветовые координаты и величины разницы цвета E_{2000} цветных термопластбетонных, которые отличаются видом вяжущего, видом и количеством пигмента в бетоне. Установлено, что на основе традиционного битума невозможно получить цветной бетон яркого цвета, даже со значительным содержанием пигмента. Использование для этой цели полимернефтяного вяжущего, которое является прозрачным, позволяет получить бетоны такого же яркого цвета, как и цветных асфальтобетонных в развитых европейских странах.

цветной термопластбетон, цветовое пространство RGB, цветовое пространство Lab, цветовая разность ΔE

S. V. OKSAK, M. O. SVYNAROV

TECHNIQUE OF THE ESTIMATION OF VISUAL PROPERTIES OF COLOURED THERMOPLASTIC CONCRETE FOR THE ROAD COVERING

Kharkov National Automobile-Road University

The methods of estimation of the coloured coverage are considered, namely: standard index of difference of colours ΔE , which was constantly perfected by the International commission on the lightness (1976, 1994, 2000 g.). As for the formula of 2000, which is most perfect, colours comparison of thermoplasticconcretes surface has been carried out on different bindings: bitumen of BND 60/90, petroleum tar, polymer oil astringent, and also by mineral materials out of sifting of red granite (concrete of red colour), sifting of copper-melting slags of green colour (concrete of green colour). To give the colour for matrix of bituminous concrete iron oxide pigments of red and green colours were used. With the help of coloured scanner coloured co-ordinates and values of different colour of E_{2000} have been determined coloured thermal layer of concretes, which differ with the type of astringent, kind and amount of pigment in concrete. It is established that on the basis of traditional bitumen it is impossible to get the coloured concrete of bright colour, even with considerable composition of pigment. Using polymer oil astringent, for this purpose allows to get the concretes of the same bright colour, as the coloured bituminous concretes in the developed European countries.

coloured thermoplasticconcrete, color space of RGB, colour space of Lab, colour difference ΔE

Оксак Сергій Володимирович — кандидат технічних наук, асистент кафедри технології дорожньо-будівельних матеріалів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. Наукові інтереси: кольорові органобетони, енергозощаджуючі технології при виробництві асфальтобетону.

Свинарьов Максим Олександрович — аспірант кафедри технології дорожньо-будівельних матеріалів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. Наукові інтереси: кольорові органобетони, енергозощаджуючі технології при виробництві асфальтобетону, антиадгезійні добавки.

Оксак Сергей Владимирович — кандидат технических наук, ассистент кафедры технологии дорожно-строительных материалов Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. Научные интересы: цветные органобетоны, энергосберегающие технологии при производстве асфальтобетона.

Свинарев Максим Александрович — аспирант кафедры технологии дорожно-строительных материалов Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. Научные интересы: цветные органобетоны, энергосберегающие технологии при производстве асфальтобетона, антиадгезионные добавки.

Oksak Sergey Volodymyrovych — PhD, an assistant of "Road-Building Materials Technology" Chair of Kharkov National Automobile-Road University. Scientific interests: coloured concretes on organic Concretes, power saving technologies of asphalt concrete.

Svynarov Maxim Olexandrovych — the post-graduate student of "Road-Building Materials Technology" Chair of Kharkov National Automobile-Road University. Scientific interests: coloured concretes on organic Concretes, power saving technologies of asphalt concrete, antiadhesion additives.

УДК 666.031

Є. М. ПЕТРИКОВА, Н. О. АМЕЛІНА, А. А. МАЙСТРЕНКО, В. В. ПАВЛЮК
Київський національний університет будівництва і архітектури

ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ БЛАГОУСТРОЮ

Основними сферами застосування бруківки, незалежно від способу виробництва є: автомобільні дороги загального призначення і промислові дороги; вулиці житлових масивів; пішохідні зони і міські площі; смуги для легкового автомобільного транспорту; майданчики заправних станцій, території відпочинку; промислові території, перони; в'їзні поверхні дворів, місця стоянок легкового автотранспорту; укріплення берегів та схилів. Розглянуті можливі способи виробництва фігурних елементів мостіння. Наведено переваги, недоліки та особливості використання найбільш розповсюджених на території України способів виробництва тротуарної плитки - вібролиття і вібропресування. Одним з основних критеріїв вибору того чи іншого способу виробництва є потужність підприємств.

фігурні елементи мостіння, вібролиття, вібропресування, пластикові форми, вібропрес

Вступ. Благоустрій тротуарів, місць паркування автомобілів, садово-паркових доріжок, дитячих майданчиків тощо має велике значення для кожного міста. Тротуарна плитка надає завершеного і доглянутого вигляду будь-якій території, а також суттєво підвищує комфортність переміщення. Застосування сучасних матеріалів запобігає ерозії ґрунту та значно зменшує кількість пилу. Фігурні елементи мостіння з кожним роком набувають все більшої популярності як серед професіональних будівельників, так і серед приватних осіб, яким потрібно естетично та якісно оформити будь-яку ділянку.

Секрет популярності бетонної бруківки не лише в привабливому зовнішньому вигляді, але і у високих експлуатаційних характеристиках: міцності при стиску, зносостійкості і морозостійкості. Основним критерієм довговічності плитки є її низьке водопоглинання, яке повинно бути не більше 5%. При цьому водопоглинанні морозостійкість складає F150, що відповідає 10-15 рокам експлуатації в умовах клімату України. При водопоглинанні 2%, морозостійкість — F300, що відповідає 20 рокам і більше.

Бруківку виготовляють одношаровою та двошаровою з бетону щільної структури. Двошарова бруківка складається з нижнього несучого бетонного шару і верхнього (декоративного) морозостійкого шару. На сьогодні в Україні застосовують переважно дві технології формування тротуарної плитки - вібролиття та вібропресування.

Виготовлення тротуарної плитки методом вібролиття

Тротуарна плитка, виготовлена методом лиття, має гладку поверхню чи певний рельєф (рис. 1). При виготовленні використовують рухливі бетонні суміші з достатньо високим вмістом цементу, модифікаторами і пластифікаторами, які забезпечують необхідну морозостійкість. Метод вібролиття реалізується шляхом вібрування бетонної суміші в формі на вібростолі.

Ця технологія з'явилася в нашій країні в середині 90-х років минулого століття. Для формування плитки використовують пластикові (полімерні) форми з глянцевою робочою поверхнею (рис. 2). Полімерний матеріал форм вибраний тому, що має мінімальну адгезію до бетону, і це покращує процес розпалублення. Вироби формують "лицем" донизу.

Технологічний процес виготовлення виробів методом вібролиття починається з виготовлення бетонних сумішей з пігментом і без нього. Для цього передбачено два бетонозмішувача: перший — для звичайної бетонної суміші і другий — для бетонної суміші з пігментом. Після розкладання форм

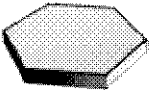
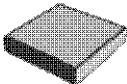
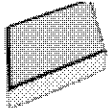
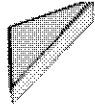
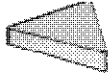
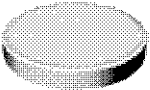


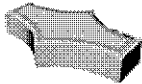
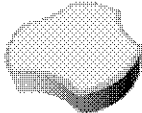



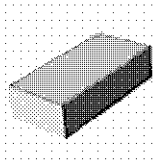
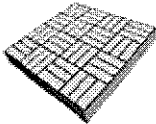
Серія "Мозайка"					
Найменування	Шестигранник	Квадрат	Ромб	Трикутник РБ	Трикутник РС
Висота	60 мм	60 мм	60 мм	60 мм	60 мм
Поверхня	візерунок	візерунок	візерунок	візерунок	візерунок
Кіл-сть в кв.м.	12	31	36	72	72
Серія "Серпантин"					
Найменування	Коло	Сегмент	Хрест	Ромб	Луска
Висота	45 мм	45 мм	45 мм	45 мм	60 мм
Поверхня	візерунок	візерунок	візерунок	візерунок	гладка
Кіл-сть в кв.м.	24	30	21	73	38
					
Найменування	Конюшина	Хвиля	Соти	Цеглина	Плита
Висота	60 мм	60 мм	60 мм	60/80 мм	35 мм
Поверхня	гладка рельєфна	гладка шагренєва	гладка	гладка шагренєва	300 x 300 мм візерунок гладка
Кіл-сть в кв.м.	28	43	36	50	11

Рисунок 1 — Загальний вигляд тротуарної плитки, виготовленої методом лиття.

на вібростолі в них укладають кольоровий шар бетону товщиною 10-20 мм і здійснюють ущільнення суміші протягом 5-10 с. Потім в форму до країв укладають бетонну суміш без пігменту, яку ущільнюють ще 5-10 с.

Залишки бетону зрізують металевим кутиком дуже обережно, щоб не пошкодити полімерну форму. Після цього форми знімають з вібростолу і укладають на піддони шарами, перекладаючи листовим матеріалом (прес-картоном, пластиком, жерстю) в 10 шарів. Піддон накривають плівкою. Природне тверднення бетону відбувається протягом 1+2 діб, через те, що термообробка полімерних форм виключена.

Розпалублення складається з декількох операцій, а саме: встановлення вібророзпалублюючої машини біля піддонів з затверділим бетоном; розміщення форм в ванні з гарячою водою (60-70° С) рядами; розпалублення і виймання виробів з форм. Після цього вироби складаються в транспортні пакети і подають на склад.

Описану вище технологічну лінію можна розмістити на площі 100 м², за зміну вона дозволяє отримати від 40 до 500 м² плитки. Обслуговує лінію 7 робітників за зміну.

Виготовлення виробів методом вібропресування

Методом вібропресування напівсухих сумішей виготовляють не тільки фігурні елементи мостіння різної конфігурації (висотою від 40 до 250 мм), а також елементи ландшафтної архітектури (ЕЛА) поребрик тротуарний і дорожній бордюр; стінові блоки і інші бетонні вироби.

Загальний вигляд виробів, що виготовляють за цією технологією, наведений на рис. 3. Вібропресована тротуарна плитка має шорстку поверхню, і це робить її зручною для мостіння міських

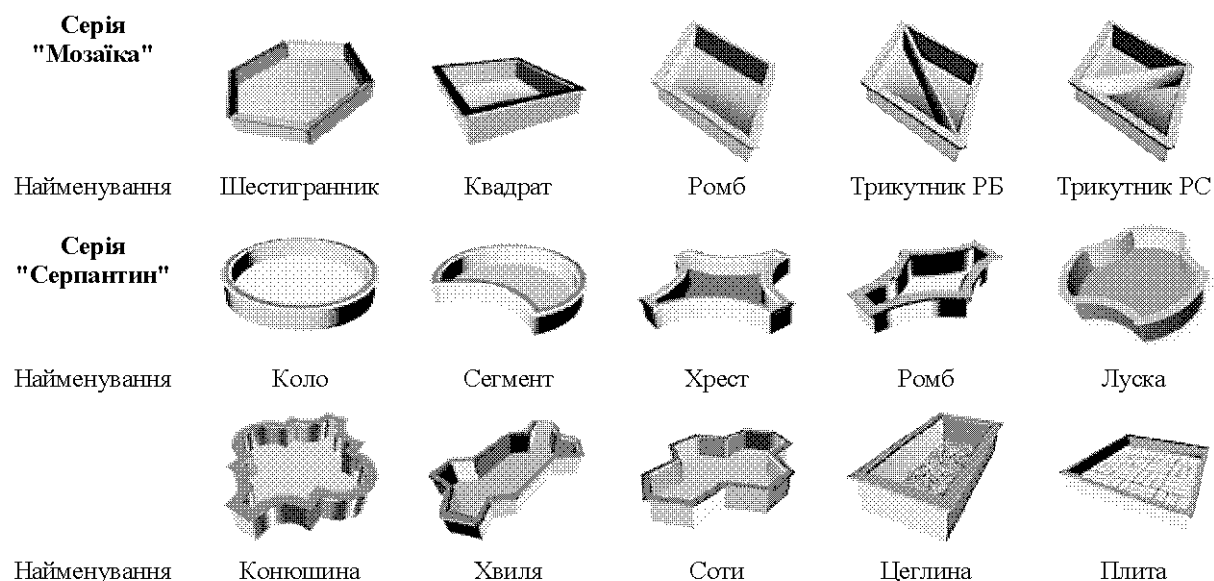


Рисунок 2 — Форми для виготовлення ФЕМ методом вібролиття.

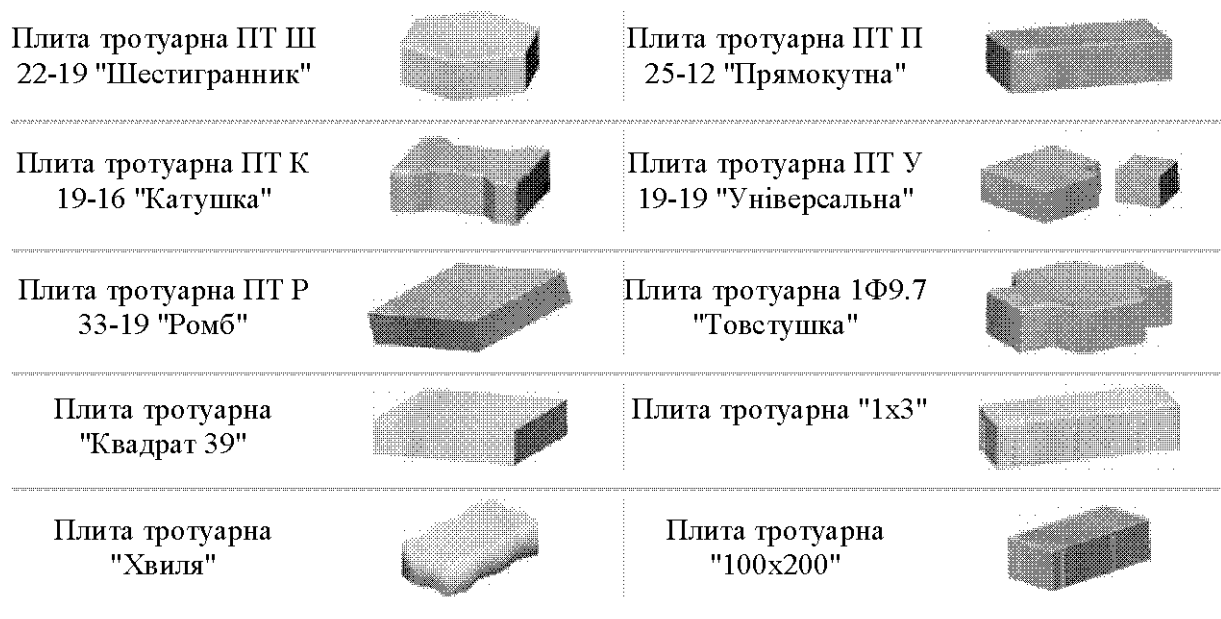


Рисунок 3 — Загальний вигляд деяких вібропресованих виробів.

територій, смуг розгону і гальмування транспорту (зупинок), складів, терміналів. Бетон, що використовується при вібропресуванні, має низьке В/Ц, що забезпечує високу міцність (М400-М500) і морозостійкість (F 250-300).

Основна маса тротуарної плитки в нашій країні виготовляється саме методом напівсухого пресування. При цьому способі ущільнення бетонної суміші відбувається під одночасною дією тиску і вібрації.

В залежності від конструкції вібропресу (рис. 4) вироби можна виготовляти з фактурним шаром чи без нього, і виробництво може бути організовано за стендовою, агрегатною або конвеєрною технологіями. Вироби формують "лицем догори".

Для *стендової технології* використовують пересувні вібропреси (рис. 4 г), при цьому вироби укладаються на ґрунтову або спеціально підготовлену основу і тверднуть вони в природних умовах.

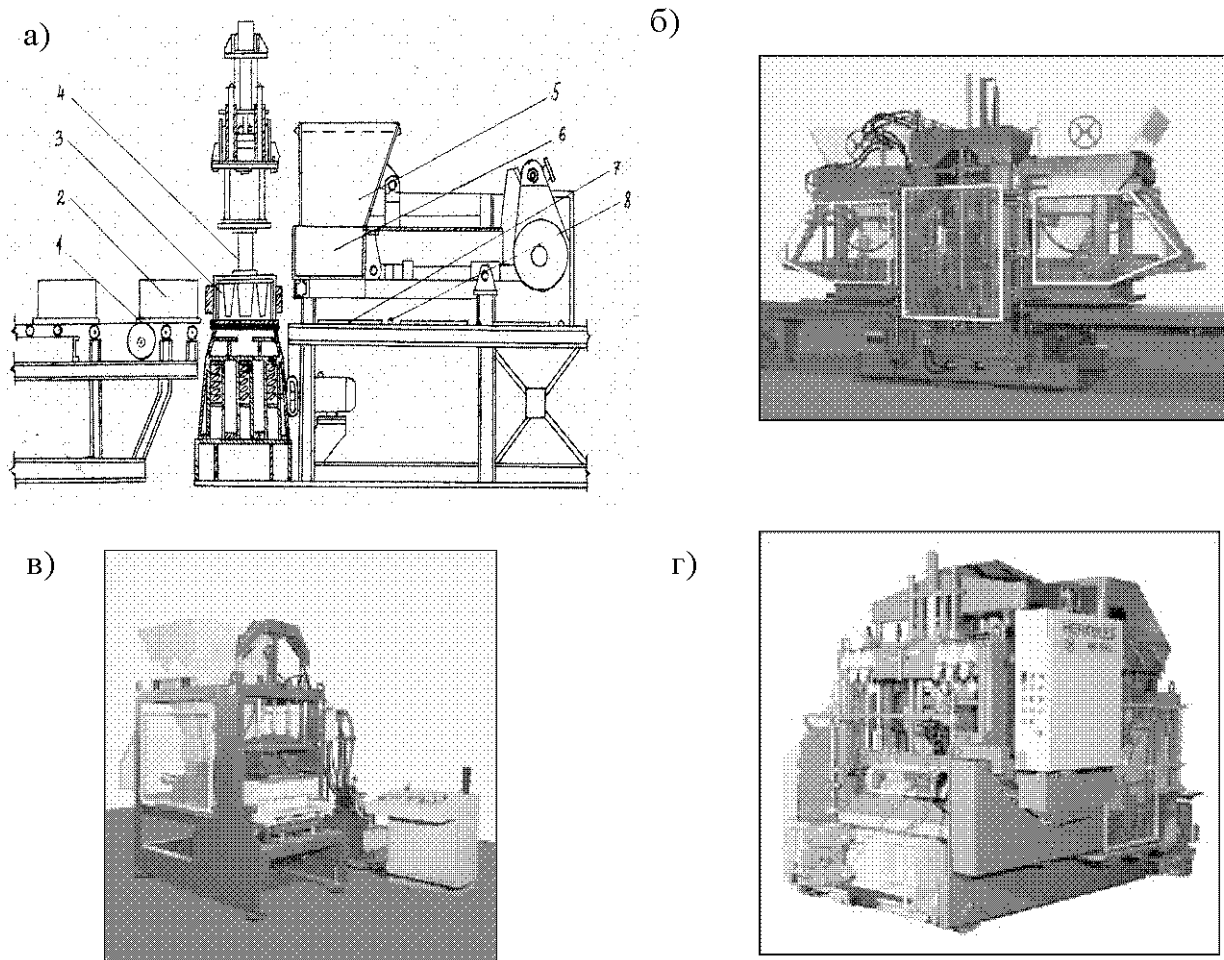


Рисунок 4 — Вібропресове обладнання: а — принципова схема вібропресу; б — двобункерний стаціонарний вібропрес; в — стаціонарний вібропрес; г — пересувний вібропрес; 1 — механізм піднімання виробів; 2 — виріб; 3 — матриця; 4 — пуансон; 5 — бункер; 6 — мірний ящик; 7 — формувальний піддон; 8 — механізм переміщення піддонів.

Можливе формування бруківки на термостенді з відповідним прискоренням тверднення за рахунок підігрівання стенду.

Продуктивність ліній залежить від потужності вібропресів і може складати 250, 1300, 1500, 1800 шт./годину для блоків 200x400x200 в залежності від обладнання.

Для агрегатної технології лінія обладнується стаціонарним вібропресом (рис. 4, б і в), штабелювальником чи пакетувальником, або без них, коли складання виробів на піддони і в пакети виконується вручну. Вироби тверднуть в природних умовах або використовуються камери прискорення тверднення чи дозрівання. Тривалість формування плиток на одному піддоні — 15-35 с і залежить від типу пресу і кількості шарів бетону.

Для конвеєрної технології лінія обладнується стаціонарним вібропресом (рис. 4 б) і комплектується устаткуванням, що дозволяє повністю автоматизувати процес виробництва. На таких лініях виготовляють не тільки ФЕМ, а й елементи ландшафтного благоустрою і пустотілі блоки. Схему однієї з таких ліній наведено на рис. 5.

Технологічний процес виготовлення бруківки на такій автоматизованій лінії починається з подавання дерев'яних піддонів в зону пресування та опускання на них матриці. Заповнені бетонною сумішшю два бункери укладають основний шар бетону. Первинне вібрування відбувається на вібропресі. При потребі засипається фактурний шар. Потім опускається пуансон і відбувається вторинне вібрування і пресування. Після піднімання матриці з пуансонами піддон з плиткою подається на формувальний конвеєр для автоматичного пакетування. На вібропресах використовують змінне формоутворююче оснащення, що дозволяє швидко переходити від одних видів

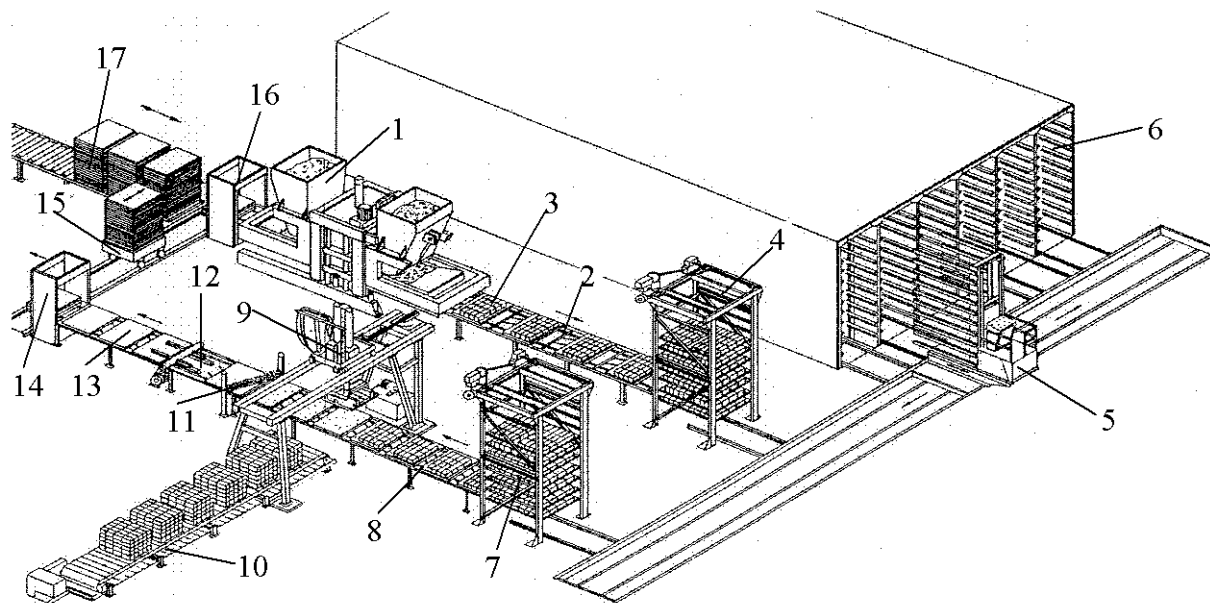


Рисунок 5 — Схема конвеєрної лінії з камерою тверднення фірми "KNAUER": 1 — формувальна установка (стаціонарний вібропрес); 2 — формувальний конвеєр; 3 — піддони з виробами; 4 — пакувальник виробів на піддонах; 5 — машина для встановлення і виймання пакету виробів на піддонах в камери дозрівання; 6 — камера дозрівання (ТВО за рахунок екзотерії цементу); 7 — установка для розбирання пакету; 8 — конвеєр розпалублення і підготовки піддонів; 9 — штабелювальник (машина для знімання виробів з піддонів і створення транспортних пакетів); 10 — конвеєр створення транспортних пакетів; 11 — пристрій для очищення піддонів; 12 — пристрій для змащення піддонів; 13 — піддони; 14 — машина для складання піддонів в стопи; 15 — візок для переміщення піддонів до конвеєру формування; 16 — машина для розбирання стопи піддонів і подавання їх під прес; 17 — конвеєр зберігання стоп піддонів.

виробів до інших. Заміна прес-форми триває близько 10-30 хв.

Тверднення виробів, яке триває близько 24 год., відбувається в камерах дозрівання, розпалублення на конвеєрі розпалублення. Бруківку складають в транспортні пакети (на європіддонах) і вивозять до складу. Для прискорення тверднення виробів застосовують не тільки камери дозрівання, а й тепловолу обробку в камерах безперервної дії. Один із можливих варіантів організації виробництва за конвеєрною технологією з камерою безперервної дії наведено на рис. 6.

Виготовлення плиток за вібровакуумною технологією

Ця технологія наразі в Україні не дуже розповсюджена. Вироби виготовляють з повним негайним розпалубленням. Схема технологічної лінії наведена на рис. 7.

Виробництво елементів мостіння починається з укладання синтетичної плівки чи рельєфних гумових листів в закріпленій на віброплощині перфорований піддон з бортоснащенням. Після цього вивантажують бетонну суміш і проводять вібровакуумування на віброплощині за допомогою вакуум щита. Свіжовідформовані вироби методом вакуум-присосу виймають і встановлюють на пост тверднення, де вони знаходяться протягом доби. Після тверднення вироби звільнюють від прокладок, складають і вивозять на склад.

Продуктивність лінії при товщині виробів до 60 мм складає 500 шт. за зміну. Номінальний вакуум 80% від барометричного тиску. Обслуговує лінію 2 людини. Застосування вакуум-технології дозволяє зекономити 15-20 % цементу.

Висновки. Порівняння способів виробництва, що мають широке застосування, номенклатури продукції і структури ринку дозволяє зробити певні висновки. Так, залежно від висоти бруківки і підготовки основи під неї, тротуарна плитка придатна для усіх поверхонь дорожнього покриття і будь-яких навантажень. Вибір бруківки визначається за видом дорожньої поверхні, навантаження на неї, способу відводу осадкових і талих вод, а також в залежності від зовнішнього вигляду і техніки укладання.

Основними сферами застосування бруківки, незалежно від способу виробництва є: автомобільні

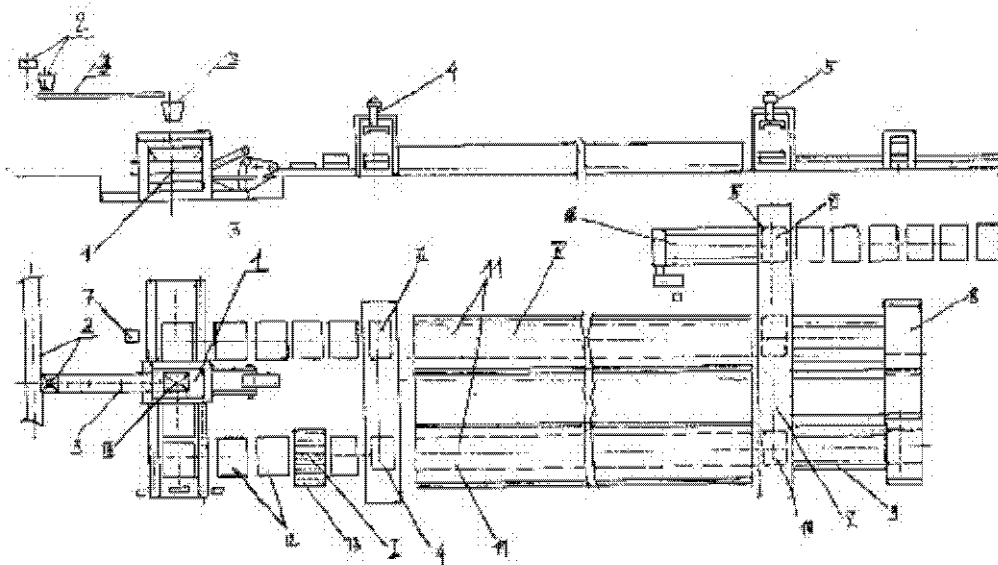


Рисунок 6 — Конвеєрна технологічна лінія виробництва виробів міського благоустрою: 1 — формувальна установка; 2 — галерея подавання бетонної суміші; 3 — стрічковий живильник; 4, 10 — укладачі форм; 5 — укладач виробів; 6 — транспортер подавання готових виробів; 7 — пульт управління; 8 — гідравлічний привід; 9 — ланцюговий кроковий конвеєр; 11 — камери тепло вологої обробки; 12 — форми; 13 — механізм чищення і змащення форм; I — пост чищення і змащення форм; II — пост формування; III — пости перекидання форм; IV — пост термовологої обробки; V — пост пакування готових виробів; VI — конвеєр вивезення транспортувальних пакетів готових виробів.

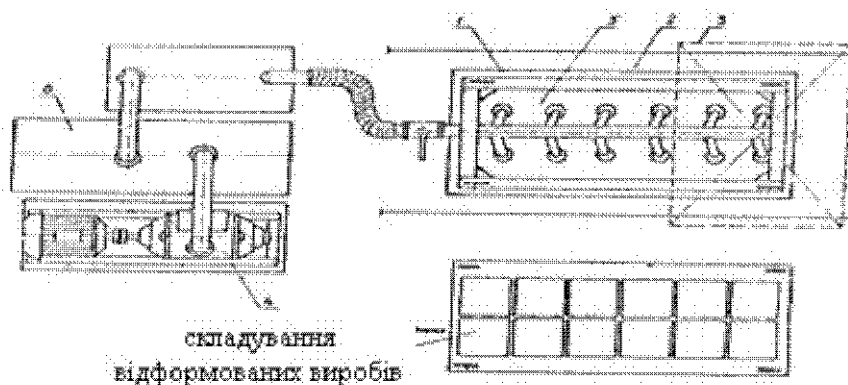


Рисунок 7 — Вібровакуумна установка для виготовлення дрібнорозмірних плитних виробів: 1 — форма (перфорований піддон зі змінним бортоснащенням); 2 — віброплощадка; 3 — бетоноукладач; 4 — вакуум насос; 5 — вакуум щит; 6 — ресивер.

дороги загального призначення і промислові дороги; вулиці житлових масивів; пішохідні зони і міські площі; смуги для легкового автомобільного транспорту; майданчики заправних станцій, території відпочинку; промислові території, перони; в'їзні поверхні дворів, місця стоянок легкового автотранспорту; укріплення берегів та схилів.

Тротуарна плитка, виготовлена методом вібролиття, досить слизька, що перешкоджає її застосуванню при від'ємних температурах. Гладка поверхня литтєвої плитки не "дихає" в тій мірі, в якій це необхідно, що спричиняє її розтріскування. Крім того метод вібролиття має меншу продуктивність у порівнянні з вібропресуванням, відсутня можливість автоматизації, вимагає у великій мірі використання ручної праці. В зв'язку з необхідністю використання бетонної суміші з високим В/Ц зменшується остаточна морозостійкість виробу. Задана морозостійкість забезпечується введенням в бетонну суміш дорожніх модифікаторів і пластифікаторів, що значно збільшує собівартість тротуарної плитки. Однак, така технологія потребує менших капіталовкладень і більш

проста в реалізації.

Застосування метода вібропресування при виготовленні плитки забезпечує можливість виробництва більшого обсягу продукції за зміну. Такий метод є більш автоматизованим у порівнянні з вібролиттям, але застосовувати його може лише велике підприємство, що має відповідне обладнання і яке забезпечує високу культуру технологічного процесу. Проте плитка, що виготовлена за технологією вібропресування, характеризується невеликою формомісткістю.

Структура ринку виробництва тротуарної плитки у всіх регіонах приблизно однакова. Це, як правило, одне — два великих підприємства, які пропонують великий асортимент продукції, що виготовлена в основному методом вібропресування, інколи — вібролиттєвим методом. Вибір способу виробництва в більшості випадків залежить від розмірів підприємств. Так, підприємства, які виробляють тротуарну плитку, поділяють на декілька категорій:

— великі — зазвичай випускають вібропресовану плитку, обсяг продукції — більше 100 тис.м² на рік;

— середні — спеціалізуються на виготовленні вібролиттєвої плитки, річний обсяг продукції від 50 до 100 тис.м²;

— малі — випускають плитку виключно вібролиттєвим методом. Обсяги продукції залежать від кількості реальних замовлень (продукція не складається) і звичайно не перевищують 20-30 тис. м².

На частку малих і середніх підприємств припадає біля 50% від всього обсягу виготовленої плитки. Серед найбільш відомих виробників тротуарної плитки можна виділити: завод ЗБК ім. Ковальської; ТОВ "Прес-брук"; ТОВ "Дінакор", ЧП "Строма — Енерго — Київ", "Січ" (Вінниця) та ін.

Найбільшим споживачем тротуарної плитки на сьогодні є державні структури (до 40%). На другому місці є будівельні компанії. Приватні підприємці переважно працюють з дрібними виробниками, їх частка становить близько 30% ринку і постійно збільшується.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17608-91. Плиты бетонные тротуарные. Технические условия.
2. ДСТУ Б В.2.7-145-2008. Будівельні матеріали. Вироби бетонні тротуарні неармовані. Технічні умови
3. Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій: Підручник у 2х частинах / Русанова Н.Г., Пальчик П.П., Рижанкова Л.М. Ч.2 Виготовлення бетонних і залізобетонних конструкцій — К.: Вища школа, 1994. — 334с.
4. Будівельне матеріалознавство: Підручник. — К.:ТОВ УВПК "ЕксОб", 2004. — 706 с.
5. Діагностика сектору будівельних матеріалів: Звіт / "Інформаційно-маркетинговий центр "КПФ100", 2006.
6. Малі та середні підприємства України: показник діяльності та стратегії розвитку: Звіт / "Інформаційно-маркетинговий центр "КПФ100", 2005.

Е. Н. ПЕТРИКОВА, Н. А. АМЕЛИНА, А. А. МАЙСТРЕНКО, В. В. ПАВЛЮК ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ БЛАГОУСТРОЙСТВА

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

Основными сферами применения брусчатки, независимо от способа производства, являются: автомобильные дороги общего назначения и промышленные дороги; улицы жилых массивов; пешеходные зоны и городские площади; полосы для легкового автомобильного транспорта; площадки заправочных станций, территории отдыха; промышленные территории, перроны; въездные поверхности дворов, места стоянок легкового автотранспорта; укрепления берегов и склонов. Рассмотрены возможные способы производства фигурных элементов мощения. Приведены преимущества, недостатки и особенности использования наиболее распространенных на территории Украины способов производства тротуарной плитки — вибролитья и вибропрессования. Приведены области применения элементов благоустройства с учетом их физико-механических характеристик. Одним из основных критериев выбора того или другого способа производства является мощность предприятий.

фигурные элементы мощения, вибролитье, вибропрессование, пластиковые формы, вибропресс

YE. M. PETRIKOVA, N. O. AMELINA, A. A. MAYSTRENKO, V. V. PAVLYUK
 PRODUCTION OF ELEMENTS OF RECREATIONAL DEVELOPMENT
 Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture

The main areas of application of pavestone regardless of method productions are: highways of the general intending and industrial roads; streets of dwellings arrays; pedestrian areas and town squares, for places automobile motor transport; platforms of the fuel stations, recreation territories; industrial territories, platforms; entrance surfaces of yards, places for automobile motor transport; strengthening of banks and slopes. The possible methods of production of the figured elements of paving are considered. Advantages, disadvantages and particularities of the most widespread using on territory of Ukraine methods of flag stoner manufacturing, have been considered – vibrocasting and vibropressing. Application of elements of recreational development is taking into account their physical-mechanical particularities. One of basic criteria of choice of that or other method of production is the enterprises capacity.
figured elements of paving, vibrocasting, vibropressing, plastic forms, vibropress

Петрикова Євгенія Миколаївна — кандидат технічних наук, доцент кафедри технології будівельних конструкцій і виробів Київського національного університету будівництва і архітектури. Наукові інтереси: арматура і арматурні вироби та елементи, технологія бетонних і залізобетонних конструкцій і виробів, науковий супровід впровадження нових технологій будівельних конструкцій і виробів.

Амеліна Наталія Олексіївна — кандидат технічних наук, доцент кафедри технології будівельних конструкцій і виробів Київського національного університету будівництва і архітектури. Наукові інтереси: створення нормативної бази вищої освіти в Україні.

Майстренко Алла Анатоліївна — кандидат технічних наук, доцент кафедри технології будівельних конструкцій і виробів Київського національного університету будівництва і архітектури. Наукові інтереси: технологія бетонних і залізобетонних конструкцій і виробів, науковий супровід впровадження нових технологій будівельних конструкцій і виробів.

Павлюк Віталій Володимирович — кандидат технічних наук, доцент кафедри технології будівельних конструкцій і виробів Київського національного університету будівництва і архітектури. Наукові інтереси: бетони на основі фізико-хімічно модифікованих дисперсних компонентів бетону.

Петрикова Евгения Николаевна — кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных конструкций и изделий Киевского национального университета строительства и архитектуры. Научные интересы: арматура и арматурные изделия и элементы, технология бетонных и железобетонных конструкций и изделий, научное сопровождение внедрения новых технологий строительных конструкций и изделий.

Амелина Наталья Алексеевна — кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных конструкций и изделий Киевского национального университета строительства и архитектуры. Научные интересы: создание нормативной базы высшего образования в Украине.

Майстренко Алла Анатольевна — кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных конструкций и изделий Киевского национального университета строительства и архитектуры. Научные интересы: технология бетонных и железобетонных конструкций и изделий, научное сопровождение внедрения новых технологий строительных конструкций и изделий.

Павлюк Виталий Владимирович — кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных конструкций и изделий Киевского национального университета строительства и архитектуры. Научные интересы: бетоны на основе физико-химически модифицированных дисперсных компонентов бетона.

Petrykova Yegeniya Mykolayevna — candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of the "Technology of Building Constructions and Wares" Chair of Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: armature and fittings, technology of concrete and reinforced concrete wares, scientific accompany of new building structures and wares technology.

Amelina Natalia Oleksiyvna — candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of the "Technology of Building Constructions and Wares" Chair of Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: the creation of standard basis of higher education in Ukraine.

Maistrenko Alla Anatol'evna — candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of the "Technology of Building Constructions and Wares" Chair of Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technology of concrete and reinforced concrete wares, scientific accompany of new building structures and wares technology.

Pavlyuk Vitaliy Volodymyrovych — candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of the "Technology of Building Constructions and Wares" Chair of Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: concretes on the basis of physical and chemical modified dispersed concrete components.

УДК 621.643.25.002.2

В. Н. ПИЛИПЕНКО

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ТЕХНОЛОГИЯ ВИБРОУДАРНО-ИМПУЛЬСНОГО УПЛОТНЕНИЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ

В статье представлены результаты исследований по определению оптимальных параметров физического модифицирования бетонной смеси в процессе виброударно-импульсного уплотнения. Показано, что комплексное гиперуплотнение и модификация бетонной смеси создают особые условия образования контактной зоны цементной матрицы и частиц заполнителей, результатом чего является повышение прочностных характеристик бетона. При этом прочность контактной и межзерновой зоны цементной матрицы практически одинакова, если $(B/C)_{от}$ приближается к значению нормальной плотности цемента. В этом случае контактные зоны цементной матрицы практически накладываются друг на друга, что и определяет высокую прочность бетона при растяжении. Следовательно, можно заключить, что в бетоне, модифицированном гиперуплотнением, образуется цементирующая матрица, изотропная от поверхности заполнителя до центральных межзерновых прослоек. Такая матрица характерна высокой адгезией к поверхности заполнителя, примерно равной ее когезионным свойствам.

модифицированный бетон, цементная матрица, уплотнение, отжим жидкой фазы

Цементная система бетонной смеси является термодинамически неравновесной, нелинейной системой. Так как она находится вдали от равновесия, то должна характеризоваться процессами структурообразования. Этот термин используется в двух значениях. Первое, общепринятое значение в бетоноведении - образование механических связей между дисперсными частицами твердеющей системы в результате протекающих химических и физико-химических процессов, завершающихся образованием твердого тела — цементной матрицы и бетона. Второе значение термина характеризует возникновение диссипативных структур, т.е. разрушение исходной однородности системы за счет возникновения потоков, градиентов концентрации, химических волн [1].

Измеряя параметры образующихся диссипативных структур, различных по способам их формирования, можно судить о степени неравновесности твердеющей системы, и, следовательно, о направленных методах формирования структуры, а также ее оптимизации.

Необходимо также отметить, что нелинейный, неравновесный процесс гидратации, приводящий к возникновению концентрационной разности потенциалов, протекает равновероятно во всех направлениях. Наложив на дисперсную систему градиент физического поля, можно добиться синхронизации колебаний концентрационного потенциала локальных областей дисперсной системы, следствием чего будет являться повышение физико-механических свойств продуктов гидратации вяжущего и бетона в целом.

Как показано в [2], величина градиента гравитационного поля недостаточна для существенной синхронизации колебаний концентрационного потенциала в процессах гидратации. Его можно достичь наложением на дисперсную систему градиента физического поля высокой интенсивности.

Особенно большое влияние на диссипативную структуру оказывает воздействие внешнего прессующего давления. Причем, последнее оказывает существенное влияние и на параметры колебательного процесса, увеличивая амплитуду и частоту колебаний, а также становится его инициатором, усиливая значения технологических параметров.

Целью исследований является определение оптимальных параметров физического модифицирования бетонной смеси в процессе виброударно-импульсного уплотнения.

Бетонную смесь можно представить достаточно сложным упруго-пластично-вязким телом с изменяющимися во времени свойствами. В силу своих реологических свойств бетонная смесь способна деформироваться под действием различных технологических факторов. Степень уплотнения весьма различна, уменьшаясь со снижением интенсивности уплотнения или нормального гидростатического давления. Действующее на бетонную смесь нормальное или комбинированное давление воспринимается водой, в связи с чем в системе возрастает гидростатическое давление. Величина этого давления резко отличается в зависимости от способа формирования бетонной смеси. В результате различного гидростатического давления на сольватированные зерна цемента гидратация вяжущего протекает в различных условиях. Именно поэтому при $(В/Ц)_{\text{ост}} = 0,27$ количество химически связанной воды увеличивалось в два раза по сравнению с виброуплотненным бетоном. Эти же данные подтверждаются сравнением количества физически связанной воды в образцах различного формирования.

Очевидно, что предельному сближению цементных зерен и их гидратированию соответствует особый режим структурообразования. Такой режим характерен образованием пленочной воды минимальной толщины, предельным сближением частиц вяжущего, мелкого и крупного заполнителей. Особенно важно, что комплексное гиперуплотнение и модификация бетонной смеси создают особые условия образования контактной зоны цементной матрицы и частиц заполнителей. Высокоинтенсивное уплотнение создает условия образования псевдотвердого тела, деформация которого проявляется в виде упругого последствия. Оно создает условия для предельной упаковки частиц различной гранулометрии и оптимизации толщины контактных слоев при минимально возможной пористости материала. Гиперуплотнение бетонной смеси в сочетании с предельным отжимом воды затворения приводит к выравниванию водоцементного отношения во всех слоях бетонной смеси. Причиной этого является высокий уровень и постоянство величины гидростатического давления влаги. При этом образование контактного слоя цементная матрица-заполнитель происходит в особых условиях, характерных высоким прессующим давлением.

Установлено, что в бетоне, модифицированном гиперуплотнением, прочность контактной и межзерновой зоны цементной матрицы практически одинакова, если $(В/Ц)_{\text{ост}}$ приближается к значению нормальной густоты (НГ) цемента.

Установленный экспериментальный факт не только объясняет повышение прочности бетона при растяжении, но также определяет величину оптимального $(В/Ц)_{\text{ост}}$. При его значении, близком величине НГ, контактные зоны цементной матрицы практически накладываются друг на друга, что и определяет высокую прочность бетона при растяжении. Следовательно, можно заключить, что в бетоне, модифицированном гиперуплотнением, образуется цементирующая матрица, изотропная от поверхности заполнителя до центральных межзерновых прослоек. Такая матрица характерна высокой адгезией к поверхности заполнителя, примерно равной ее когезионным свойствам.

В результате комплексного воздействия виброударных усилий на элементарный объем бетонной смеси сечением F действует сумма трех основных сил. Сюда относится сила тяжести формируемого изделия вместе с наружной формой, инерционные силы, а также ударная нагрузка от прессующего банджа.

Наиболее сложно определяется давление от действия ударной нагрузки прессующего банджа. Тем более, что применение ударной нагрузки в результате возвратно-поступательных движений наружной формы вместе с изготавливаемой бетонной трубой приводит к скручивающему удару. Для определения действительного напряжения методом механики сплошных сред необходимо использовать следующие предпосылки:

- а) между напряжением и деформацией при ударе существует прямо пропорциональная зависимость;
- б) модуль упругости бетонной смеси при статическом и ударном действии нагрузки одинаков;
- в) высота сечения сердечника с прессующим банджом равна начальному перемещению столба бетонной смеси.

Эти предпосылки с достаточной степенью точности подтверждаются экспериментами. При этом система, в которой реализуются взаимодействия, представляющие процесс систематических соударений, называется виброударной системой. Естественно, что указанные взаимодействия имеют существенную специфику по сравнению с актом единичного удара. Однако это справедливо, если частота вынужденных соударений, как в исследуемом случае, соизмерима с частотой собственных колебаний столба прессуемой бетонной смеси. В такой ситуации соударение прессующего органа, например, банджа, и столба бетонной смеси происходит в возбужденной системе, обладающей

некоторым запасом энергии, которая может накапливаться от удара к удару, вызывая развитие процесса гиперуплотнения смеси.

Рассмотрим некоторые аспекты теории удара прессующего элемента (бандажа) по столбу бетонной смеси, ограничиваясь изложением лишь тех вопросов, которые необходимы для правильного понимания процессов, протекающих в виброударной системе, позволяющие построить математическую модель данного процесса [3, 4]. Нас будет интересовать, в первую очередь, изменение силовых и кинематических характеристик движения прессующего бандажа, соударяющегося со столбом бетонной смеси. Удар характеризуется возникновением напряженного состояния в контактной зоне вследствие перехода кинетической энергии относительного движения контактирующего элемента в энергию деформаций уплотняемого столба бетонной смеси. В результате энергия распределяется по всему объему бетонной смеси, вызывая колебания их элементов и поглощаясь ею.

В процессе виброударно-импульсного уплотнения перемещение частиц столба бетонной смеси происходит в направлении прохождения волн, поэтому такие волны называются продольными или волнами расширения. Такие волны возникают вследствие упругого сопротивления материала изменению его объема. В тех случаях, когда поперечные размеры столба бетонной смеси (волновода) оказываются соизмеримы или больше длины продольной волны, ее скорость увеличивается из-за дополнительного сопротивления материала расширению в поперечном направлении и становится

равной $\sqrt{\frac{E_{\sigma}(1-\mu)}{(1+\mu) \cdot (1-2\mu) \cdot \rho_{\sigma}}}$. Сопротивление твердых тел изменению формы порождает в них еще один

тип волн, в которых частицы материала движутся перпендикулярно распространению ударных волн. Это весьма важные для уплотнения смеси поперечные волны или волны сдвига, имеющие скорость,

равную $\sqrt{\frac{G_{\sigma}}{\rho_{\sigma}}}$, где G_{σ} — модуль сдвига бетонной смеси.

На поверхностях твердых тел обычно возникают волны, предсказанные Рэлеем. Они порождают траектории частиц, близкие к круговым, находящиеся в плоскости, нормальной к поверхности и совпадающей с направлением прохождения волн. Амплитуды поверхностных волн экспоненциально уменьшаются по глубине, а скорость их прохождения составляет примерно 90% скорости сдвиговых волн [5]. Указанные типы определяют общую картину распространения возмущений в твердых телах, которая может быть получена в рамках моделей теории упругости.

Сразу после удара волна сжатия по столбу бетонной смеси движется вправо от контактной зоны, а при теоретическом отрыве прессующего бандажа от контактной зоны — влево. Форма волн определяется характером сил взаимодействия между контактирующими сечениями прессующего бандажа и столба бетонной смеси. Первая волна вовлекает последовательные участки столба бетонной смеси в движение, а вторая волна, напротив, вызывает торможение соответствующих сечений прессующего бандажа.

При уплотнении бетона виброударно-импульсным прессованием надо преодолеть потенциальную энергию взаимодействия поверхностных слоев воды. Сближение твердой фазы происходит при значительных затратах энергии, которая необходима для преодоления расклинивающего давления. При сближении частиц надо затратить энергию, которая будет расходоваться на уменьшение толщины поверхностного слоя (работа десорбции), что приводит к появлению значительных сил отталкивания между частицами.

В образцах, полученных путем виброударно-импульсного прессования, вода между частицами твердой фазы находится в виде тонких пленок, плотность упаковки частиц максимальна, что повышает структурную прочность как свежееотформованного изделия, так и затвердевшего бетона. В процессе уплотнения бетонной смеси работу уплотнения совершают не только внешние усилия, но и внутренние силы упругости.

Таким образом, в бетонной смеси виброударно-импульсного прессования происходит увеличение потенциальной энергии. При почти мгновенном приложении виброударно-импульсного давления происходит увеличение удельной потенциальной энергии в два раза. Следовательно, энергия гиперуплотнения в два раза больше удельной энергии уплотнения при статическом прессовании.

Отжим воды из уплотняемой смеси закончится тогда, когда разность давления на концах капилляров будет преодолена внутренним капиллярным давлением. В этом случае давление сопротивления фильтрации пропорционально силам вязкости жидкой фазы.

Вывод. В результате проведенных исследований установлено, что высокий эффект физической модификации бетона может осуществляться отжимом избыточной воды затворения, который происходит в ламинарном, турбулентном и прерывистом режимах. Количественное описание процесса отжима водно-воздушной фазы можно производить, используя классические законы фильтрации с учетом степени загазованности жидкости воздушными пузырьками и заключительного прерывистого режима отжима воды затворения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефремов И.Ф., Розенталь О.М., Федингин Е.Н. Пленочные гели в процессе адгезии и твердения / Физико-химическая механика дисперсных систем и материалов. — Киев: Наукова думка, 1983. — Ч. 2. — С. 233-244.
2. Мустафин Ю.И., Колохов В.В., Витман З.Л. Образование диссипативных структур при обработке дисперсных систем // Электронная обработка материалов. — 1987. — № 2. — С. 62-64.
3. Кильчевский Н.А. Теория соударения твердых тел. — К.: Наукова думка, 1989. — 190 с.
4. Рагульскене В.Л. Виброударные системы. — Вильнюс: Минтис, 1994. — 173 с.
5. Кольский Г. Волны напряжения в твердых телах. — М.: Наука, 1985. — 220 с.

В. М. ПИЛИПЕНКО

ТЕХНОЛОГІЯ ВІБРОУДАРНО-ІМПУЛЬСНОГО УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті представлені результати досліджень з визначення оптимальних параметрів фізичного модифікування бетонної суміші у процесі виброударно-імпульсного ущільнення. Показано, що комплексне гіперущільнення й модифікація бетонної суміші створюють особливі умови утворення контактної зони цементної матриці й часток заповнювачів, результатом чого є підвищення міцнісних характеристик бетону. При цьому міцність контактної і міжзернової зони цементної матриці практично однакова, якщо $(W/S)_{\text{ост}}$ наближується до значення нормальної густоти цементу. У цьому випадку контактні зони цементної матриці практично накладаються одна на одну, що і визначає високу міцність бетону при розтягу.

модифікований бетон, цементна матриця, ущільнення, віджим рідкої фази

V. M. PILIPENKO

TECHNOLOGY OF VIBRATION IMPACTS AND IMPULSIVE COMPACTION OF THE CONCRETE MIXTURE

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

In the article the results of researches on determination of optimum parameters of the physical modified concrete mixture in the process of vibration impact and impulsive compaction are represented. It is shown that a complex hyper compression and modification of concrete mixture create the special formation conditions of contact zone of cement matrix and particles of fillers, the result of which the enhancing of durable concrete features. Durability of contact and intergrain area of cement matrix is practically identical, if (W/S) approaches to the value of normal cement density. In this case the contact zone of cement matrix are practically laid on each other, which determines the high durability while being tension. Hence it is possible to conclude that in the concrete, modified by hyper compression, cementation matrix, is isotropic from the surface of the filler to the central intergrain layers. Such matrix is characterized high with adhesion to the surface of the filler, approximately equal to its cohesive properties.

modified concrete, cement matrix, compression, quetch of liquid phase

Пилипенко Володимир Миколайович — кандидат технічних наук, доцент, докторант кафедри технологій будівельних матеріалів, виробів та автомобільних доріг Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: розробка способів підвищення корозійної стійкості бетонних і залізобетонних конструкцій, що працюють в агресивних середовищах.

Пилипенко Владимир Николаевич — кандидат технических наук, доцент, докторант кафедры технологий строительных материалов, изделий и автомобильных дорог Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: разработка способов повышения коррозионной стойкости бетонных и железобетонных конструкций, работающих в агрессивных средах.

Pilipenko Volodymyr Mykolayovych — a candidate of Engineering Sciences, assistant professor, a doktorant student of the "Technologies of Building Materials, Products and Automobile Roads" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: elaboration of methods of enhancing of corrosive resistant of concrete and reinforced-concrete constructions operating in aggressive surroundings.

UDK 691.32:620.113:006.354

LACHEZAR HRISCHEV SPASOV

"Lyuben Karavelov" Engineering Higher School, Sofia (Bulgaria)

SELECTION OF INDUSTRIAL FLOORINGS

In this paper the author propose the method for selection of industrial floorings. Based requirements exert influence on selection are discussed. It is proposed on technical assignment for correctly determination on influences against floor with the aim of best correctly selection of floorings. Based technical characteristics on the most using floorings are making into a system. To the selection of the industrial flooring has to be paid an exceptional attention, because there are many cases of wrong selection in the practice, leading later on to the substitution of the flooring, suspension the production and overhead expenses o whole. The present method is efficient for correctly specifying of industrial flooring, mostly with a view to the wide variety of products on the market. The suggestion variant of technical assignment for choosing a flooring system can be used on the prognosticated stage, for the purpose of specificity as for the industrial flooring the requirements, suggested by investors, designers and applicators in choosing within the products, supplied at the market.

industrial floorings, systematizing requirements, type of the production rooms, technical descriptions

Introduction. The basic purpose of the industrial floorings is to kelp cosy, healthy and safety for inhabit ants of the buildings and the protection of the flooring constructions and the down layers of construction environment. The industrial floorings are used to declare numbers of requests, which are determinate exploitation factors of the working environment, the character of the technical processes, the intensity and the kind of the factory transport, which is inside, the kind of the production equipment [1-8].

Choice of industrial floorings. The choice of industrial floorings foresees of the following stages:

- clarification of the exploitation terms, which have steam formation of the specificity of the factors of the exploitation environment;
- systematizing requirements as for the industrial flooring;
- choice of type or types floorings, which satisfies the point requirements;
- analysis of the technical and economical effectiveness of the selected flooring.

Conclusion. For the correct selection of industrial floorings it is necessary the exact definition of the aggressive factors of the exploitation environment, which influence on the floor, the conditions for getting the maximum comfort, hygienic, safety, production microclimate and other specific requirements. In order to be clear the exploitation conditions in the rooms and the possible actions against the floors the following general information is necessary:

- the type of technical process and the possibility for changing the technology;
- mechanical influence on the floor by people, railless means of transport and heavy impacts;
- situation and sizes of the passage in the room and the places for storing with instructions for useful loading;
- chemical composition, concentration and temperature of the technological solutions, also the composition of the solutions, which are used in cleaning the floor and the temperature of cleaning;
- quantity of the contents, which are spills on the floor.

Basic requirements as for the industrial floorings, which are having relation to the choice of flooring. By choosing the industrial floorings must be concrete requirements and the qualities on which the floorings should dispose and possess:

- compressive, tensile and flexible strength;
- wipes and abrasive stability;
- stability against heavy impacts;

- stability against the temperature influence, including the thermal shock;
- chemical resistance;
- water absorption;
- slip – resistance;
- fire proof;
- special qualities – antistatic, sparkless, electrical conductiveness;
- time that the floor is getting readiness for using;
- possibility of easy cleaning and service;
- possibility of application over the young concrete.

For the purpose of specificity the requirements as for the industrial flooring and the correct selection of the flooring, the author offers the following variant of technical purpose (table 1). With defining the basic requirements to the industrial flooring, there may be lasting with selection of type or types floorings, meets requirements of the technical purposes, also giving an account of the cost-effectiveness in the different cases. In table 2 some technical descriptions of the basic industrial floorings are given, that have find the most application in the practice. From the table there can be made the first choice of the flooring type.

Technical-economic effectiveness. It is advisable for the final selection of the distinct type flooring on the basis of valuation of its economic effectiveness, during the performance life.

With assessment of the cost-effectiveness by application of the distinct industrial flooring type, is required to be taken in mind the following factors:

Table 1 – Technical appointment of flooring selection

Type of the production rooms	
Type of the loading	
Foot traffic / intensity/	Wheel traffic (kN/m ²)
Static actions (kN/m ²)	Dynamic actions (kN/m ²)
Other loads	
Status of the substrate	
Type of the existing substrates	Compressive strength /kN/m ² / or E /kN/m ² /
Moisture (%)	Flatness levels (mm)
Falls (%)	A presence of a crack and joints (mm)
Destruction of the base	Else
Conditions of the environment	
Exploitation temperature (°C)	Humidity (%)
Type of pollution	In-service / outdoor conditions
Chemicals used in exploitation	
Name:	Concentration (%)
Temperature (°C)	Ways of contact with the surface
Lasting immersion with the surface	Other
Cleaning	
Frequency of cleaning	Methods of cleaning / manual, mechanical/
Temperature of cleaning (°C)	Mechanical cleaning equipments
Cleaning solutions and chemicals	Concentration of the cleaning solutions
Requirements towards the industrial flooring	
Compressive strength /kN/m ² /	Tensile strength /kN/m ² /
Temperature resistance (°C)	Chemical resistance
Abrasion resistance (gr/sm ²)	Slip - resistance
Appearance of the surface / transparent, rugged, smooth, mat /	Colour by RAL
Water absorption	Stability of a heavy impacts (kg)
Electrical conduciveness	Sparkle less
Antistatic	Time for getting in exploitation
Others	

Table 2 – Technical descriptions of the basic industrial floorings

Loading	Flooring	Compressive strength <i>EN 13892 – 2:2003</i> (MPa)	Tensile strength <i>EN 13892 – 2:2003</i> (MPa)	Abrasive stability <i>EN 13892 – 2:2003</i> (g/m^2)	Stability of temperature influence, ($^{\circ}\text{C}$)	Water absorption <i>EN 13057</i>	Slip - resistance <i>DIN 51130</i>	Chemical resistance <i>EN 13057:2004</i>					Time for getting exploitation (days)
								Water & neutral solution	Organic acids	Inorganic acids	Hydro xides	Oils, grease	
	Cement screed	20-30	5-7	8-10	100	low	R10	middle	low	low	middle	low	28
	Concrete flooring	25-40	6-9	6-8	100	low	R10	middle	low	low	middle	low	28
	Cementitious terrazzo surfaces	20-30	5-7	1-1.5	100	good	R9	middle	low	low	middle	middle	28
	Power trowel concrete flooring	25-40	6-9	1-1.5	100	middle	R9	middle	low	low	low	middle	28
	Power trowel concrete flooring whit topping	25-40	6-9	0.2-0.4	100	good	R9	good	low	low	good	good	28
	Impregnation power trowel concrete flooring whit	25-40	6-9	0.7-1.2	100	high	R9	good	low	low	good	good	28
	Acids resistance concrete	15-20	5-6	5-5-8	100	low	R10	middle	high	high	low	middle	28
	Fire resistance concrete	20-30	5-7	2.5-4	600 (1000)	middle	R10	middle	low	low	middle	middle	28
	Polymer-cement concrete	40-45	9-11	0.4-0.5	100	good	R10	good	middle	middle	middle	middle	7

Table 2 (continued)

Thin layer covering based on polymer resin	-	-	1-3	60	good	R10 R11	good	good	good	good	high	7
Self-levelling flooring on base MMA resin d=1-3 mm	45-60	10-13	0.15-0.2	-20 ÷ +60°C	high	R10 R12	high	high	high	high	high	4 hours
Self-levelling flooring on base MMA resin d=1-3 mm	35-45	10-13	0.15-0.2	-20 ÷ +90°C	high	R10 R13	high	high	high	high	high	7
Self-levelling flooring on base epoxy resin d=1-3 mm	40-70	20-30	0.1-0.12	60	high	R10 R12	high	high	high	high	high	7
Self-levelling flooring on base epoxy resin d=3-8 mm	40-80	20-30	0.1-0.12	70	high	R10 R13	high	high	high	high	high	7
Self-levelling flooring on base polyurethane resin d=2-8	35-50	10-13	0.15-0.2	70	high	R10 R13	high	high	high	high	high	7
Self-levelling flooring on polyurethane-cement d=4-9 mm	50-80	15-30	0.12-0.2	-40 ÷ +120°C	high	R10 R13	high	high	high	high	high	7
Flooring on base acrylic-cement composition d=8-10	60-80	12-22	0.1-0.2	-40 ÷ -120°C	high	R10 R11	high	high	high	high	high	7
Vinyl flooring with d=2-4	-	-	0.2-0.3	60	high	R9 R10	high	good	good	good	high	1

Table 3 – Area of application, value and durability of the most uses industrial floorings

Name of the flooring	Area of application	Durability
Power trowel concrete flooring	Store premises with low mechanical impacts, alleys, pavements, the base (foundation) for upper flooring	3-4 year
Power trowel concrete flooring with topping	Store premises with middle, low and high mechanical impacts, car parks, garages, hangars, halls and warehouse, areas for loading works, installing factories, printing establishment, mechanical workshop, carwashes, rooms with low stage of chemicals and aggressive environment.	8-10 year
Impregnation power trowel concrete flooring whit	They have high abrasive stability, non-dusting, high impermeable for liquids, high chemical resistance. Its appendix in store premises of the food industry, store premises with middle, low and high mechanical impacts, parks, garages, hangars, halls and warehouse, areas for loading works, installing factories, printing establishment, mechanical workshop, carwashes.	10 year
Acids resistance concrete	Floorings and linings of production premises of the chemical, metallurgical and other industry, which are under the influence of acids and their concentrate solutions.	6-8 year
Fire resistance concrete	In metallurgical and founding industry, Areas around ovens, chimneys and etc., with thermal impact over $>600^{\circ}\text{C}$	8-10 year
Polymer-cement concrete	Store premises with middle, low and high mechanical impacts, car parks, garages, hangars, halls and warehouse, areas for loading works, installing factories, printing establishment, mechanical workshop, carwashes. The flooring have high abrasive stability, non-dusting, high impermeable for liquids, higher resistance of some chemicals.	6-8 year
Thin layer covering based on polymer resin	Premises with low to middle foot traffic and low mechanical impacts, under the influence of some chemicals and aggressive liquids, staircases and corridors, tunnels, car parks, oil storages, Store premises, processing and distributing dairy, labs, fish manufacture enterprises and meat processing, bakeries, communal refectories.	3-5 year
Self-levelling flooring on base MMA resin $d=1-3$ mm	Premises with heavy foot traffic and middle to heavy mechanical impacts of wheeled trolleys, and other transport equipments, production premises under the influence of some chemicals and aggressive substance, chemical and pharmaceutical industry, food industry, a motor and airplane works(factors) and vehicle maintenance, prison kitchens, breweries.	5-10 year

Table 3 (continued)

Self-levelling flooring on base MMA resin d=1-3 mm	They are characterizing with higher resilience and stability of a heavy impacts, withstand of high temperatures and extreme thermal shock conditions. Are used in plants with heavy foot traffic and middle to heavy mechanical impacts of wheeled trolleys and other transport equipments, production premises under the influence of chemicals and aggressive substance, chemical and pharmaceutical industry, food industry, a motor and airplane works(factors) and vehicle maintenance, prison kitchens, breweries.	5-10 year
Self-levelling flooring on base epoxy resin d=1-3 mm	Are used in production premises under the influence of chemicals and aggressive substance, chemical and pharmaceutical industry, food industry, a motor and airplane works (factors) and vehicle maintenance, prison kitchens, breweries.	5-10 year
Self-levelling flooring on base epoxy resin d=3-8 mm	They are characterizing with higher temperature resistance, used in production plants with influence of chemicals and aggressive substance, chemical and pharmaceutical industry, food industry, a motor and airplane works (factories) and vehicle maintenance, prison kitchens.	10-15 year
Self-levelling flooring on base polyurethane resin d= 2-8mm	They are characterizing with higher temperature resistance, resilience and higher resistance of a heavy impacts, withstand of high temperatures and extreme thermal shock conditions; used in plants with heavy foot traffic and heavy mechanical impacts of the chemical and pharmaceutical industry, food industry, a motor and airplane works(factors) and vehicle maintenance, prison kitchens, breweries.	10-15 year
Self-levelling flooring on polyurethane-cement d=4-9 mm	Distinguished for the exceptionally higher temperature, chemical and mechanical resistance, and are used in the chemical and pharmaceutical industry, food industry and instrument-building/making.	18-20 year
Flooring on base acryl-cement composition d=8-10 mm	Characterizing with higher temperature, chemical and mechanical resistance, and are used in the chemical and pharmaceutical industry, food industry, in plants with influence of chemicals and aggressive liquids.	15 year
Vinyl flooring with d=2-4	Premises with heavy foot traffic and middle to heavy mechanical impacts of wheeled trolleys, production premises under the influence of some chemicals and aggressive substance, in chemical and pharmaceutical industry, food industry, production-packing workshops, prison kitchens, a motor works and vehicle maintenance	10-12 year

- Superior capital investment — K_H ;
- Drains for repairs and reparations during the performance life — K_p ;
- Eventual wastages by suspension the production or part of it, in consequence of pressing repairs on the flooring — K_c ;
- Area of the industrial flooring — A / m^2 ;
- Durability of the flooring — T (in years, acc. to table 3);

$$T_{ef} = (K_H + K_p + K_c) / (A \cdot T), \{ \text{€} / m^2 \text{ for year} \}$$

In the conclusion:

1. The selection of the industrial flooring has to be paid an exceptional attention, because there are many cases of wrong selection in the practice, leading later on to the substitution of the flooring, suspension the production and overhead expenses as a whole.
2. The present method is efficient for correct specifying of industrial flooring, most of all with the point of view of the wide variety of products of the market.
3. The suggestion variant of technical appointment for choosing the flooring system can be used on the stage of prognosis, for the purpose of the requirements specificity the industrial flooring, by investors, designers and applicators in choosing within producing, supplied of the market.

REFERENCES

1. Cattell D. Specialist Floor finishes. Design and installation, Taylor and Francis, London. — 2006.
2. Gudev N. Polymer concretes, polymer solutions and self-leveling floorings. — Technica, 1981.
3. Donchev N. Method for optimal selection of industrial floorings // Industry buildings — 1983.
4. Hrishev L. Technological problems in the performance of polymer based floorings and solutions for rational selection / PhD Dissertation. — Sofia, 2009.
5. OJcC "CNIIPROMZDANII", Floorings — technical requirements for design and application. Acceptance, exploitation and repair. — Moscow, 2004.
6. Simeonov Y., Darakchiev B etc. Buildings materials. — Technica, 1991.
7. FERFA. Guidance to the specification and application of synthetic flooring / ISBN 0953802019: Resin Flooring Association, 2006.
8. Products catalogues: Sika, BASF, Silikal, Monile, Altro, Gerflor, Bautech.

ЛАЧЕЗАР ХРИСЧЕВ СПАСОВ

ВЫБОР ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОЛОВ

"Любен Каравелов" Высшая инженерная школа, София (Болгария)

В данной статье автор предлагает метод для выбора типов покрытий для устройства промышленных полов. С учетом этажности промышленных зданий систематизированы и обоснованы основные технические требования, влияющие на выбор покрытий для полов. Выбору типа промышленного покрытия необходимо уделять особое внимание, потому что есть много случаев неправильного выбора, что на практике приводит в дальнейшем к необходимости замены напольных покрытий, приостановлению производства и увеличению расходов в целом. Данный метод выбора эффективен для правильного проекта промышленных полов, с учетом широкого круга различных продуктов, представленных на рынке. Предложенные варианты технического задания на выбор системы напольных покрытий может использоваться как на этапе прогнозирования с точки зрения специфики требований к промышленным полам, которые предъявляют инвесторы, дизайнеры и аппликаторы при выборе в рамках продуктов, поставляемых на рынке.

промышленные покрытия для полов, систематизация требований, типы производственных мест, технические требования

ЛАЧЕЗАР ХРИСЧЕВ СПАСОВ
ВИБІР ПРОМИСЛОВИХ ПІДЛОГ

"Любен Каравелов" Вища інженерна школа, Софія (Болгарія)

В даній роботі автор пропонує методику для вибору типів покриттів для влаштування промислових підлог. Із врахуванням поверхів промислових будівель систематизовано та обґрунтовано основні технічні вимоги, які впливають на вибір покриттів для підлог. Вибору типу промислового покриття необхідно приділяти особливу увагу, тому що є багато випадків неправильного вибору, що на практиці призводить у подальшому до необхідності заміни напольних покриттів, призупиненню виробництва та збільшенню витрат в цілому. Даний метод вибору є ефективним для правильного проекту промислових підлог, з урахуванням широкого кола різних продуктів, представлених на ринку. Запропоновані варіанти технічного завдання на вибір системи напольних покриттів може використовуватися на етапі прогнозування з точки зору специфіки вимог до промислових підлог, які висувають інвестори, дизайнери та аплікатори при виборі в межах продукції, що поставляється на ринок.

промислові покриття для підлог, систематизація вимог, типи промислових місць, технічні вимоги

Hrishev Lachezar Spasov — is PhD, Chief assistant professor of the "Lyuben Karavelov" Engineering Higher School. Scientific interests: industrial concrete floors, polymer based floorings, building materials and construction technology.

Лачезар Хрисчев Спасов — доктор інженерії, професор "Любен Каравелов" Вищої інженерної школи, Софія (Болгарія). Наукові інтереси: індустриальні бетонні підлоги, полімерні підлоги, будівельні матеріали і технології.

Лачезар Хрисчев Спасов — доктор инженерии, профессор "Любен Каравелов" Высшей инженерной школы, София (Болгария). Научные интересы: индустриальные бетонные полы, полимерные полы, строительные материалы и технологии.

УДК 666.97

Ю. Г. БЕРЕГИЙ

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

МЕТОД НАЗНАЧЕНИЯ РЕМОНТНОГО СОСТАВА МЕЛКОЗЕРНИСТОГО СТАЛЕФИБРОБЕТОНА С КОМБИНИРОВАННЫМ МИКРОАРМИРОВАНИЕМ

В статье предложен метод назначения специальных видов ремонтных составов сталефибробетона, основанный на параметрах трехфакторного эксперимента, учитывающего заданную прочность, необходимую толщину цементного теста на поверхности частиц, требуемую удобоукладываемость смеси. Приведен графо-аналитический метод, включающий комплекс расчетных зависимостей для назначения ремонтных составов сталефибробетона. Показано, что применение высокоэффективного гиперпластификатора совместно с микрокремнеземом приводит к существенной оптимизации и увеличению плотности структуры ремонтных сталефибробетонных смесей.

сталефибробетон, дисперсно-армированный бетон, мелкозернистый бетон, ремонт, гиперпластификатор, микрокремнезем, состав бетона

Формулировка проблемы. Эксплуатирующиеся с середины прошлого века железобетонные конструкции и сооружения подверглись значительному износу. Замена разрушенных участков бетона такими же бетонами приводит к сравнительно быстрому выходу ремонтных участков из строя. Поэтому необходим специальный бетон с уникальными строительными и эксплуатационными свойствами. В качестве такого бетона, как показывает мировая практика, может выступать композиционный материал, например, сталефибробетон, структура которого насыщена фиброй и ультрадисперсным аморфизованным микрокремнеземом. Назначение такого состава бетона не разработано и требует дополнительных исследований.

Анализ последних исследований и публикаций. Вопросом подбора состава бетона с заданными эксплуатационными характеристиками занимались ведущие отечественные и зарубежные специалисты: Баженов Ю. М., Братчун В. И., Горчаков Г. И., Дворкин Л. И., Малинина Л. А., Рамачандран В., Френкель И. М., Фельдман Р., Черкасов Г. И. и др. Однако ремонтный состав должен отвечать специфическим требованиям, поэтому его необходимо рассматривать как специальный вид бетона, обладающий повышенной прочностью, трещиностойкостью, непроницаемостью и адгезией к восстанавливаемой бетонной поверхности.

Большинство методик назначения состава бетона основывается на зависимости прочности бетона от В/Ц. По данным Макферлейна, Гланвилля, Сорокера, Довжика и др. прочность бетона также зависит от его коэффициента уплотнения. Например, полным уплотнением на практике принимают уплотнение на 98%, при этом прочность бетона будет составлять 97% от расчетной. При уплотнении 92% прочность бетона будет составлять лишь 45% от расчетной, поэтому прочность бетона в данном случае необходимо назначать на 55% выше расчетной. [1]. Данный факт вынуждает проектировщиков принимать заведомо завышенную расчетную прочность ремонтного бетона, обычно превосходящую прочность восстанавливаемого бетона в 1,4...1,8 раз. Это достигается за счет изменения расхода цемента, применения активных минеральных добавок, снижения В/Ц за счет применения высокоэффективных гиперпластификаторов.

Исследования показывают, что ремонтный сталефибробетон должен отличаться от обычного бетона несколько повышенным содержанием цемента, расход которого, в зависимости от наличия в бетоне ультрадисперсной добавки и геометрических параметров фибровой арматуры, колеблется в

пределах 350...550 кг/м³. При этом водоцементное отношение принимают в пределах 0,28...0,45. В ряде случаев расход цемента в дисперсно-армированных бетонах может быть снижен за счет применения высокодисперсных реакционно-активных наполнителей [2].

Рабочий диапазон объемного содержания фибр в ремонтных сталефибробетонных смесях назначают в пределах 1...1,5% (78...117 кг фибр на 1 м³ бетона). На практике часто возникает необходимость принимать объемное содержание фибр менее 1%. В этом случае важно знать границы минимальных уровней армирования, при которых обеспечивается исключение возможности хрупкого разрушения СФБ, поскольку подобное разрушение в результате случайной перегрузки может привести к авариям или жертвам.

Исследования показывают, что условия хрупкого разрушения СФБ могут реализоваться в двух ситуациях: при содержании фибр в конструкциях ниже минимально необходимого уровня, а также при достаточно большом содержании в бетоне весьма тонких волокон. В последнем случае момент образования трещин в конструкции и момент ее разрушения могут оказаться весьма близкими друг к другу [3].

Вопросом влияния пуццоланизирующих добавок на свойства самоуплотняющихся бетонов занимается Зайченко Н. М. В работе [4] показано, что высокоэффективные бетоны можно получить, применяя тонкодисперсные реакционно-активные добавки совместно с суперпластификаторами. Вопросом влияния микрокремнезема на пористость и проницаемость бетона занимался Фельдман Р. [7], где показал увеличение непроницаемости бетонной матрицы при введении в ее состав микрокремнезема за счет преобразования микропористой структуры цементного камня, со сдвигом радиуса пор в область 50-100 × 10⁻¹⁰ м. За несколько последних десятилетий микрокремнезем превратился из заменителя цемента в высокотехнологичную добавку, которая использовалась в ряде крупных проектов, таких, как мост Сторебелт в Дании, мост Цин Ма в Гонконге и Саут-Уокер-драйв, 311, в Чикаго — одно из самых высоких зданий в мире.

Цель. Разработать метод назначения специальных видов ремонтных составов сталефибробетона, учитывающий заданную прочность, необходимую толщину цементного теста на поверхности частиц заполнителя, требуемую удобоукладываемость смеси.

Основной материал. При создании оптимального ремонтного состава с применением разработанного органо-минерального комплекса (ОМК) свойства мелкозернистых сталефибробетонов (СФБ) превосходят свойства обычных тяжелых бетонов по прочности при изгибе и растяжении, водонепроницаемости, морозостойкости, сцеплению со старой бетонной поверхностью. Предложенный ОКМ состоит из четырех компонентов: аморфизованного микрокремнезема (4-7% от массы цемента), высокоэффективного гиперпластификатора, расширяющего компонента (строительный гипс 2,5% от массы цемента) и специальной стабилизирующей среды, предотвращающей флокуляцию микрокремнезема (1,5% водный раствор едкого натра).

Основным параметром ремонтного состава сталефибробетона с применением органо-минерального комплекса, мелкого заполнителя и массы дисперсного армирования является расход вяжущего. Величина последнего определяется тремя факторами:

- заданной прочностью бетона;
- оптимальной толщиной пленки цементного теста на поверхности мелкого заполнителя и стальной фибры;
- удобоукладываемостью ремонтной сталефибробетонной смеси с применением ОКМ.

На эти факторы оказывает влияние степень армирования бетона и требуемая подвижность бетонной смеси. При этом расход микрокремнезема в составе ОКМ до 10% от массы цемента оказывает незначительное влияние на удобоукладываемость бетонной смеси при наличии высокоэффективного гиперпластификатора, повышая тиксотропные свойства смеси и снижая риск её расслаиваемости. Необходимый расход цемента принимается не меньшим, полученного из условия удовлетворения всех трех факторов. Порядок назначения ремонтных составов сталефибробетона рекомендуется производить по ниже приведенным зависимостям.

Как показано проведенными опытами и рядом работ [5, 6], прочность бетона зависит от величины В/Ц и марки (активности) применяемого цемента. Водоцементное отношение (В/Ц), необходимое для получения средней прочности заданного класса бетона (R_b), определяется из выражения:

$$B/C = \frac{1}{\frac{R_b}{\alpha R_c} + \beta}, \quad (1)$$

где R_b — заданная прочность бетона, МПа; R_c — активность цемента, МПа;

α, β — параметры прочности бетона, зависящие от применяемых материалов и технологических условий применения бетона, принимаемые $\alpha = 0,8$ — для высококачественных материалов; $0,75$ — среднего качества; $0,65$ — для цемента низких марок и мелкого песка, в среднем $\beta = 0,8$.

Графоаналитическим методом по графику, представленному на рис. 1, определяется параметр влияния водопотребности (B) на удобукладываемость СФБ смеси. Данные графика приведены с учетом рекомендованного количества микрокремнезема (4%) и гиперпластификатора (SikaViscoCrete-20HE, 1%). Полученные данные позволяют определить ориентировочный расход цемента (C) на 1 м³ сталефибробетонной смеси заданной подвижности. Расход цемента (C) определяется из зависимости:

$$C = B / (B/C). \quad (2)$$

Предварительный расход мелкого заполнителя (V_n) на 1 м³ ремонтной смеси определяется из условия равенства суммы объемов компонентов смеси 1 м³:

$$V_n = 1 - V_e - V_u - V_{mk} - V_\phi - V_{en}, \quad (3)$$

где V_e — объем воды, м³; V_u — объем цемента, м³, $V_u = C/\rho_u$, где ρ_u — плотность цемента, принимаем $\rho_u = 2500-3000$ кг/м³; V_ϕ — объем стальной фибры, м³, $V_\phi = m_\phi / \rho_\phi$, где m_ϕ — масса стальной фибры на 1 м³ бетона, принимается в зависимости от назначения ремонтного состава (рекомендуемый расход стальной фибры приведен в табл. 1), ρ_ϕ — плотность стальной фибры, принимаем $\rho_\phi = 7800$ кг/м³; V_{en} — объем воздушных пор, м³, принимаем $V_{en} = 0,008$ м³; V_{mk} — объем микрокремнезема, м³, $V_{mk} = m_{mk} / \rho_{mk}$, где m_{mk} — масса микрокремнезема (рекомендуется 4-6% по массе цемента) в составе ОКМ, ρ_{mk} — плотность микрокремнезема, принимаем $\rho_{mk} = 2000-2300$ кг/м³.

Затем определяются характеристики мелкого заполнителя: модуль крупности ($M_{кр}$), истинная плотность (ρ_n), пустотность (α_n), удельная поверхность (S_n).

Полученный объем цементного теста ($V_{цт}$) определяется по:

$$V_{цт} = V_u + V_e + V_{mk}, \quad (4)$$

где V_u — объем цемента, м³; V_e — объем воды, м³; V_{mk} — объем микрокремнезема, м³.

При комбинированном микроармировании стальной и полимерной фиброй установлено, что при расходе последней не более 1 кг/м³ бетонной смеси, полимерная фибра оказывает незначительное влияние на реологические свойства сталефибробетонной смеси, которыми можно пренебречь. Поэтому следует учитывать влияние только стальной фибры. Дисперсная арматура, при введении её в бетонную смесь, влияет на суммарную удельную поверхность компонентов смеси, как дополнительный заполнитель. При этом изменяется объем цементного теста, по сравнению с

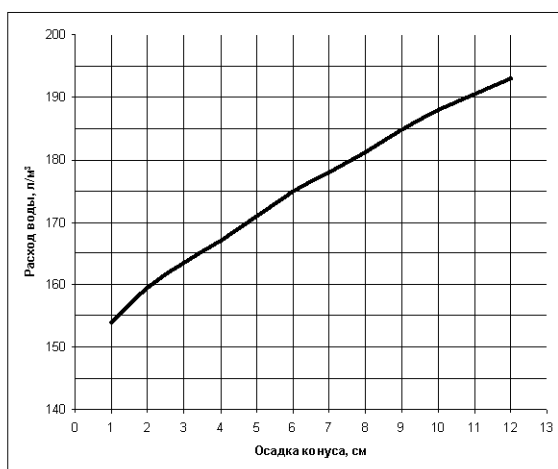


Рисунок 1 — График зависимости влияния водопотребности (B) на осадку конуса (ОК) СФБ смеси.

Таблица 1 — Рекомендуемое содержание стальной фибры для ремонтного состава сталефибробетона

Область применения	Содержание фибры, кг/м ³
Полы промышленного назначения	20-40
Конструкции малоэтажных жилых домов	25-50
Конструкции и сооружения эксплуатирующиеся в условиях атмосферного воздействия	40-120
Конструкции тоннелей, дорог и др. транспортные сооружения	50-100
Защитные, морские и др. особые сооружения	100-120

исходным бетоном, необходимый для формирования оптимальной структуры сталефибробетона.

В расчете на 1 м³ бетона, требуемый объем цементного теста ($V_{цт}^{мп}$) вычисляют из зависимости:

$$V_{цт}^{мп} = (S_n \cdot m_n + S_\phi \cdot m_\phi) \cdot t_u, \quad (5)$$

где S_n — удельная поверхность мелкого заполнителя, м²/кг, определяется графоаналитическим методом в зависимости от модуля крупности песка (рис. 2).

Удельная поверхность стальной фибры (S_ϕ), м²/кг, определяется из зависимости:

$$S_\phi = \frac{4(L_f + \frac{d_f}{2})}{d_f L_f \rho_\phi}, \quad (6)$$

где L_f , d_f — соответственно длина и приведенный диаметр фибры, м; ρ_ϕ — плотность стальной фибры, кг/м³.

В результате назначения состава ремонтного СФБ должно выполняться следующее условие: полученный объем цементного теста ($V_{цт}$) (4) должен быть выше требуемого объема цементного теста ($V_{цт}^{мп}$) (5).

$$V_{цт} > V_{цт}^{мп}. \quad (7)$$

На пробных замесах определяют удобоукладываемость номинальной рассчитанной сталефибробетонной смеси и ее соответствие требуемой. При необходимости вносят соответствующие



Рисунок 2 — График зависимости удельной поверхности песка (S_n) от модуля крупности ($M_{кр}$): m_n — масса мелкого заполнителя, кг, $m_n = V_n \cdot \rho_n$, где V_n — расход мелкого заполнителя в м³ на 1 м³ бетона (3), ρ_n — плотность мелкого заполнителя, кг/м³; S_ϕ — удельная поверхность стальной фибры, м²/кг, m_ϕ — масса стальной фибры на 1 м³ бетона, кг, t_u — оптимальная толщина пленки цементного теста на поверхности заполнителей, м, определяется графоаналитическим методом (рис. 3) в зависимости от принятого В/Ц и Ц/П для исходного мелкозернистого бетона.

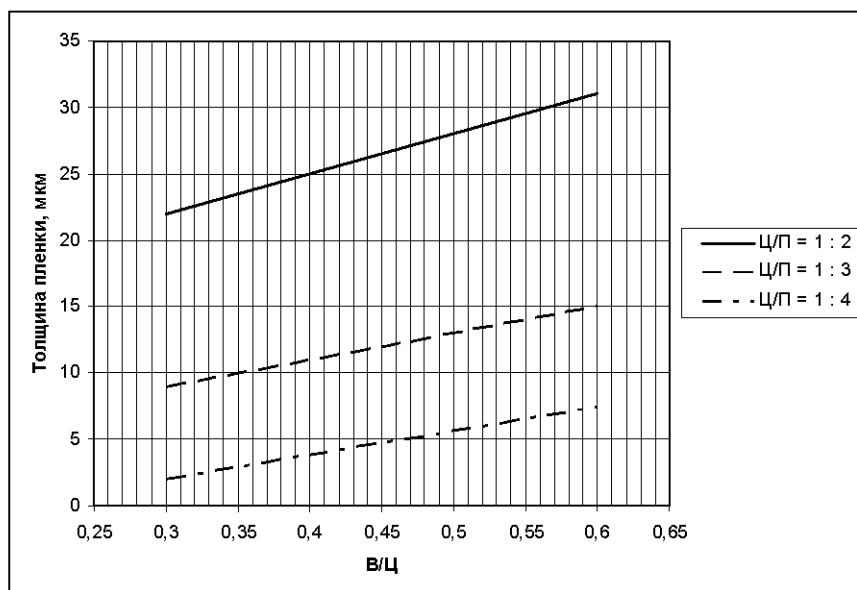


Рисунок 3 — График зависимости толщины пленки цементного теста (t_k) от принятого В/Ц и Ц/П.

поправки в количество применяемого гиперпластификатора. Не рекомендуется увеличивать подвижность смеси путем внесения дополнительного количества воды.

Номинальный состав ремонтного СФБ пересчитывается на один замес бетоносмесителя, при этом принимается объем смесителя 60-80% от его номинальной емкости.

Выводы

1. Предложенный метод назначения специальных видов ремонтных составов СФБ основан на параметрах трехфакторного эксперимента, учитывающего заданную прочность, необходимую толщину цементного теста на поверхности частиц, требуемую удобоукладываемость смеси.
2. Приведен графо-аналитический метод, включающий комплекс расчетных зависимостей для назначения ремонтных составов СФБ.
3. Показано, что применение высокоэффективного гиперпластификатора совместно с микрокремнеземом приводит к существенной оптимизации и увеличению плотности структуры ремонтных СФБ смесей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комар А. Г. Строительные материалы и изделия [текст] / Комар А. Г. Строительные материалы и изделия: Учеб. для инж.-экон. спец. строит. вузов. — 5-е изд., пераб. и доп. — М.: Высшая шк., 1988. — 527 с.: ил. ISBN 5-06-001250-6.
2. Рабинович Ф. Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов [текст] / Рабинович Ф. Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции: Монография. — М.: Издательство АСВ, 2004. — 560 с. ISBN 5-93093-306-5.
3. Рабинович Ф. Н., Романов В. П. О пределе трещиностойкости мелкозернистого бетона, армированного стальными фибрами // Механика композитных материалов. — 1985. — №2. — С. 277-283.
4. Сахошко Е. В., Зайченко Н. М. Самоуплотняющийся бетон в современном монолитном домостроении // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури: Сучасні будівельні матеріали. — Випуск 2009-1(75). — Макіївка, 2009. — С. 112-116.
5. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. Проектирование составов бетона с заданными свойствами. — Ровно: Изд-во РГТУ, 1999. — 202 с.
6. Баженов Ю. М. Технология бетона [текст] / Технология бетона. Учебник. Ю. М. Баженов. — М.: Изд-во АСВ, 2002. — 500 стр. С иллюстрациями. 3-е издание. ISBN 5-93093-138-0.
7. R. F. Feldman. Influence of Condensed Silica Fume and Sand/Cement Ratio on Pore Structure and Frost Resistance of Portland Cement Mortar / reprinted from "Fly Ash, Silica Fume, Slag, and Natural Pouolans in Concrete" Proceedings Second International Conference Madrid, Spain, 1986, ACI, SP-91-47, Vol. 2, p. 973-989 (IRC Paper No. 1397).

Ю. Г. БЕРЕГІЙ

МЕТОД ПРИЗНАЧЕННЯ РЕМОНТНОГО СКЛАДУ ДРІБНОЗЕРНИСТОГО
СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ З КОМБІНОВАНИМ МІКРОАРМУВАННЯМ

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

У статті запропоновано метод призначення спеціальних видів ремонтних складів сталевібробетону, заснований на параметрах трьохфакторного експерименту, що враховує задану міцність, необхідну товщину цементного тіста на поверхні часток, необхідну легкоукладальність суміші. Наведено графо-аналітичний метод, що включає комплекс розрахункових залежностей для призначення ремонтних складів сталевібробетону. Показано, що застосування вискоефективного гіперпластифікатора разом з мікрокремнеземом приведе до істотної оптимізації й збільшення щільності структури ремонтних сталевібробетонних сумішей.

сталевібробетон, дисперсно-армований бетон, дрібнозернистий бетон, ремонт, гіперпластифікатор, мікрокремнезем, состав бетона

YU. G. BEREGIY

INTENDING METHOD OF REPAIR FINE AGGREGATE STEEL FIBER
REINFORCED CONCRETE WITH COMBINED MICRO-REINFORCEMENT

Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture

The intending method was suggested for special types of repair steel fiber reinforced concrete based on three-factor experiment considering required durability, thickness of cement paste on the particles surface required the proper laying of mixture. The graph-analytic method including complex of calculating dependences for design of repair steel fiber reinforced concrete is given. It is shown that the use of high performance hyper-plasticizers together with silica fume leads to significant optimization and compaction of the structure of repair steel fiber reinforced concrete mix.

steel fiber reinforced concrete, fine aggregate concrete, repair, hyper-plasticizer, silica fume, concrete mix

Берегий Юрій Григорович — аспірант кафедри "Технологія будівельних матеріалів, виробів і конструкцій" Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: сталевібробетони, пуццоланізуючі добавки.

Берегий Юрий Григорьевич — аспирант кафедры "Технология строительных материалов, изделий и конструкций" Приднeпровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: сталефибробетоны, пуццоланизирующие добавки.

Beregiy Yuriy Grygorovych — the post-graduate student of the "Technology Building Materials Products and Constructions" Chair of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: steel fiber reinforced concrete, pozzolanic additives.

УДК 624.21

Д. И. БОРОДАЙ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ

Сформулирована общая проблема долговечности железобетонных элементов мостов. Сформулирована задача исследования. Предложена модель оценки ресурса железобетонных элементов мостов на стадии проектирования. Модель позволяет прогнозировать ресурс в функции времени в зависимости от физико-механических свойств бетона и арматуры, типа конструкций, условий эксплуатации. Приведены численные примеры определения долговечности по предлагаемой модели. Проанализированы результаты исследования. Вынесены на обсуждение открытые вопросы.

железобетонные элементы мостов, коэффициент диффузии, коррозия арматуры, защитный слой бетона, долговечность

Проблема

Под долговечностью понимают способность сооружения сохранять работоспособное состояние в течение определенного времени [1]. Долговечность характеризуется через срок службы — время до наступления предельного состояния.

Согласно действующим отечественным нормам [1, 2] срок службы мостов должен составлять:

- для железобетонных монолитных пролетных строений — 100 лет;
- для железобетонных сборно-монолитных пролетных строений — 80 лет;
- для железобетонных сборных пролетных строений — 70 лет.

Считается, что обеспечить заданный срок службы можно путем соблюдения определенных нормативных конструктивных требований (минимально допустимое значение защитного слоя бетона, водоцементного отношения, расхода цемента, минимальной открытой пористости, максимальной плотности, и т.д.). Однако срок службы не закладывается в расчеты на этапе проектирования.

Неопределенность при прогнозировании долговечности мостовых сооружений приводит к тому, что предельные состояния наступают гораздо раньше нормативного срока 100 лет. Это подтверждается текущим техническим состоянием мостов Украины, срок службы которых находится в пределах 30-50 лет [3].

Корпорацией "Укравтодор" эксплуатируется 16059 автодорожных мостов, из которых 96% являются железобетонными. Из них по состоянию на 2005 год 63% мостов не соответствовали нормативным требованиям [3]. Очевидно, что с введением в действие с 1 февраля 2007 года новых норм ДБН В.2.3-14:2006 "Мости та труби. Правила проектування" [2], где увеличиваются классы подвижных нагрузок АК и НК, количество автодорожных мостов, не отвечающих нормативным требованиям, увеличилось.

Цель и задачи исследования

Целью исследования является разработка модели жизненного цикла, позволяющей определить срок службы железобетонных пролетных строений автодорожных мостов на стадии проектирования.

Задачи исследования:

- разработать математическую модель жизненного цикла железобетонных пролетных строений мостов на основе моделей деградации защитного слоя бетона и арматуры в железобетоне;
- определить долговечность типовых пролетных строений мостов при помощи предложенной модели жизненного цикла;
- сравнить полученные результаты с фактической долговечностью пролетных строений.

Предлагаемая модель

Предлагаемая модель жизненного цикла пролетных строений автодорожных мостов основывается на прогнозе коррозионного состояния арматуры в бетоне согласно [7] с выделением двух фаз: инициирования коррозии и развития коррозии арматуры (см. рис.1).

Так как при назначении срока службы мостовых сооружений нормами предлагается опираться на технико-экономические расчеты [8], то логичным видится необходимость знать при проектировании момент наступления различных по своей интенсивности этапов процесса деградации (см. рис.2), чтобы, например, рассмотреть несколько вариантов ремонтных работ (в разные сроки при различных состояниях сооружения) и связанные с ними финансовые затраты.

Срок службы конструкций мостов предлагается оценивать уравнением (1):

$$T = t_0 + t_{cor}, \quad (1)$$

где T — срок службы конструкции, лет; t_0 — время депассивации арматуры (фаза инициирования коррозии), лет; t_{cor} — время активной коррозии арматуры (фаза развития коррозии), лет.

Период инициирования коррозии. Процессы диффузии углекислого газа и хлоридов в бетоне достаточно хорошо изучены [4, 5, 6, 7, 9]. Математически они описываются классическими уравнениями аналитической теории диффузии (уравнения первого и второго законов Фика). Решая эти дифференциальные уравнения, при определенных начальных условиях можно получить выражения для определения времени карбонизации защитного слоя бетона (2) и времени накопления критической концентрации хлоридов у поверхности арматуры (3):

$$\tau_{carb} = \frac{X_c^2}{2 \cdot D_{CO_2} \cdot a^{-1} \cdot (c_1 - c_2)}, \quad (2)$$

$$\tau_{cl} = \frac{X_c^2}{4 \cdot D_{cl} \cdot \left(\operatorname{erf}^{-1} \left(\frac{C_s - C_{crit}}{C_s} \right) \right)^2}, \quad (3)$$

где X_c — толщина защитного слоя бетона, м; D_{CO_2} — коэффициент диффузии CO_2 в глубь бетона, m^2/c (зависит от состава бетона, степени гидратации, содержания влаги); c_1, c_2 — соответственно содержание диоксида углерода на внешней поверхности бетона и на границе карбонизации (бесконечно малая величина), kg/m^3 ; a — количество CO_2 , необходимое для превращения всех способных карбонизироваться продуктов гидратации цемента, kg/m^3 ; D_{cl} — коэффициент диффузии хлоридов в бетоне, m^2/c ; $\operatorname{erf}()$ — функция ошибок Гаусса, C_s и C_{crit} — соответственно концентрация хлоридов на поверхности бетона защитного слоя и критическая концентрация хлоридов на поверхности арматуры, % по массе цемента.

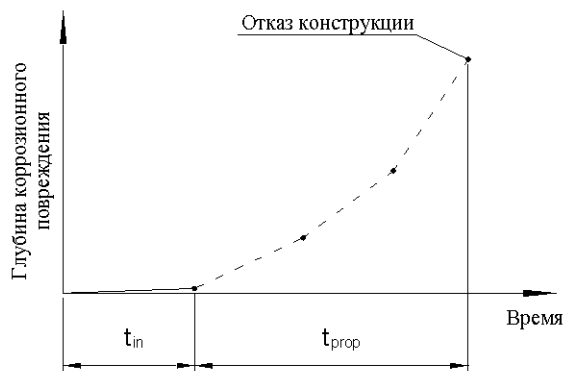


Рисунок 1 — Зависимость глубины коррозионного повреждения арматуры в железобетоне от времени согласно [6].

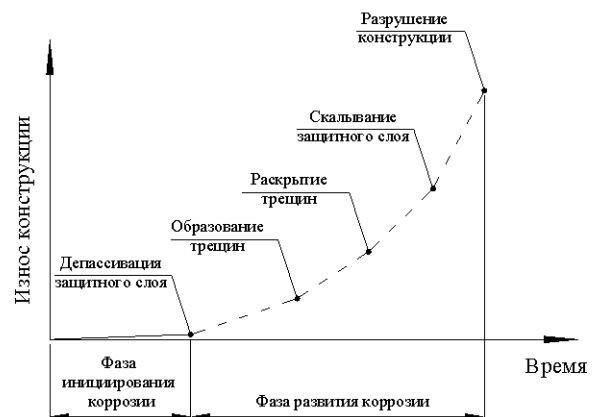


Рисунок 2 — Этапы процесса износа конструкций железобетонных пролетных строений мостов.

Коэффициент диффузии хлоридов в бетоне изменяется во времени и согласно [10] определяется по формуле (4):

$$D_{Cl} = D_{Cl0} \left(\frac{t_0}{t} \right)^\alpha, \quad (4)$$

где D_{Cl0} — начальный коэффициент диффузии хлоридов в бетоне в возрасте $t_0=28$ суток, $\text{м}^2/\text{с}$, который зависит от В/Ц и определяется по формуле (5):

$$D_{Cl0} = 10^{(-12,06 + 2,4 \text{ В/Ц})}, \quad (5)$$

α — показатель степени, зависящий от водоцементного отношения и определяемый по формуле (6):

$$\alpha = 3 \cdot \text{В/Ц} - 0,6. \quad (6)$$

При этом меньшее из полученных значений из выражений (2) и (3) принимается в качестве периода депассивации арматуры t_0 .

Время активной коррозии арматуры предлагается определять для различных этапов деградации арматуры в железобетоне после деградации защитного слоя бетона.

1-й случай — коррозия арматуры не допускается. Тогда $t_{cor} = 0$.

Срок службы определяется значением периода депассивации арматуры — $T = t_0$.

2-й случай — появление продольных трещин: $t_{cor} = \tau_{crack}$.

Время от начала коррозии арматуры до появления трещин определяется согласно модели, предложенной в работе [11], выражением (7):

$$\tau_{crack} = \frac{W_{crit}^2}{2 \cdot 0,105 \cdot \alpha^{-1} \cdot \pi \cdot d \cdot i_{cor}}, \quad (7)$$

где α — отношение молекулярной массы стали к молекулярной массе продуктов коррозии;
 d — диаметр арматуры, м; i_{cor} — плотность тока коррозии, А/м²; W_{crit} — критическое количество продуктов коррозии, вызывающих образование трещин, кг/м.

3-й случай — раскрытие продольных трещин на допустимую ширину.

Экспериментальными исследованиями [12] установлена линейная зависимость между глубиной коррозионного повреждения арматуры и шириной раскрытия трещины на поверхности бетона. Согласно этой работе математическая модель, описывающая процесс раскрытия трещины, имеет вид:

$$\tau_{max} = \frac{\Delta_{max}}{\gamma \cdot c_{cor} \cdot i_{cor}}, \quad (8)$$

где γ — коэффициент пропорциональности, зависящий от физико-механических характеристик бетона; c_{cor} — коэффициент скорости коррозии, зависящий от условий эксплуатации;
 Δ_{max} — максимально допустимая ширина раскрытия трещин, зависящая от типа конструкции и определяемая согласно норм [2], мм.

В этом случае время активной коррозии описывается выражением: $t_{cor} = \tau_{crack} + \tau_{max}$.

4-й случай — скалывание защитного слоя.

Большинство авторов считают, что скалывание бетона начинается при раскрытии трещин шириной более 1 мм [5, 6]. Значит, при помощи уравнения (8) можно определить время от появления трещины на поверхности железобетонной конструкции до момента раскрытия ее на критическую ширину $\Delta_{max} = \Delta_{spall} = 1$ мм.

Таким образом, $t_{cor} = \tau_{crack} + \tau_{spall}$.

5-й случай — разрушение (потеря несущей способности).

Согласно [13] глубина коррозионного повреждения арматуры в железобетоне x_{cor} определяется соотношением (9):

$$x_{cor} = V_{cor} \cdot \alpha_{pit} \cdot t_{cor}, \quad (9)$$

Таблица 1 – Средняя скорость коррозии стальной арматуры в железобетоне V_{cor} в различных условиях эксплуатации согласно [13]

Коррозионное состояние	Условия эксплуатации	$V_{cor,a}$, мм/год
Общая коррозия при карбонизации	на открытом воздухе	0,005
	в помещении	0,002
Питтинговая (локальная) коррозия	сухие	0,004
	переменная влажность	0,03
	в воздухе над морской водой	0,03
	зона периодического смачивания	0,07

где V_{cor} – скорость коррозии арматуры, мм/год; α_{pit} – питтинговый фактор, который учитывает характер коррозии и согласно [13] равняется $\alpha_{pit}=2$ при общей коррозии вследствие карбонизации и $\alpha_{pit}=9,28$ при питтинговой коррозии в случае локального воздействия хлоридов; t – время, лет.

В зависимости от условий воздействия окружающей среды скорость коррозии определяется по формуле (10):

$$V_{cor} = V_{cor,a} \cdot \frac{N_w}{365}, \quad (10)$$

где $V_{cor,a}$ – средняя скорость коррозии арматуры, мм/год, которая определяется исходя из природных условий эксплуатации железобетонного элемента по табл. 1; N_w – число дней в году с осадками более 2,5 мм.

Таким образом, определив зависимость глубины коррозионного повреждения от времени $x_{cor} = f(t_{cor})$, можно определить зависимость площади сечения арматуры от времени коррозии.

В результате уменьшения сечения арматуры из-за коррозии на величину x_{cor} по всему периметру через время t_{cor} от начала коррозии площадь сечения арматурного стержня диаметром d будет определяться выражением (11):

$$A_{cor} = \pi \cdot \left(\frac{d}{2} - x_{cor} \right)^2. \quad (11)$$

Устанавливая минимально допустимые значения площади арматуры расчетом на прочность нормальных сечений в середине пролета и наклонных сечений в приопорном участке, можно определить время снижения площади сечения арматуры до этого значения.

Подводя итог, согласно введенным обозначениям периодов коррозии арматуры зависимость срока службы T от рассматриваемых этапов деградации можно привести в табличной форме.

Анализ модели

На основе приведенной модели жизненного цикла железобетонных элементов мостов были произведены расчеты фактической долговечности пролетных строений на примере типовых плитных конструкций по проекту Белгипродор 5-04-145. В качестве расчетного предельного состояния было

Таблица 2 – Определение срока службы T для различных этапов деградации арматуры

№	Расчетный случай	Срок службы T
1	Начало коррозии арматуры	$T = t_0$
2	Образование продольных трещин	$T = t_0 + \tau_{crack}$
3	Раскрытие продольных трещин	$T = t_0 + \tau_{crack} + \tau_{crit}$
4	Скалывание бетона защитного слоя	$T = t_0 + \tau_{crack} + \tau_{spall}$
5	Разрушение	$T = t_0 + t_{cor}$

Таблица 3 — Статистические параметры выборок

Параметры выборки	Значения по выборкам, лет			
	t_0	t_{cor}	T	$T_{факт}$
Среднее значение	28,6	3,7	37,8	33,0
Минимальное значение	8,0	1,9	16,0	12,0
Максимальное значение	57,1	5,9	64,9	59,0
Стандарт	7,7	0,7	7,7	9,3

принято образование продольных трещин в пролетных строениях (2-й расчетный случай) Предварительные расчеты показали, что в случае использования солей-антиобледенителей срок накопления критической концентрации хлоридов на поверхности арматуры гораздо меньше срока карбонизации защитного слоя.

Расчеты производились при помощи метода статистического моделирования в программной среде MathCAD. Моделировалось 1000 значений периода депассивации арматуры $t_0 = \tau_{cl}$ и периода трещинообразования $t_{cor} = \tau_{crack}$ согласно исходным данным, приведенным в типовом проекте. Срок наступления принятого предельного состояния T определялся путем суммирования двух полученных выборок. Для всех полученных выборок был проведен статистический анализ, результаты которого приведены в табл. 3.

Для оценки полученных результатов был произведен статистический анализ данных фактической долговечности $T_{факт}$ типовых плитных пролетных строений по проекту Белгипродор 5-04-145, полученных в результате обследования технического состояния мостов (см. табл. 3). Сравнивая полученные результаты расчета долговечности с фактическими значениями срока службы мостов, можно сказать, что предложенный алгоритм может использоваться для прогноза сроков службы железобетонных мостов на стадии проектирования.

Выводы и открытые вопросы

Разработана модель жизненного цикла железобетонных элементов мостов на стадии проектирования, которая позволяет прогнозировать срок службы мостов в виде функции времени в зависимости от физико-механических свойств бетона и арматуры, условий эксплуатации.

Модель предлагает рассматривать различные этапы деградации арматуры в конструкции для рассмотрения нескольких вариантов стратегии эксплуатации объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ДБН В.2.3-22:2009 "Мости та труби. Основні вимоги проектування". — Мінрегіонбуд України, К.: 2009. — 52 с.
- ДБН В.2.3-14:2006 "Мости та труби. Правила проектування". — Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства. — К.: 2006. — 359 с.
- Лучко Й.Й., Коваль П.М., Корнієв М.М., Лантух-Лященко А.І., Хархаліс М.Р. Мости: конструкції та надійність / за ред. В.В. Панасюка і Й.Й. Лучка. — Львів: Каменяр, 2005. — (Нац. академія наук України. Фіз.-мех. ін-т ім. Г.В. Карпенка. Довідник). — 989 с.
- DuraCrete/BE95-1347/R14 (1999) "General Guidelines for Durability Design and Redesign", Task 7 Report. — Prepared by COWI Consulting Engineers and Planners AS, Denmark.
- LIFECON; Models for the Prediction of the Residual Service Life. State of the Art Report. Deliverable D3.2, Project G1RD-CT-2000-00378, 2003.
- Edvardsen, C., and Mohr, L. DURACRETE — a guideline for durability-based design of concrete structures. Fib Symposium on Structural Concrete — the Bridge between people. Prague, October 1999.
- K. Tuutti, "Corrosion of Steel in Concrete", Swedish Cement and Concrete Research Institute, S-100 44, Stockholm (1982).
- ДБН В.1.2-14:2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. — К.: Мінрегіонбуд України. 2009. — 37 с.
- Collepardi M., Marcialis A., Turriziani R.: The Kinetics of Chloride Ions Penetration in Concrete, Il cemento, 1970, Vol. 67, pp. 157-164.
- Takewaka, K. and Mastumoto, S., "Quality and Cover Thickness of Concrete based on the Estimation of Chloride Penetration in Marine Environments", ACI SP 109-17, American Concrete Institute, 1988, pp. 381-400.
- Liu, Y., and Weyers, R.E., Modeling the time-to-corrosion cracking in chloride contaminated reinforced concrete structure, ACI Material Journal, No. 6, 95(1998) 675-681.

12. Thoft-Christensen, P. Modelling of the Deterioration of Reinforced Concrete Structures. Proceedings of IFIP Conference on Reliability and Optimization of Structural Systems, Ann Arbor, Michigan, 2000, pp.15-26.
13. DuraCrete: Brite EuRam III Project BE95-1347, Report R4-5, Modelling of Degradation, 1998.

Д. І. БОРОДАЙ

ДОВГОВІЧНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ АВТОДОРОЖНИХ МОСТІВ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Сформульовано загальну проблему довговічності залізобетонних елементів мостів. Сформульовано задачу дослідження. Запропоновано модель оцінки ресурсу залізобетонних елементів мостів на стадії проектування з урахуванням впливу агресивного середовища й напружено-деформованого стану конструкції. Модель дозволяє прогнозувати ресурс у функції часу залежно від фізико-механічних властивостей бетону й арматури, типу конструкцій, умов експлуатації. Наведено чисельні приклади визначення довговічності по запропонованій моделі. Проаналізовано результати дослідження. Винесені на обговорення відкриті питання.

залізобетонні елементи мостів, коефіцієнт дифузії, корозія арматури, захисний шар бетону, довговічність

D. I. BORODAJ

REINFORCED-CONCRETE HIGHWAY BRIDGES LASTING

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The general problem of bridge reinforced concrete elements lasting has been formulated. The research problem has been formulated. It was offered the model of the estimation of bridge reinforced concrete elements resource on the designing. Stage is shown subject to corrosive environment effect and construction deflected mode. This model allows to prognose the resource in time function in dependence of physical and mechanical concrete and armature properties of the strure type, exploitation conditions. The hurderal examples of lasting definition as for suggested model have been given. The open questions have been given for discussing.

bridge reinforced concrete elements, diffusion coefficient, reinforcement corrosion, concrete cover; durability

Бородай Денис Ігорович — аспірант, асистент кафедри технологій будівельних матеріалів, виробів та автомобільних доріг Донбаської національної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: надійність та довговічність транспортних споруд.

Бородай Денис Игоревич — аспирант, ассистент кафедры технологий строительных, материалов, изделий и автомобильных дорог Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: надежность и долговечность транспортных сооружений.

Borodaj Denis Igorovych — a post-graduate student, the assistant of the "Technologies of Building Materials, Products and Automobile Roads" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reliability and lasting of transport constructions.

УДК 691.32

В. А. КОВАЛЬЧУК

Криворожский технический университет

МИНЕРАЛЬНО-ОРГАНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ РЕМОНТА И ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Приведен анализ негативного действия хлоридов на железобетонные конструкции ограждающих морских сооружений, а также конструкций, подвергающихся воздействию веществ, содержащих хлориды. Проанализированы причины опасного действия солей хлоридов на бетон и арматуру. Освещены типичные случаи коррозии бетона и железобетона при действии растворов хлоридов. Рассмотрены вопросы устойчивости сооружений вследствие потери сцепления между старым и новым бетоном. Определены направления обеспечения надежного соединения ремонтного бетона с бетоном, насыщенным хлоридами при помощи минерально-органического материала, вследствие чего обеспечивается связь по поверхности контакта между бетоном поврежденной конструкции ограждающего сооружения и ремонтным бетоном, что оказывает влияние на совместную работу строительной конструкции. Приведены результаты исследования свойств минерально-органического материала на основе кальцийсодержащих веществ, предназначенного для ремонта и восстановления железобетонных конструкций при реконструкции и капитальных ремонтах.

соединение, исследования, прочность сцепления, минерально-органический материал, монолитность бетона, поверхность контакта, коррозия

Морская среда, как известно, оказывает негативное воздействие на материалы ограждающих морских сооружений, а также подвергает серьезному испытанию их элементы. Железобетон является одним из материалов, часто используемых для прибрежных и морских конструкций. Такие сооружения и здания, будь то погруженные в воду или возведенные в прибрежной зоне на море, могут содержать высокий уровень хлоридов. Одним из важных факторов, определяющих ухудшение прочностных свойств железобетона ограждающих морских сооружений, является проникание содержащегося в морской среде хлора [1].

Ограждающие сооружения — элементы инфраструктуры морского порта, занимающие особое место в оборудовании морских портов. Эти сооружения, наиболее тесно связанные с морской средой, должны противостоять экстремальным волновым и ледовым воздействиям. По функциональному назначению они призваны обеспечить защиту внутреннего рейда, причального фронта и морских каналов от волн.

По компоновке ограждающие сооружения различают на молы — сооружения, примыкающие корневой частью к берегу, и волноломы, отделенные от береговой черты. Ограждающие сооружения проектируются на длительный срок эксплуатации, обычно не менее 100 лет. При этом предусматриваются соответствующие запасы прочности и долговечности. Тем не менее, практика показывает, что во многих случаях в результате воздействия штормовых волн через 30-40 лет эксплуатации на сооружениях появляются значительные дефекты и повреждения и возникает необходимость капитального ремонта.

На молах откосного типа повреждения обычно затрагивают два конструктивных элемента - крепления откосов и верхнее строение. Деформация и разрушение откосов обусловлены недостаточным весом бетонных блоков и отсутствием защиты дна перед сооружением. Повреждения верхнего строения проявляются в разрушении защитного слоя бетона, трещинах и разломах бетонных конструкций. На шпунтовых стенках через 15-20 лет эксплуатации отмечается полное разрушение шпунта в зоне заплеска волны, вызванное абразивным воздействием потока наносов [2].

Характерной особенностью моря является его соленость. Соленостью называют количество граммов солей, содержащихся в 1 килограмме воды. Она выражается в тысячных долях, или промилле, и обозначается знаком %. Средняя соленость всех морей и океанов — около 35%. Это значит, что из каждого килограмма воды можно извлечь 35 граммов солей. Черное море из-за его ограниченной связи со Средиземным морем и обильного речного стока имеет соленость около 18%, а Азовское море — около 12%. Средняя соленость у берегов Одессы, омываемых водами Днестра, Дуная и Днестра, занимает промежуточное положение. Она существенно колеблется по сезонам года, в зависимости от величины речного стока и стонно-нагонных явлений.

Морская вода (особенно вода океанов) отличается весьма высоким содержанием солей. Сухой остаток колеблется в пределах 3,3-3,6% массы воды. Общая жесткость ее достигает 140 мг-экв/л; при этом только около 4 мг-экв/л приходится на долю карбонатной жесткости. Морская вода в большой мере обладает коррозионным действием. В морской воде растворено много различных солей, но ведущее место в количественном отношении занимают хлористый натрий (поваренная соль) и сернокислый магний (горькая соль). Значительно меньше солей кальция, калия, стронция и других [3].

Опыт обследования зданий и сооружений из бетона и железобетона позволяет выделить наиболее часто встречающиеся случаи коррозионного повреждения. Можно назвать следующие типичные случаи коррозии бетона и железобетона:

- коррозия стальной арматуры из-за воздействия хлоридных сред;
- коррозия стальной арматуры вследствие карбонизации бетона;
- морозная деструкция бетона, в том числе усиленная присутствием солей;
- повреждение бетона при капиллярном всасывании растворов солей и испарении.

Весьма опасным является действие растворов хлоридов на стальную арматуру в бетоне. При проникании или введении в бетон солей хлоридов он утрачивает пассивирующее действие на стальную арматуру. На поверхности стали развивается электрохимическая коррозия, результатом которой является растворение стали с образованием слоя продуктов коррозии (ржавчины). Образующиеся продукты коррозии оказывают давление на защитный слой бетона, который, не имея высокой прочности при растягивающих напряжениях, разрушается. Многочисленными отечественными и зарубежными исследованиями установлены критические количества хлоридов в бетоне, выше которых возникает опасность коррозии арматуры. Для конструкций с обычной арматурой критическое количество хлоридов зависит от вида цемента и плотности бетона. В международной практике (европейские нормы) в качестве максимально допустимых величин приняты для конструкций с ненапрягаемой арматурой 0,5% ионов хлоридов от массы цемента и 0,1% для предварительно напряженных конструкций.

В практике эксплуатации железобетонных конструкций известно много случаев повреждения вследствие хлоридной коррозии. Прежде всего, это конструкции, подвергающиеся воздействию противогололедных реагентов, морской воды и технологических продуктов, содержащих хлориды (поваренная соль, хлорид калия в составе минеральных удобрений и другие). Разрушению подвержены железобетонные конструкции, на которые попадают названные продукты (мостовые конструкции, дорожные покрытия и элементы обустройства дорог, опоры освещения, подземные конструкции, повреждаемые проникающими в грунт солями, железобетонные конструкции производственных предприятий).

Морская вода содержит сульфаты и механизм действия на бетон аналогичен рассмотренному выше. Кроме химического воздействия, кристаллизация солей в порах бетона может приводить к его разрушению вследствие давления кристаллов соли. Так как кристаллизация происходит там, где вода испаряется, этот вид воздействия наблюдается в надводной части бетона [4].

Первые признаки разрушения железобетонных конструкций обычно проявляются в виде тонких трещин и ржавых пятен и могут сопровождаться выкрашиванием бетона. Эти ржавые пятна и выкрашивание вызываются коррозией (ржавлением) арматуры, образование же трещин может быть обусловлено другими факторами. Разрушению подвергаются и морские сооружения, если не считать механических повреждений бетона в результате прямого или косвенного воздействия волн. В некоторых сооружениях возможно химическое воздействие на бетон, что в особых случаях приводит к быстрому его разрушению. Разрушение части сооружения после ремонта происходит, как правило, вследствие полной или частичной потери сцепления между старым и новым бетоном. Прочность такого сцепления непосредственно связана с качеством подготовки бетонной поверхности основной конструкции [5].

Железобетон причала попеременно то насыщается раствором соли, то высушивается. Вследствие

чего повышается концентрация раствора в теле бетона, происходит кристаллизация соли в порах, и бетон разрушается. Повышение концентрации хлоридов в бетоне вызывает ускоренную коррозию бетона, и сооружение может выйти из строя за несколько лет [6].

Совместная работа строительной конструкции и бетона, который на нее наносится, обеспечивается качеством их контактной зоны, что характеризуется, в первую очередь, цельностью контакта и его прочностью. Проблема обеспечения монолитности бетона при ремонте и восстановлении существующих железобетонных конструкций является очень важной для общей прочности и устойчивости сооружения. В настоящее время эта задача обеспечивается использованием минеральных, минерально-полимерных и полимерных вяжущих [7, 8].

Ссылаясь на известные исследования в области адсорбции разных органических веществ на поверхности твердых тел и их адгезионного сцепления, разработан минерально-органический материал (МОМ), целесообразность использования которого доказана исследованиями и приведена в публикациях [9].

Опытами установлено, что введение в систему "глицериды ненасыщенной жирной кислоты — железосодержащее вещество" окисла щелочноземельного металла — кальция способствует повышению прочности сцепления этой системы с бетоном. Однако, как показали опыты, компоненты, которые содержат кальций, по прочности сцепления МОМ с бетоном можно разложить в последовательный ряд по уменьшению прочности сцепления МОМ с бетоном: портландцемент > известь > мел > гипс.

Проведенные дальнейшие исследования дали основание убедиться в прочном сцеплении минерально-органического материала со "старым" бетоном, насыщенным хлоридами, и "новым" (ремонтным) бетоном, с помощью которого обеспечивается связь по поверхности контакта между бетоном поврежденной конструкции в результате воздействия хлоридных сред и ремонтным бетоном, что оказывает влияние на совместную работу строительной конструкции.

Для определения прочности сцепления минерально-органического материала с поверхностью затвердевшего ("старого") бетона, насыщенным хлоридами, использовались образцы этого бетона, изготовленные из бетонной смеси одного состава, после 28 суточного твердения в нормальных условиях. При проведении эксперимента на поверхность образцов, предварительно выдержанных в емкости с морской водой, с помощью шпателя наносился слой минерально-органического материала. После выдержки его в течение определенного планом эксперимента времени, на минерально-органический материал наносился слой ремонтного бетона. После 28 суточного твердения к ремонтному бетону приклеивались металлические пластины, которые имели специальные металлические крепления. После этого проводились испытания прочности сцепления при осевом растяжении (рис. 1).

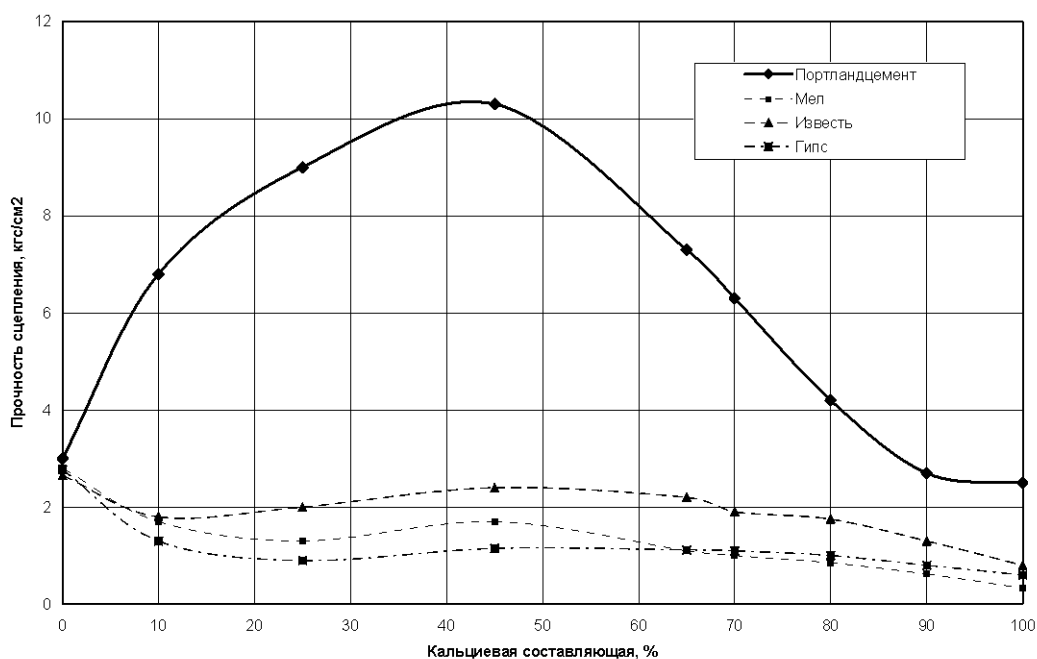


Рисунок 1 — Прочность сцепления МОМ с бетоном.

Кроме этого определено, что влажность бетона, на который наносится полученный материал, не влияет на прочность их сцепления. Как показали результаты исследований, прочность сцепления минерально-органического материала зависит от его состава, достигая величины когезии цементных бетонов, на поверхность которых его наносили. Проведенные исследования показали возможность применения разработанного минерально-органического материала при ремонте строительных конструкций путем обетонирования.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Разработанный минерально-органический материал на основе глицеридов, минералов, которые содержат железо, и вещества, которые содержат кальций, имеет высокую прочность сцепления как с бетоном, насыщенным хлоридами, так и с ремонтным бетоном.
2. С помощью разработанного материала можно создавать прочное сцепление между железобетонной конструкцией и бетоном элементов, которые ее усиливают.
3. Минерально-органический материал, благодаря образованию ремонтного гидрофобного слоя, обеспечивает защиту арматуры от коррозии, которая может иметь место в результате агрессивных действий хлоридов и потере защитных свойств бетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. J. Overbeek, van der Horst. Revaluation of Concrete Design in Marine Engineering // Delta of Marin Consultants of BV // TU Delft faculty of building and Geo of sciences, Netherlands. — 2007, 186 P.
2. Стольников В.В. Исследования по гидротехническому бетону. — М.: Стройиздат, 1982. — 256 с.
3. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. — М.: Стройиздат, 1985. — 387 с.
4. Невиль А.М. Свойства бетона. — М.: Издательство литературы по строительству, 1972. — 358 с.
2. Перкинс Ф. Железобетонные сооружения: Ремонт, гидроизоляция и защита. Пер. с англ., 1990. — 257 с.
6. Бик Ю.И., Щербинина М.А. Воздействие окружающей среды на несущую способность причальных набережных. - Сб. трудов. Новосибирская государственная академия водного транспорта, Новосибирск: 1991. — 237 с.
7. Микульский В.Г., Козлов В.В. Склеивание бетона. — М.: Стройиздат, 1975. — 236 с.
8. Кротова Н.А. Склеивание и прилипание. — М.: Изд-во АН, 1980. — 238 с.
9. Шипшин А.А., Ковальчук В.А. Минерально-органический материал для ремонта строительных конструкций / Материалы V Международной научно-практической конференции "Ставки современна наук — 2007", том. 9 "Технологии Здание и архитектура", София: "Бял ГРАД-БГ" ООД, 2007.

В. А. КОВАЛЬЧУК

МІНЕРАЛЬНО-ОРГАНІЧНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ РЕМОНТУ ТА ВІДНОВЛЕННЯ
БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Криворізький технічний університет

Приведено аналіз негативної дії хлоридів на залізобетонні конструкції захисних морських споруд, а також конструкцій, які піддаються дії речовин, що містять хлориди. Проаналізовано причини небезпечної дії солей хлоридів на бетон і арматуру. Висвітлено типові випадки корозії бетону і залізобетону при дії розчинів хлоридів. Розглянуто питання стійкості споруд унаслідок втрати зчеплення між старим і новим бетоном. Визначено напрями забезпечення надійного з'єднання ремонтного бетону з бетоном, насиченим хлоридами за допомогою мінерально-органічного матеріалу, внаслідок чого забезпечується зв'язок по поверхні контакту між бетоном пошкодженої конструкції захисної споруди і ремонтним бетоном, що впливає на спільну роботу будівельної конструкції. Приведено результати дослідження властивостей мінерально-органічного матеріалу на основі кальційвміщуючих речовин, призначеного для ремонту і відновлення залізобетонних конструкцій при реконструкції і капітальних ремонтах.

з'єднання, дослідження, міцність зчеплення, мінерально-органічний матеріал, монолітність бетону, поверхня контакту, корозія

V. A. KOVALCHUK

MINERAL-ORGANIC MATERIAL FOR REPAIR AND BUILDING STRUCTURES
RESTORATION

Krivorozhsk Engineering University

The analysis of negative action of chlorides on the reinforced-concrete structures of wall marine buildings as well as on the structures which are exposed to influence of matters containing chlorides has been given. The reasons of dangerous of salts influence of chlorides on the concrete and armature are analysed. Typical cases of concrete and reinforced concrete corruptions while action of chlorides solutions have been considered. The questions of stability of buildings when they loss of coherence between the old and new concrete have been. Directions of providing reliable connection of repair concrete with a concrete saturated with chlorides of mineral-organic material, owing to the connection is provided on the surface of contact between the concrete of the damaged structure of wall building and the repair concrete, that has influence on the joint operation of the a building construction have been determined. The results of research of mineral-organic material properties on the basis of calcium matters, intended for repair and renewal of reinforced-concrete structures while reconstruction and caputal repairs have been given.

joint, investigation, adhesive strength, mineral-organic material, concrete monolithic, surface of connection, corrosion

Ковальчук Віталій Анатолійович — старший викладач кафедри технології будівельних виробів, матеріалів та конструкцій Криворізького технічного університету. Наукові інтереси: будівельні матеріали і вироби.

Ковальчук Виталий Анатольевич — старший преподаватель кафедры технологии строительных изделий, материалов и конструкций Криворожского технического университета. Научные интересы: строительные материалы и изделия.

Koval'chuk Vitaly Anatoliyovych — the senior lecture of the "Technology of Building Wares, Materials and Structures" Chair of Krivorozhsk Engineering University. Scientific interests: building materials and wares.

УДК 625.852

В. П. КОРЮК

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЕКТОРНОГО ПРЕССА

Рассмотрен метод моделирования уплотнения асфальтобетонных смесей секторным прессом, разработанным кафедрой дорожно-строительных материалов и химии Национального транспортного университета и изготовленный на опытно-производственном предприятии ДНТЦ "Дор'якість". Выполнено совершенствование равномерного тепломассообмена в термоизоляционном шкафу секторного пресса. Для этого на крышку шкафа установлен дополнительный двигатель с двумя крыльчатками. Конструкцией системы предусмотрена не только циркуляция потока горячего воздуха внутри шкафа, но и охлаждение двигателя. Увеличено расстояние между осями колес тележки, что позволило устранить биение при минимальном наклоне сектора и предупредить образование "волн" и неровностей, возникающих при уплотнении.

уплотняемость асфальтобетонных смесей, секторный пресс, модернизация системы секторного пресса

Известно, что наибольшее распространение при уплотнении асфальтобетонного покрытия получили дорожные катки (рис.1а). В лабораторных условиях такое уплотнение, как правило, осуществляется при помощи гидравлического пресса в цилиндрических формах [1-3], а также может осуществляться секторным прессом (рис.1б), который в значительной степени моделирует работу гладковальцевого катка, создавая похожие условия формирования структуры асфальтобетона.

Секторный пресс, разработанный кафедрой дорожно-строительных материалов и химии НТУ и созданный на опытно-производственном предприятии ДНТЦ "Дор'якість", предназначен для уплотнения образцов (рис. 2) из асфальтобетонной смеси (плита 230х160 мм, и высотой до 80 мм) для их последующих стандартных лабораторных испытаний.

Критерием качественного уплотнения на секторном прессе был принят коэффициент уплотнения в соответствии с п. 26 ДСТУ Б В.2.7-89-99 [3]. Для обеспечения качественного уплотнения потребовались работы по усовершенствованию конвекционного оборудования секторного пресса и механической подвижной части уплотняющего оборудования.

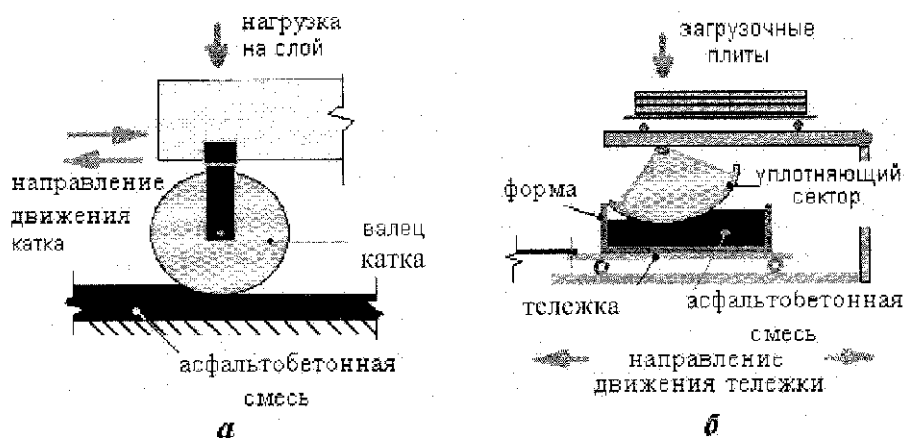


Рисунок 1 — Схема уплотнения асфальтобетона: а) гладковальцевым катком; б) секторным прессом.

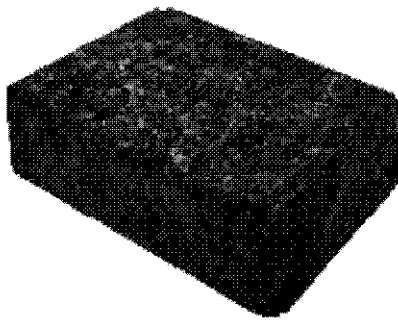


Рисунок 2 — Внешний вид уплотненной асфальтобетонной плиты.

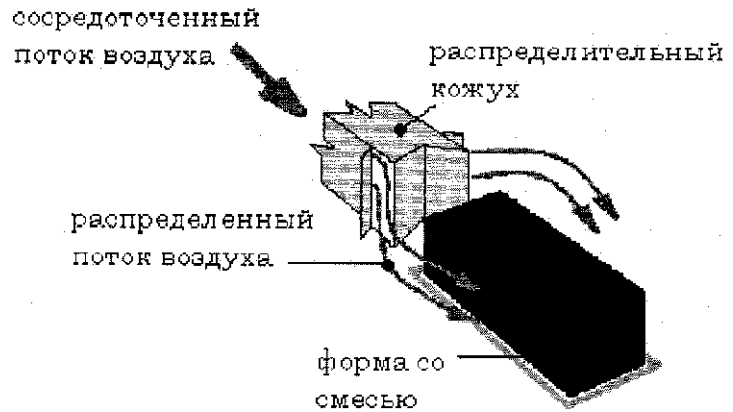


Рисунок 3 — Схема распределения горячего воздушного потока.

Первым этапом стало изменение теплообмена в термоизоляционном шкафу секторного прессы. Установка кожуха, направляющего поток воздуха от нагревательного ТЭНа, позволила достаточно равномерно распределить показатели температур в объеме термоизоляционного шкафа секторного прессы (рис. 3). Для получения информации о распределении температур в объеме термошкафа производились измерения температуры в трех различных по высоте точках, указанных на (рис. 4).

Измерение температур показывает, что в заводском варианте термошкафа температура на датчике (2) значительно отличалась от температуры на формовочной плите (1), а в верхней части шкафа (3) она была максимальна. После одного часа обогрева температура на плите была равна 33°C , в датчике 49°C , а в верхней точке 73°C .

Для выравнивания температур на крышку шкафа был установлен дополнительный двигатель с двумя крыльчатками. Конструкцией системы предусмотрена не только циркуляция потока горячего воздуха внутри шкафа, но и охлаждение самого двигателя (рис. 5).

Разница температур до усовершенствования на датчике и плите составила 16°C , разница температур в верхней точке и датчике составила 23°C . Разница между температурами, после установки дополнительной крыльчатки составила, соответственно, 4°C и 13°C (рис. 6).

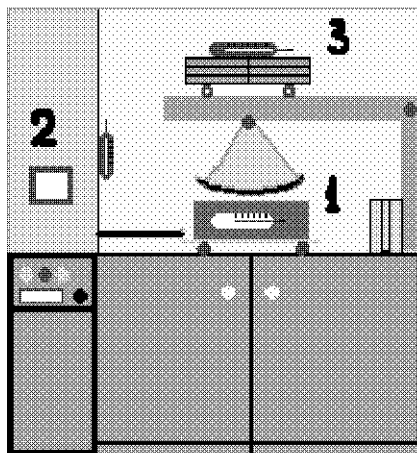


Рисунок 4 — Схема расположения температурных датчиков.

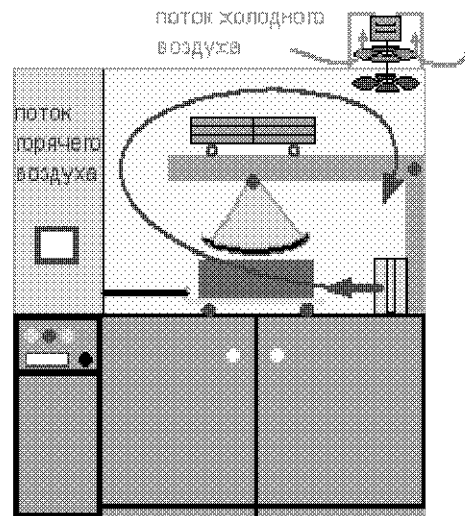


Рисунок 5 — Схема циркуляции потоков в реконструированном термошкафу.

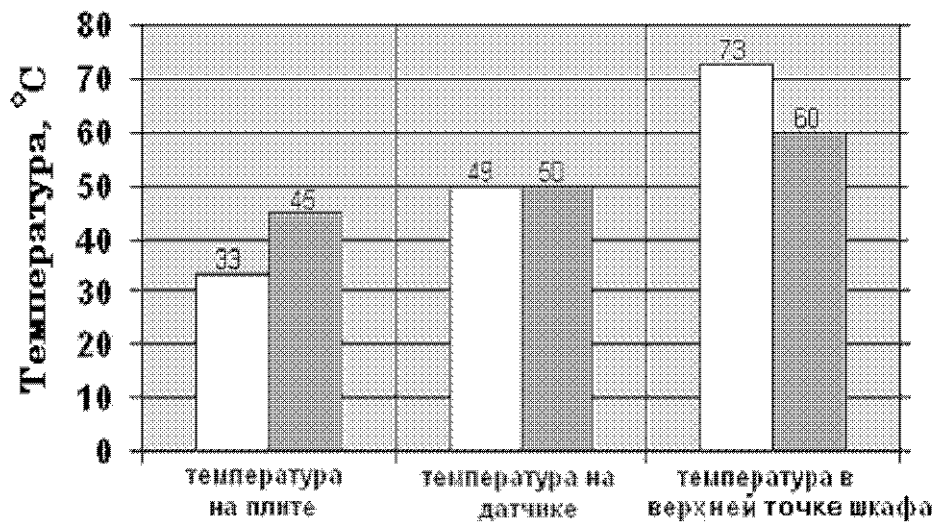


Рисунок 6 — Диаграмма распределения температуры в шкафу секторного прессы до и после установки дополнительной крыльчатки: с — до установки; g — после установки.

Для устранения нежелательных динамических нагрузок при укатке и обеспечения плавности наката сектора на уплотняемую плиту в конструкцию прибора были внесены некоторые изменения. Они заключались в увеличении расстояния между осями колес тележки, что позволило устранить биение при минимальном наклоне сектора и предупредить образование "волн" и неровностей, возникающих при уплотнении.

В заводском варианте давление сектора передавалось через рабочий орган на смесь и форму. В свою очередь форма передавала давление на тележку, у которой ось колесной базы не совпадала с осью приложенной к ней силы. При этом создавался момент, который приводил к отрыву формы от основы и биению (рис. 7 а и б).

Увеличение расстояния между осями колес на секторном прессе помогло устранить дефекты, которые способствовали образованию "волн" во время уплотнения образца при ударе.

Выводы. Внесение изменений в конструкцию секторного прессы позволило повысить точность и достоверность получаемых результатов при использовании лабораторного уплотняющего прибора. Процесс нагревания всего объема воздуха в шкафу проходит плавно и постепенно, а образцы после уплотнения имеют правильную геометрическую форму. Использование секторного прессы в производственных и исследовательских лабораториях будет способствовать лучшему моделированию, по сравнению с рекомендациями ДСТУ, уплотнения на дороге и более объективному прогнозированию качества асфальтобетона.

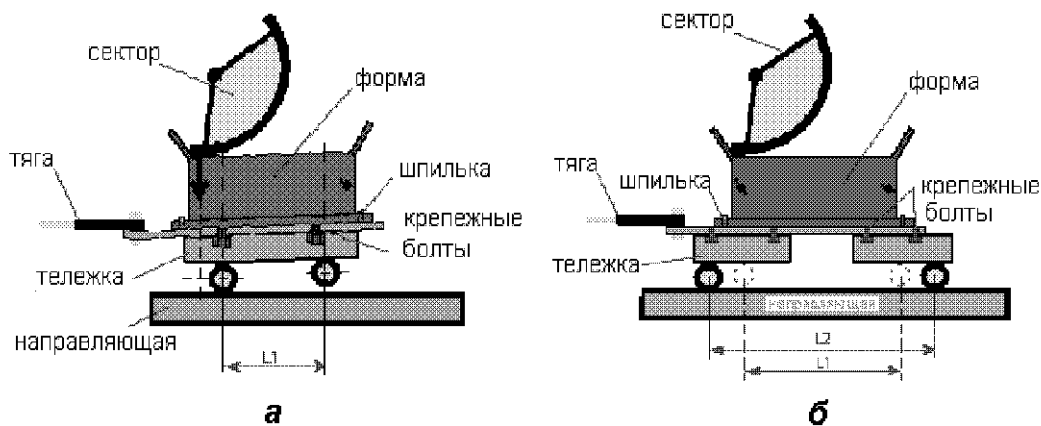


Рисунок 7 — Схема расположения колесной базы на тележке: а) до реконструкции; б) после реконструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грушко И.М. Дорожно-строительные материалы / И.М.Грушко, И.В. Королев, И.М. Борщ, Г.М. Мищенко. — М.: Транспорт, 1991. — 357 с.
2. Строительные материалы. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон дорожный и аэродромный. Технические условия: ДСТУ Б В.2.7-119-2003 — [Действующий с 2003.25.02]. — К.: Госстрой Украины, 2003. — 45 с.
3. Строительные материалы. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний: ДСТУ Б В.2.7-89-99 — [Действующий с 1999.13.10]. — К.: Госстрой Украины, 2000. — 45 с.
4. Золотарёв В.А. Исследование асфальтобетонов различной макроструктуры // Автореферат на соискание научной степени кандидата технических наук — Харьков. — 1967. — 16 с.
5. Золотарев В.А. Долговечность дорожных асфальтобетонов. — Харьков: Вища шк., 1977. — 116 с.

В. П. КОРЮК

УДОСКОНАЛЕННЯ СЕКТОРНОГО ПРЕСУ

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Розглянуто метод моделювання ущільнення асфальтобетонних сумішей секторним пресом, який розроблено кафедрою дорожньо-будівельних матеріалів і хімії Національного транспортного університету і виготовлений на дослідно-виробничому підприємстві ДНТЦ "Дор'якість". Виконано вдосконалення рівномірного тепломасообміну в термоізоляційній шафі секторного пресу. Для цього на кришку шафи встановлено додатковий двигун з двома крильчатками. Конструкцією системи передбачено не лише циркуляція потоку гарячого повітря у шафі, але і охолодження двигуна. Збільшено відстань між вісями коліс візка, що дозволило усунути биття при мінімальному нахилу сектора і попередити утворення "хвиль" і нерівностей, що виникають при ущільненні.

ущільненість асфальтобетонних сумішей, секторний прес, модернізація системи секторного пресу

V. P. KORJUK

IMPROVEMENT OF THE SECTOR PRESS

Kharkov National Automobile-Road University

A method of modelling of compression of bituminous concrete mixtures by sectoral press, elaborated by the Chair of "Road-Building Materials and Chemistry" of National Transport University and manufactured of the pilot-scale enterprise DNTC "Dor'yakist" is considered. The perfection of proportional thermo exchange in the thermo-insulated case of sectoral press has been carried out. For this purpose on the case lid of an additional engine with two spinners was set. With the system design is foreseen not only the stream circulation of hot air into the case, but the of engine cooling. The distance between the axes of cart wheels was increased, which allowed to remove beating at minimum inclination of sector and to warn formation of "waves" and unevenness, arising while a compression.

compactibility of bituminous concrete mixtures, sectoral press, modernization of the system of sectoral press

Корюк Володимир Павлович — студент Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. Наукові інтереси: розробка технології ущільнення асфальтобетонних сумішей на секторному пресі.

Корюк Владимир Павлович — студент Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. Научные интересы: разработка технологии уплотнения асфальтобетонных смесей на секторном прессе.

Korjuk Volodymyr Pavlovych — the student of the Kharkov National Automobile-Road University. Scientific interests: working out of technology asphalt-concreting mixtures compression on the sector press.

УДК 624.074.04

А. Б. ПЕЛЕХ, М. І. СУРМАЙ, Г. М. ОЛЕКСИН

Національний університет "Львівська політехніка" (м. Львів, Україна)

ЗНИЖЕННЯ МІЦНОСТІ ДЕРЕВ'ЯНИХ ДОЩАТОКЛЕЄНИХ КОНСТРУКЦІЙ ВНАСЛІДОК ДІЇ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Клеєні дерев'яні конструкції характеризуються низкою переваг у порівнянні з конструкціями з суцільної деревини, зокрема позбавлені значної частини природних недоліків деревини (неоднорідність, наявність сучків і пороків, вплив вологості). Відповідно підвищилася надійність конструкцій, оскільки клеєна деревина володіє постійними механічними властивостями. В той же час для забезпечення необхідної надійності і довговічності сучасні норми проектування вимагають виконання розрахунку цих конструкцій з врахуванням високотемпературного впливу. Представлено методику і результати дослідження роботи центральностиснутих дерев'яних дощатоклеєних колон при локальній дії високих температур. Виконано аналіз отриманих результатів експериментальних досліджень.

дощатоклеєні конструкції, межа вогнестійкості, високотемпературний локальний нагрів, критичний вигин

Формулювання проблеми. Тривалий час для виготовлення дерев'яних конструкцій використовувалася суцільна деревина, що обмежувало можливості проектування перекриття великих прольотів. З появою клеєних дерев'яних конструкцій вдалося уникнути значної частини природних недоліків деревини (неоднорідність, наявність сучків і пороків, вплив вологості) відповідно підвищилася надійність конструкцій, оскільки клеєна деревина володіє постійними механічними властивостями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дерев'яні конструкції являються легкими (середня щільність 500-700 кг/м³) та недорогими, мають велику сировинну базу. Зростанню попиту на дощатоклеєні конструкції сприяє легкість монтажу та відсутність при зведенні мокрих процесів, а також значно більша межа вогнестійкості, оскільки невелика теплопровідність матеріалу, масивність і цілісність перерізів дає можливість зберігати несучу здатність при пожежі набагато довше, ніж металевим, які втрачають її при температурі 450-500° С. У зв'язку з цим для забезпечення необхідної надійності і довговічності сучасні норми проектування вимагають виконання розрахунку цих конструкцій з врахуванням високотемпературного впливу [1].

Мета. Зменшення перерізу дерев'яних конструкцій при пожежі внаслідок обвуглювання деревини призводить до руйнування, оскільки навантаження сприймається необвугленою частиною перерізу, і несуча здатність знижується в результаті зменшення площі перерізу. Під дією експлуатаційного навантаження в міру зменшення перерізу зростає напруження в конструкції, а в момент досягнення ними граничних значень міцності деревини відбувається руйнування. Відповідно на межу вогнестійкості конструкції впливає швидкість обвуглювання деревини, а також нерівномірна зміна міцності деревини при нагріванні, що на сьогодні теж є не вивченим.

У 2009 році на кафедрі БКМ НУ "Львівська політехніка" авторами були проведені експериментальні дослідження високотемпературного впливу локальної пожежі на зразки дерев'яних колон розмірами 100x100x1000 мм без захисту (марки К.1) та із захистом одним шаром гіпсокартону (марки К.2). Дія високої температури була передбачена в зоні найбільш імовірного руйнування при випробуванні на міцність, а саме по середині висоти колони. Розрахунок колон як центрально-стиснутих елементів проводився згідно з СНиП II-25-80 "Деревянные конструкции" [2].

Навантаження на зразок колони створювалося гідравлічним домкратом через дві шарнірні опори (одна — шарнірно нерухома, друга — шарнірно рухома) і контролювалося манометром насосної станції. Вигин зразка f вимірювався прогиномірами Аістова (ПА), які були встановлені відповідно до рис.1, а.

© А. Б. Пелех, М. І. Сурмай, Г. М. Олексин, 2010

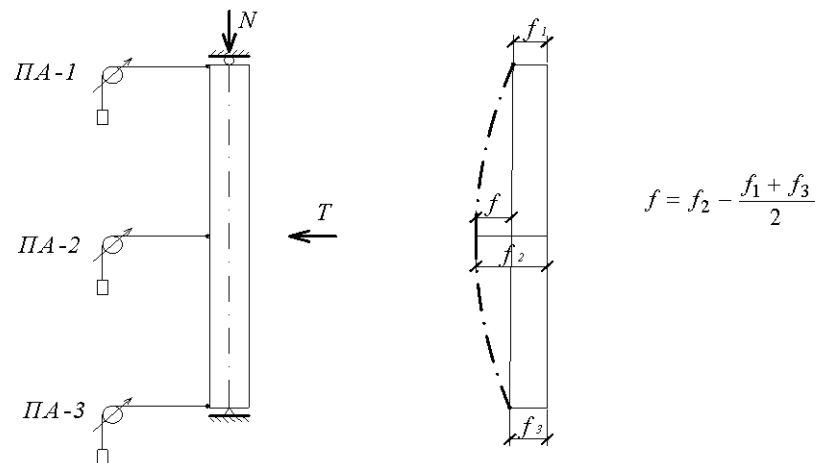


Рисунок 1 — Схема монтажу приладів (а) для визначення експериментального значення вигинів (б).

Високотемпературний локальний вплив на колони створювався за допомогою електричної муфельної печі по середині висоти колони та був близьким до стандартної температурної кривої пожежі. Температура в печі і в перерізі елементу на різній глибині з кроком 5 мм від поверхні, що нагрівається, вимірювалася хромель-алюмелевими термопарами, сполученими з вимірювальним перетворювачем ПВІ-0298, що передавав інформацію на персональний комп'ютер.

Глибина обвуглювання визначалася з графіків $T(t)$ термопар (рис. 2, 3). Фронт обвуглювання переміщався перерізом по мірі нагрівання деревини до температури 300°C , при якій утворювався обвуглений шар [3]. Після закінчення експерименту та охолодження зразків, зруйновані колони розпилювали в зоні горіння і в трьох точках замірювали остаточну глибину обвуглювання кожної з них. Межа розподілу між обвугленою та необвугленою деревиною мала порівняно різкий температурний градієнт, тому чітко було видно кінцевий фронт обвуглювання деревини.

Значення швидкості обвуглювання деревини з незахищеною поверхнею становило 0.76 мм/хв , а в зразку, захищеному вогнетривким гіпсокартоном, — 0.3 мм/хв . Отримане значення швидкості обвуглювання незахищеної деревини є близьким до значень $0.6 - 1.0\text{ мм/хв}$, регламентованих ISO 834, DIN 41025 та JIS 13014 [4].

Результати замірів, а також визначені швидкості обвуглювання деревини колон приведені в табл. 1.

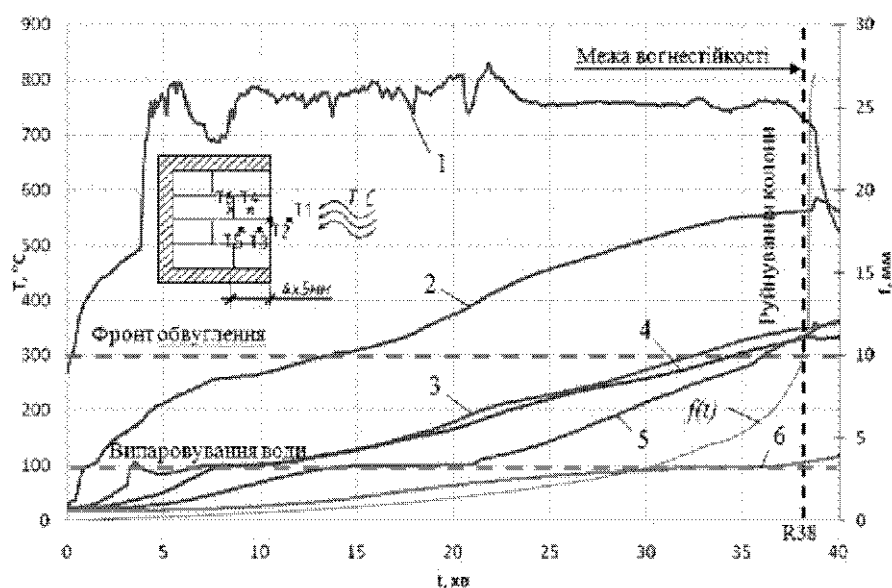


Рисунок 2 — Покази термопар T_i в перерізі дощатоклеєної колони К.1 і графік кривої деформацій вигину $f(t)$.
1...6 — графіки $T(t)$ термопар.

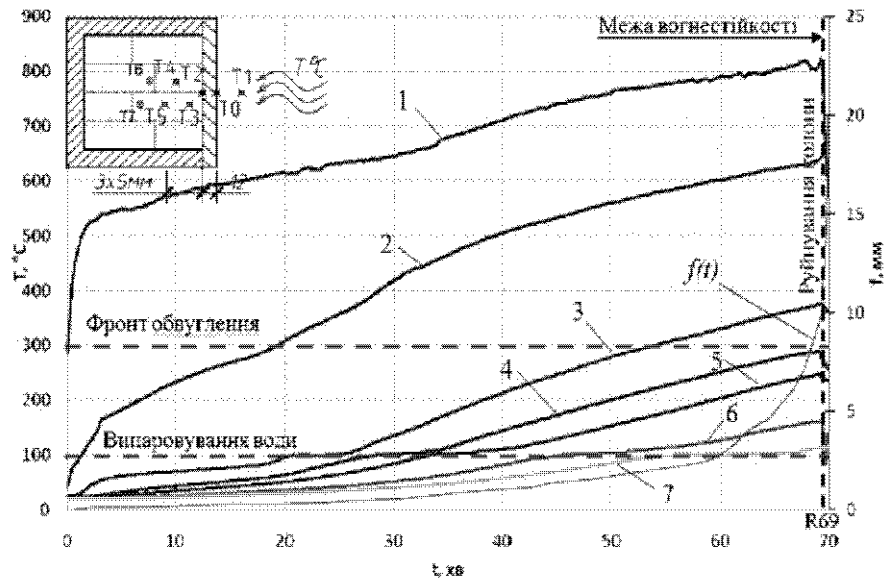


Рисунок 3 — Покази термодар T_i в перерізі дощатоклеєної колони К.2 і графік кривої деформацій вигину $f(t)$. 1...7 — графіки $T(t)$ термодар.

Таблиця 1 — Зведені дані глибин та швидкостей обуглювання зразків-колон

Колона	Час дії температури t , хв	Глибина обуглювання $d_{char,0}$, мм			Середнє значення максимальної глибини обуглювання $d_{char,0}$, мм	Швидкість обуглювання β , мм/хв
		т.1	т.2	т.3		
К.1	24.83	19	17	21	19	0.76
К.2	39.59	9	14	12	11.7	0.3

В момент прикладання печі до зразка напруження в перерізі становило

$$\sigma_0 = \frac{N}{F_{нт}} + \frac{M_d}{W_{розр}} = \frac{N}{b \cdot h_0} + \frac{N \cdot f_0 \cdot 6}{\xi \cdot b \cdot h_0^2} = 1.0 \left[\frac{\kappa H}{\text{см}^2} \right], \quad (1)$$

де $M_d = \frac{M}{\xi}$, $M = N \cdot f$, $\xi = 1 - \frac{N}{\varphi \cdot R_c \cdot F_{бр}}$, $W_{розр} = \frac{b \cdot h_0^2}{6}$, f_0 — значення вигину конструкції внаслідок прикладання зовнішнього навантаження, h_0 — початкова висота перерізу колони.

Після початку дії температури роботу колони умовно розділили на дві стадії: I — до моменту обуглювання поверхні ($T < 300^\circ \text{C}$), II — від початку обуглювання поверхні ($T \geq 300^\circ \text{C}$) до моменту руйнування конструкції.

В першій стадії напруження в перерізі колони визначалися за формулою:

$$\sigma_1 = \frac{N}{F_{нт}} + \frac{M_d}{W_{розр}} = \frac{N}{b \cdot h_0} + \frac{N \cdot f \cdot 6}{\xi \cdot b \cdot h_0^2} = \left[\frac{\kappa H}{\text{см}^2} \right], \quad (2)$$

де f — значення вигину конструкції.

Друга стадія характеризувалася початком обуглювання поверхні колони. Відповідно частина перерізу, що знаходилася за фронтом обуглювання, перестала сприймати зусилля. Внаслідок цього утворився ексцентриситет e_d , що збільшив напруження в перерізі.

$$\sigma_{II} = \frac{N}{F_{нт}} + \frac{M'_{Д}}{W_{розр}} = \frac{N}{b \cdot (h_o - d_{char,o})} + \frac{N \cdot (f + 0.5 \cdot d_{char,o}) \cdot 6}{\xi \cdot b \cdot (h_o - d_{char,o})^2} = \left[\frac{\kappa H}{\text{см}^2} \right], \quad (3)$$

$$\text{де } M'_{Д} = \frac{M'}{\xi'}, \quad M' = N \cdot (f + e_d), \quad \xi' = 1 - \frac{N}{\varphi' R_c \cdot F_{бп}}, \quad W_{розр} = \frac{b \cdot (h_o - d_{char,o})^2}{6}, \quad e_d = \frac{d_{char,o}}{2},$$

e_d — ексцентриситет перерізу з обвугленою частиною, $d_{char,o}$ — глибина обвуглювання перерізу.

Напруження в перерізі колони склалися з температурних напружень σ_T і напруження σ_P , що створювалося самим навантаженням впродовж всього експерименту. Відповідно під час першої стадії напруження $\sigma_{I,P}$ знаходилось за формулою:

$$\sigma_{I,P} = \frac{N}{F_{нт}} = \frac{N}{b \cdot h_o}, \quad (4)$$

а температурна складова $\sigma_{I,T}$ становила:

$$\sigma_{I,T} = \sigma_I - \sigma_{I,P} = \frac{M_{Д}}{W_{розр}} = \frac{N \cdot f \cdot 6}{\xi \cdot b \cdot h_o^2}. \quad (5)$$

Під час другої стадії роботи колони напруження $\sigma_{II,P}$ і $\sigma_{II,T}$ знаходились за формулою:

$$\sigma_{II,P} = \frac{N}{F_{нт}} + \frac{N \cdot d_{char,o}}{2 \cdot \xi \cdot W_{розр}}, \quad \sigma_{II,T} = \sigma_{II} - \sigma_{II,P} = \frac{N \cdot f}{\xi \cdot W_{розр}}. \quad (6, 7)$$

Отже, напруження від навантаження σ_P зростало за рахунок зменшення висоти перерізу h_o на величину глибини прогорання $d_{char,o}$. Відповідно частина напруження, спричинена цим фактором, знаходилась за формулою:

$$\Delta \sigma_P = \sigma_P - \sigma_P^o = \frac{N \cdot d_{char,o}}{2 \cdot \xi \cdot W_{розр}}; \quad (8)$$

Чисте напруження від температури на колону відповідно становило:

$$\sigma_T^o = \sigma_T - \Delta \sigma_T. \quad (9)$$

Отже, чисте температурне напруження в конструкції буде знаходитись за формулами:

$$\sigma_{I,T}^o = \frac{M_{Д}}{W_{розр}}, \quad \sigma_{II,T}^o = \frac{N \cdot f}{\xi \cdot W_{розр}} \left(1 - \frac{F_{нт} \cdot d}{2 \xi \cdot W_{розр} + F_{нт} \cdot d} \right). \quad (10, 11)$$

Графіки напружень зображені на рисунках 4, 5.

Висновки. Дана стаття є описовою і стосується конкретного експерименту. Матеріал представлений для подальшого обговорення.

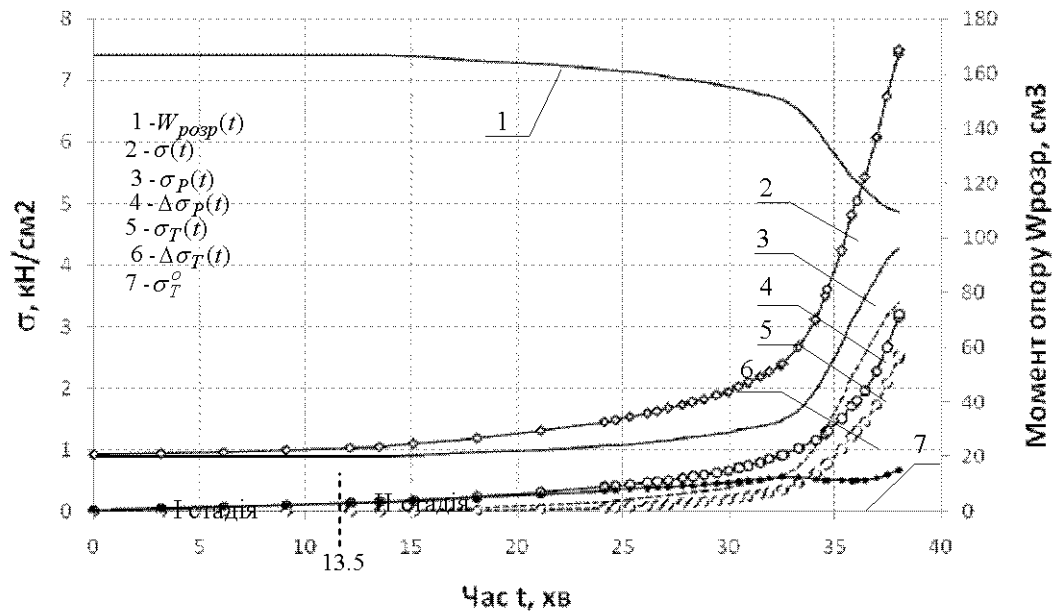


Рисунок 4 — Графік наростання напружень $\sigma_i(t)$ та зміни моменту опору $W_{розр}(t)$ перерізу колони К.1.

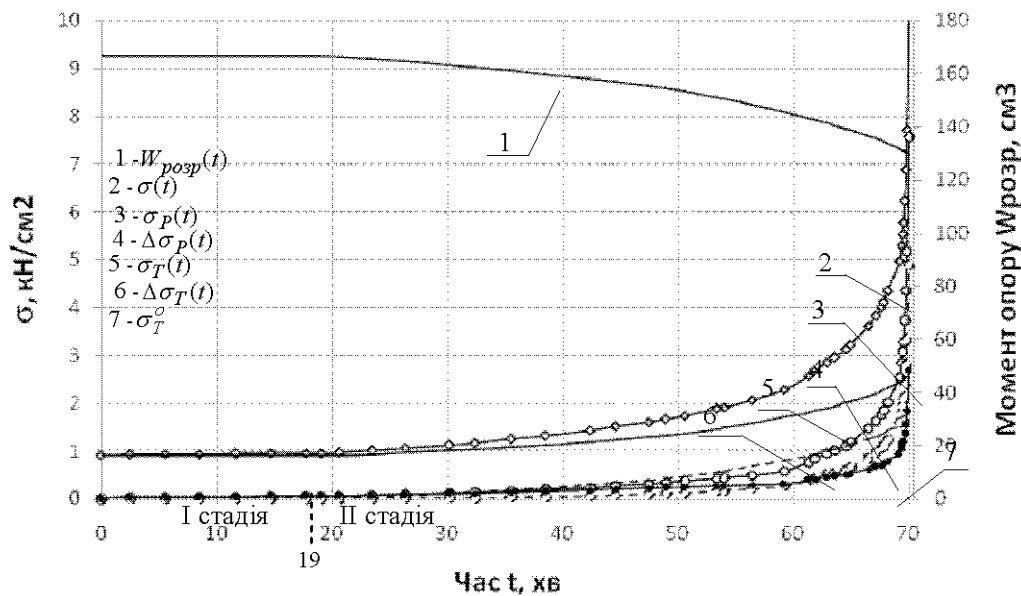


Рисунок 5 — Графік наростання напружень $\sigma_i(t)$ та зміни моменту опору $W_{розр}(t)$ перерізу колони К.2.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ Б В.1.1-4-98*. Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги. Захист від пожежі. Держбуд України. — К., 1999. — 19 с.
2. СНиП II-25-80. Дерев'яні конструкції / Госстрой СССР. — М.: Стройиздат, 1982. — 66 с.
3. Шналь Т.М. Вогнестійкість та вогнезахист дерев'яних конструкцій. Навч. посібник. — Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2006. — 220 с.
4. Lau P.W.C., Zealand I.V. and White R. Modeling the char behavior of structural timber // Proceedings of the Fire and Materials '98 Conference (23-24 February, 1998). — P. 123-135.
5. EN 1995-1-2:2004. Eurocode 5: Design of timber structures. — Part 1-2: General — Structural fire design.

А. Б. ПЕЛЕХ, М. И. СУРМАЙ, Г. М. ОЛЕКСИН
СНИЖЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ ДОЩАТОКЛЕЕННЫХ
КОНСТРУКЦИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР
Национальный университет "Львовская политехника" (г. Львов, Украина)

Клееные деревянные конструкции характеризуются рядом преимуществ в сравнении с конструкциями из сплошной древесины, в частности лишены значительной части природных недостатков древесины (неоднородность, наличие сучков и пороков, влияние влажности). Соответственно повысилась надежность конструкций, так как клееная древесина характеризуется постоянными механическими свойствами. В то же время для обеспечения необходимой надежности и долговечности современные нормы проектирования требуют выполнения расчета этих конструкций с учетом высокотемпературного влияния. Представлена методика и результаты исследования работы центральносжатых деревянных дощатоклееных колонн при локальном воздействии высоких температур. Выполнен анализ полученных результатов экспериментальных исследований.

дощатоклееные конструкции, предел огнестойкости, высокотемпературный локальный нагрев, критический изгиб

A. B. PELEH, M. I. SURMAY, G. M. OLEXYN
DURABILITY REDUCTION OF WOODEN PLANKGLUE STRUCTURES BECAUSE
OF ACTION OF HIGH TEMPERATURES
National University "Lviv Polytechnics"(Lviv, Ukraine)

The glued timber-structures are characterized by number of advantages comparison to constructions from continuous wood, in particular deprived considerable part of natural lacks of wood (heterogeneity, presence of twigs and vices, influence of humidity). Reliability of constructions rose accordingly, because a glulam is characterized permanent mechanical properties. At the same time for providing of necessary reliability and longevity the modern norms of planning by implementations of calculation of these constructions taking into account high temperature influence are required. A method and results of research of work of central pressed of wooden plankglue columns at local influence of high temperatures is presented. The analysis of the got results of experimental researches is executed.

plankglue structures, limit of fire-resistance, high temperature local heating, critical bend

Пелех Андрій Богданович — асистент кафедри будівельних конструкцій та мостів національного університету "Львівська політехніка". Наукові інтереси: вогнестійкість бетонних та дерев'яних конструкцій, дослідження захисних матеріалів. Оцінка технічного стану і проектування дерев'яних конструкцій.

Сурмай Михайло Ігорович — аспірант кафедри мостів та будівельної механіки національного університету "Львівська політехніка". Наукові інтереси: міцність та деформативність дощатоклеєних елементів при дії високих температур, вогнезахист деревини, дощатоклеєні конструкції, армовані склопластиковою та базальтопластиковою арматурою.

Олексин Галина Михайлівна — старший викладач кафедри будівельних конструкцій та мостів національного університету "Львівська політехніка". Наукові інтереси: напружений стан сталобетонних балок під дією сил, прикладених до верхньої і нижньої зон. Оцінка технічного стану і проектування дерев'яних конструкцій.

Пелех Андрей Богданович — ассистент кафедры строительных конструкций и мостов национального университета "Львовская политехника". Научные интересы: огнестойкость бетонных и деревянных конструкций, исследования защитных материалов. Оценка технического состояния и проектирование деревянных конструкций.

Сурмай Михаил Игоревич — аспирант кафедры мостов и строительной механики национального университета "Львовская политехника". Научные интересы: прочность и деформативность дощатоклеенных элементов при действии высоких температур, огнезащита древесины, дощатоклеенные конструкции, армированные стеклопластиковой и базальтопластиковой арматурой.

Олексин Галина Михайловна — старший преподаватель строительных конструкций и мостов национального университета "Львовская политехника". Научные интересы: напряженное состояние сталобетонных балок под действием сил, приложенных к верхней и нижней зонам. Оценка технического состояния и проектирование деревянных конструкций.

Peleh Andriy Bogdanovych — an assistant of the "Building Structures and Bridges" Chair of National University "Lviv Polytechnic". Scientific interests: fire resistance of concrete and wooden structures, determination of protective materials. Estimation of the technical state and designing of wooden structures.

Surmay Mychaylo Igorovych — a graduate-student of "Bridges and Structural Mechanics" Chair of National University "Lviv Polytechnic". Scientific interests: strength and deformability of elements at the action of high temperatures, fire protection of wood, plankglue structures reinforced with fiberglass and fiberbasalt fittings.

Olexyn Galina Mykhaylivna — a senior lecturer of the "Building Structures and Bridges" Chair of National University "Lviv Polytechnic". Scientific interests: stressed state of steel-concrete structures under the forces. Estimation of the technical state and designing of wooden structures.

УДК 69.002.5

Е. П. УВАРОВ^а, В. В. ПАЗИН^б, П. Е. УВАРОВ^в

^аГоловной институт проблем Реконструкции, эксплуатации и инженерной защиты промышленных, жилых и гражданских зданий и сооружений (г. Луганск), ^бЛуганский национальный аграрный университет,

^вВосточнoукраинский национальный университет им. В. Даля (г. Луганск)

ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ МОНТАЖНЫХ СРЕДСТВ ПОДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВОДНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Освещены результаты исследований и оценка современного состояния проблемы повышения квалиметрических качеств оценки точности монтажных средств подземного трубопроводного строительства. Предложены направления дальнейшего совершенствования технологии монтажа подземных трубопроводов.

квалиметрические возможности монтажных средств, точность и эффективность монтажного процесса, фактическая точность монтажного средства

Цель, задачи и основное содержание работы. Для оценки универсальных органов машин системы подземного трубопроводного строительства (СПТС) предлагается ввести понятие и показатель относительной точности их работы. Под относительной точностью понимаем способность монтажных средств перемещать либо качественно изменять материалы или детали в заданных технических условиях технологии и организации прокладки трубопроводных сетей водоподачи и водоотведения пределах.

Особое значение точность имеет в процессе монтажа, от которой в значительной мере зависит прочность, устойчивость и эксплуатационная надежность конструкций трубопровода в жизненном цикле эксплуатации, ремонта. Это, прежде всего, центровки и соединения концов труб (стыковки).

При существующих способах монтажа элементы СПТС окончательно приводятся в проектное положение главным образом за счет действий монтажников. Однако точность прокладки, установки (временного, постоянного крепления трубопроводов и, главное, элементов соединений) в значительной степени зависит от квалиметрических возможностей монтажных средств.

Дальнейшее развитие и совершенствование монтажных средств в этой связи должно осуществляться в направлении расширения возможностей квалиметрических качеств монтажных средств точной установки элементов в заданное положение с минимальным участием монтажников или без их участия. Именно поэтому в составе технологических требований к созданию средств комплексной механизации (машин) нами предусматривается, как правило, пооперационная (по процессная) характеристика точности работы предлагаемых монтажных средств [1, 2, 3].

В качестве показателя относительной точности монтажных средств принимали:

$$\rho = \frac{\Delta_{xy}}{\Delta_k}, \quad (1)$$

где Δ_{xy} — отклонения элементов от установочной оси прокладки трубопровода, допускаемые техническими регламентами (условиями);

Δ_k — средневероятные предельные отклонения от установочной оси.

Как показали исследования, распределение случайных величин отклонений элементов от установочной оси приближенно к нормальному закону, а рассеивание имеет место в пределах $\pm 3\sigma$, где σ — среднеквадратичное отклонение.

В общем случае с практически необходимой точностью можно принять, что

$$\Delta_k = |a| + 3\sigma, \Delta_{\bar{k}} = |a| + 3\sigma.$$

При этом

$$\rho = \frac{\Delta_{xy}}{2(|a| + \sigma)}. \quad (2)$$

Зона рассеивания при этом охватывает до 99% всей совокупности возможных отклонений. Возможно назначение другого размера принимаемой в расчет зоны рассеивания в зависимости от практической необходимости. Так, принимая в расчет зону рассеивания $\pm 2\sigma$, мы получим охват 95% совокупности отклонений, что может оказаться достаточным для решения практических задач определения точности работы монтажных средств (машин).

Мы считаем целесообразным использовать в качестве показателя плотности процесса вероятность p осуществления события, являющегося конечным результатом процесса за счет суммы неповторяемых рабочих движений (в случае монтажа (установки) трубопроводов в поле допусков в простом монтажном цикле):

$$p = \frac{n_{\text{пол}}}{n_{\text{общ}}},$$

где $n_{\text{пол}}$ — количество полезных движений;

$n_{\text{общ}}$ — количество общих движений.

Если заранее исключить время всех технологических простоев и принять за время одного элементарного движения τ , то вероятность

$$p = \frac{n_{\text{пол}} \tau}{n_{\text{общ}} \tau} = \frac{n_{\text{пол}} \tau}{t_{\text{общ}}} = \frac{t_{\text{пол}}}{t_{\text{общ}}}, \quad (3)$$

примет численное значение коэффициента времени.

На рис. 1 эта вероятность определяется заштрихованной площадью под кривой Гаусса в пределах $\Delta_{\text{ту}}/2$.

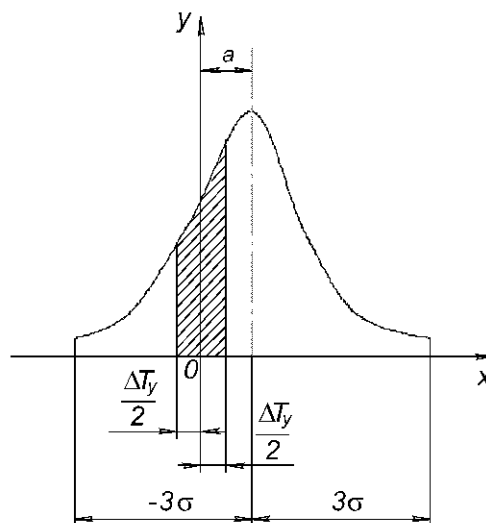


Рисунок 1 — Кривая распределения отклонений.

Для получения сравнительной характеристики точности проведены необходимые испытания монтажных средств для прокладки трубопроводных сетей СПТС по специальной методике с построением кривых распределения отклонений.

Так как показатель, основанный на определении вероятности искомого события, применяется в сочетании с показателем точности, который определяет качество его выполнения, то это позволяет использовать возможности для нахождения оптимальных процессов.

Нами рассмотрены некоторые общие вопросы точности и эффективности монтажного процесса; предложена классификация методов укладки и стыковки по признакам точности и эффективности монтажного цикла. Данные исследования общих направлений нашли подтверждение при решении конкретных задач: разработке процессов монтажа подземных трубопроводов и соединений отдельных элементов трубопроводов и учет требований строительной технологичности в создании новых и совершенствовании существующих средств комплексной механизации.

Фактическая точность монтажного средства характеризуется математическим ожиданием (a) величины отклонения соединительного элемента трубопровода от проектного положения при установке его этим средством и величиной среднеквадратического отклонения (σ), которая характеризует разброс отдельных значений величин отклонения.

Если математическое ожидание величины отклонения a не равно нулю ($a \neq 0$), то это указывает на наличие систематических ошибок в технологическом процессе, которые, как правило, могут быть устранены.

При устранении систематических ошибок в технологическом процессе (т.е. при $a = 0$) основной характеристикой фактической точности монтажного средства является среднеквадратическое отклонение σ , которое характеризует разброс отдельных значений — чем больше показатель σ , тем меньше точность работы.

Эта величина определяется по формуле

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - a)^2 p_i}, \quad (4)$$

где a — математическое ожидание величины отклонения;

p_i — вероятность появления данной величины отклонения x_i .

При производственных испытаниях для каждого монтажного средства должны быть определены критерии абсолютной точности a , σ , интервал поля рассеивания и закон распределения отклонений. Устанавливать эти критерии необходимо в результате анализа массовых наблюдений за работой монтажного средства при определенной его настройке и при нормальном для данного средства режиме работы с учетом факторов, влияющих на точность работы монтажного средства.

Критерии абсолютной точности работы монтажных средств записывались в паспорте и служили одним из основных показателей оценки эффективности работы монтажного средства и выработке требований к совершенствованию и созданию новых универсальных средств.

Для решения вопроса о пригодности данного средства для монтажа элементов в пределах установленных допусков целесообразно введение показателя соответствия фактической точности заданным допускам.

Для оценки возможностей машин и их рабочих органов выполнять заданные точностные параметры процессов, было введено понятие и показатель относительной точности

$$\rho = \frac{X_e - X_n}{2|a| + t\sigma}, \quad (5)$$

где X_e — верхний технический допуск;

X_n — нижний технический допуск;

t — параметр, характеризующий вероятность соответствия вычисленной величины данного показателя его истинному значению;

a и σ — см. формулу (4).

Наличие в формуле величины a (математического ожидания случайной величины) указывает на то, что в работе монтажного средства имеются систематические погрешности, которые при выяснении причины их наличия могут быть ликвидированы. В том случае, если $a = 0$, формула примет следующий вид:

$$\rho = \frac{X_{\epsilon} - X_{\kappa}}{2t\sigma}, \quad (6)$$

и тогда работа без нарушения операционных допусков может быть обеспечена при условии, что $\Delta_{\text{г.у}} \geq 2t\sigma$.

Показатель относительной точности правильно характеризует степень соответствия точности монтажного средства заданным допускам прокладки и стыковки трубопроводных сетей и может служить для оценки проектируемых (конструируемых) новых и модернизации существующих средств как при свободном, так и при принудительном монтаже.

Знание этого показателя особенно важно при оценке пригодности данного монтажного средства для автоматизации монтажа (для квалиметрической оценки бездефектности).

Если показатель относительной точности $\rho \geq 1$, то можно сказать, что при бездефектном монтаже вероятность установки элемента в проектное положение $p = \frac{n_{\text{пол}}}{n_{\text{общ}}} \geq 1$, т.е. элемент с первого раза по-

падает в проектное положение и не требуется повторения цикла работы монтажного средства.

В том случае, когда $p < 1$, соответственно и вероятность установки элемента в проектное положение $p \geq 1$, т.е., чтобы элемент попал в проектное положение, необходимо повторение цикла.

В настоящее время при создании средств для монтажа показатель относительной точности не учитывается, что приводит к отрицательным результатам.

Для определенных технологических процессов и строительных конструкций трубопроводов должен быть выбран оптимальный вариант, при котором показатели относительной точности и вероятности имели бы оптимальные значения.

Таким образом, будет устанавливаться связь между относительной точностью и эффективностью процесса через вероятность попадания элемента в проектное положение. Чем выше относительная точность, тем больше эта вероятность, следовательно, выше эффективность процесса, т.е. мероприятия по повышению точности монтажных средств направлены также на повышение производительности в монтажном процессе.

Критерий эффективности работы существующих монтажных средств, в частности крана, а также предполагаемых новых правильно оценивать как вероятность приведения элементов в проектное положение в результате суммы неповторяемых рабочих движений крана (или универсальных устройств) — простого монтажного цикла. Этот показатель может служить для оценки как автоматического, так и неавтоматического режима работы крана.

В производственной практике СПТС большое значение имеет оценка появления стандартной продукции (т.е. при монтаже точной установки элемента в проектное положение) при регламентном технологическом процессе [4, 6].

Исходя из того, что рассеивание отклонений относительно отметки поперечных и продольных горизонтальных элементов конструкций и их стыковка от проектного положения подчиняется нормальному закону, эта оценка может быть произведена по соответствующим формулам, приведенным в руководствах по теории вероятностей. При этом должна быть найдена вероятность $p(X_{\kappa} < x_i < X_{\epsilon})$ того события, что значение отклонений всегда находится в пределах поля допусков.

Для того, чтобы правильно определить вероятность попадания элементов в заданный допуск стыковки, необходимо выявить причины и степень их влияния на отклонение элемента при установке его монтажным средством. Отклонения груза от проектного положения при установке его краном складываются из двух основных составляющих:

- 1) отклонений, зависящих от точности остановки груза при перемещении его механизмами передвижения, поворота, изменения вылета;
- 2) отклонений, вызванных колебаниями груза, подвешенного на гибкой нити.

Каждая из составляющих может меняться в зависимости от многих причин (как закономерных, так и случайных).

Поэтому было бы неправильно при определении точности монтажных средств рассматривать наибольшее и наименьшее отклонения как суммы соответственно наибольших и наименьших значений всех частных отклонений без учета вероятности их появления. Определив опытным путем вероятность каждого частного отклонения, можно будет найти вероятность суммарных отклонений.

До настоящего времени вопрос точности и эффективности процесса прокладки и стыковки монтажными средствами, а также определение причин, влияющих на точность монтажа (сборки и стыковки) и степень их влияния, не имеют необходимой теоретической базы и экспериментальных разработок. Вследствие этого проведенные теоретические и экспериментальные исследования в данном направлении и выработка конкретных рекомендаций по совершенствованию процесса монтажа выявили наиболее характерные повреждения трубопроводных сетей уже в процессе их эксплуатации и ремонтно-восстановительном цикле [4].

Такие работы проводились ЦНИИОМТП, НИИСП, ХГТУ и др. организациями. Первоочередное практическое значение имеют работы по совершенствованию свободного монтажа как за счет совершенствования монтажных кранов, так и за счет монтажного оснащения. При этом может быть обеспечено повышение точности и уплотнение монтажного цикла, снижение технологических простоев, сокращение времени монтажных операций. Эффективность применения монтажного оснащения зависит от того, насколько четко определены возможности данного монтажного оснащения и насколько они соответствуют требованиям монтажа определенных конструкций трубопроводных сетей и технологии их прокладки и стыковки. Для этого была введена классификация монтажного оснащения по степени ограничения свободы движения элементов в монтажном цикле, разработанная на основе классификации методов монтажа (табл. 1).

Для обеспечения точности и повышения эффективности монтажа необходимо совершенствование монтажных кранов. Хотя при разработке новых монтажных кранов используются последние достижения теории и практики подъемно-транспортного машиностроения, основные принципиальные особенности конструкции — свободный канатный подвес груза и свободное вращение крюка — сохранены по-прежнему.

Эти особенности являются характерными для всех кранов с ручной прицепкой и отцепкой груза, так как они позволяют вручную смещать груз и поворачивать его относительно своей оси. Гибкость канатной подвески упрощает наводку груза и позволяет удобно работать краном даже при достаточно больших ускорениях и неточной остановке груза. Однако гибкая подвеска и свободное вращение крюка, создающие удобные условия работы при подаче краном сравнительно небольших грузов, в условиях, когда не требуется их точной установки, вызывают затруднения на сборном строительстве, тем более в связи с постоянно проявляющейся тенденцией укрупнения элементов.

Требование повышенной точности, а также большие веса и размеры сборных элементов приводят к тому, что при использовании существующих кранов со свободным канатным подвесом, установка элементов вызывает большие затраты времени и труда.

При всех случаях переход к полностью механизированному и бездефектному процессу требует механизации операций по приведению элементов в проектное положение. Прежде всего, должны быть предприняты меры по сокращению колебаний элементов на гибкой нити в период наведения, ориентирования и установки. С этой целью предложено оснастить существующие типы монтажных кранов манипуляторами, что позволяет ограничить колебания и механизировать операции разворота сборных элементов вокруг вертикальной оси, наведения их и установки в проектное положение. Имеется в виду создание гибких манипуляторов для уменьшения раскачки элементов на канатном подвесе и механизации их ориентирования. Разработано также предложение по оснащению стреловых кранов жесткими манипуляторами для принудительного ориентирования и установки конструкций, и в первую очередь колонн, в проектное положение.

Следует указать, что только сейчас появляются реальные возможности осуществления этих принципов вследствие развития и распространения объемного гидропривода.

Естественно, что практическое осуществление этих принципов должно сочетаться с обеспечением экономической эффективности. В связи с этим можно сказать, что нынешние качества сборных элементов, принципы организации строительства и пр. находятся в противоречии с этим методом. Можно считать все же современными теоретические и экспериментальные работы в направлении создания управляемых грузозахватных органов, принципиальных схем монтажных средств и технологии так называемого координатного монтажа. Во всех указанных случаях первым и совершенно необходимым этапом является создание систем для принудительного ориентирования элементов без применения ручного труда.

Таблица 1 — Классификация методов монтажа по степени ограничения свободы движения элемента в монтажном цикле

Классы монтажного оснащения	Методы монтажа	Классификационные признаки	Пути и средства достижения точности монтажа	Примеры монтажного оснащения
I	Свободный	Установка элементов без ограничения свободы движения монтируемых элементов во всем монтажном цикле	Применение измерительных приборов или предварительная разметка монтажного поля	Геодезический инструмент, осевые и ограничительные линии
II	Ограниченно свободный	Ограничение свободы движения монтируемого элемента в стадии его установки с линейным, плоскостным или пространственным фиксированием	Обеспечение направленного движения элемента в момент его посадки в проектное положение путем применения упоров, фиксаторов и самофиксирующих устройств в специальных стыковых соединениях	Групповая оснастка системы Дейча, самофиксирующая система Леноргстроя, инвентарные упоры Пружинина
III	Полупринудительный	Ограничение свободы движения монтируемого элемента в стадии его ориентации и установки	Обеспечение точности установки элемента в конечных стадиях монтажного цикла путем применения специальных монтажных приспособлений (кондукторов, трафаретов, стабилизаторов, манипуляторов)	Трафаретный кондуктор
IV	Принудительный	Перемещение и установка элементов в проектное положение с ограничением свободы движения элемента во всем монтажном цикле	Обеспечение дистанционного управления всеми рабочими движениями рабочих органов монтажных средств: принудительное, контролируемое приведение в проектное положение	Козловой кран с подвижной траверсой и жестким захватом, копровая установка с самоходным мостовым агрегатом

Конструкторские проработки ЦНИИОМТП показали принципиальную возможность создания достаточно несложных практически приемлемых решений управляемых захватов, а также устройств для ориентирования элементов относительно осей крана. С целью проверки основных положений координатного монтажа для конструкций подземной части сборных зданий разработан координатный кран.

В настоящее время нами исследуются вопросы теории координатного монтажа, определения оптимальных траекторий перемещения элементов и значений основных параметров рабочих монтажных средств. Ведутся также поисковые конструкторские работы.

Из всего сказанного по вопросу совершенствования монтажных средств и технологии монтажа можно сделать следующие выводы:

1. Применяемые повсеместно в настоящее время технология и средства свободного монтажа имеют значительную трудоемкость, потери машинного времени, не обеспечивают заданной точности. Подвес элементов на гибкой нити вызывает значительные отклонения и определяет чрезвычайно низкую вероятность приведения элемента в проектное положение в простом монтажном цикле.

2. С целью повышения эффективности и точности работы средств свободного и ограниченно свободного монтажа, которые длительное время будут основными видами, необходимо осуществить комплекс мероприятий по повышению вероятности точного приведения элементов в проектное положение. Главными из них являются: разработка и внедрение конструкций монтажного оснащения, обеспечивающих оптимальные скорости кранов в заданных пределах; осуществление мероприятий по повышению видимости (обзор, положение кабины, средств искусственного повышения видимости); введение дистанционного раздельного управления; создание системы, позволяющей машинисту ориентироваться по осям здания; снижение величин отклонений элементов за счет поддержания минимальной длины подвеса и минимальных ускорений (изменение высоты башни, длин стрел, оборудование стрел каретками, применение телескопических стрел и т.д.); применения вспомогательных средств, гибких и жестких манипуляторов для принудительного ориентирования элементов.

3. Для повышения вероятности точной установки элементов необходимо разработать системы с повышенными входными полями допусков и дальнейшим доведением элементов до упоров в поле, предусмотренное техническими условиями. При этом возможны простейшие групповые кондукторы с ручным доведением (кондукторный монтаж) и сложные кондукторы с автоматизированным доведением элементов до проектного положения (трафаретный монтаж).

4. Монтаж, когда элемент приводится в проектное положение за счет суммы неповторяемых рабочих движений монтажных средств до оптимальной траектории в наиболее эффективном режиме (координатный монтаж), является перспективным, но требует значительного повышения уровня качества изделий и технического уровня монтажных средств. Необходимы большие научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы по осуществлению технологии и средств для координатного монтажа.

Повышение использования машинного времени, облегчение выверки элементов и ускорение операций временного закрепления достигается совершенствованием свободного монтажа за счет применения отдельных и групповых приспособлений (включающее ориентиры, фиксаторы, упоры, связи). Этот метод усовершенствованного свободного монтажа классифицируется нами как "ограниченно свободный".

Дальнейшее совершенствование технологии монтажа может идти за счет применения в общем случае кондукторов и, в частности, трафаретов как их высшей технической ступени.

Здесь имеет место стадийная установка элементов — первоначально в более широкое поле, ограниченное входными размерами кондукторов, и затем в проектное положение, фиксируемое системой упоров.

Трафарет представляет собой групповой кондуктор, отличающийся наличием автоматически действующих систем, приводящих элементы в проектное положение. Такой вид монтажа нами назван трафаретным (или полупринудительным). В данном случае резко сокращаются время и затраты труда на ориентирование и установку, а временное закрепление как операция исключается.

Для обеспечения принудительного процесса монтажа, начиная с операции захвата элементов до установки их в положение, определенное допусками, необходимы средства монтажа с жесткими кинематическими связями и управляемыми грузозахватными устройствами. Эти средства в результате могут обеспечивать заданное положение элементов в каждый данный момент и при всех случаях дают возможность осуществлять принудительное их ориентирование без применения ручного труда. Такой вид монтажа классифицируется нами как координатный (или принудительный).

Для правильного выбора монтажного средства данного монтажного процесса необходим такой показатель, который помог бы объективно оценить монтажные его качества и в совокупности с другими показателями — экономическую эффективность применения.

Прежде всего, следует определить характеристики тех свойств монтажных средств, которые наиболее полно отражают их монтажные качества.

В самой широкой формулировке это может быть охарактеризовано понятиями эффективности действия машины и точности ее работы.

В машиностроении давно существует такой показатель, как точность работы машины. Под точностью монтажных средств следует понимать степень рассеивания величин отклонения деталей от проектного положения при установке их монтажными средствами без участия монтажников. В том,

что точность собственно монтажных средств оценивается рассеиванием отклонений при их установке в независимом монтажном цикле без участия монтажников, корректирующих погрешности машины, имеется коренное отличие от понятия точности монтажа. Последняя определяется рассеиванием фактически имеющих место отклонений при установке элементов, осуществляемой по данной технологии, т.е. с учетом влияния всей совокупности факторов. Производственные отклонения (погрешности) при монтаже вызываются многочисленными и разнообразными причинами.

Одни из этих причин вызывают одностороннее и систематическое отклонение измеряемой величины от номинала. Эти причины, как правило, поддаются выявлению и устранению. Другие причины вызывают отклонения измеряемой величины в разные стороны и в разные моменты времени и при данном технологическом процессе являются неизбежными.

В соответствии с этим, как было уже сказано, будут рассматриваться две категории производственных погрешностей:

- а) систематические (неслучайные), направленные в определенную сторону;
- б) случайные погрешности.

Проведенные исследования показывают, что распределение погрешностей при монтаже подчиняется нормальному закону Гаусса. В этом случае в соответствии с теорией вероятности производственные погрешности обладают тремя следующими свойствами:

- 1) чем меньше по абсолютной величине случайная погрешность, тем чаще она встречается в производственном процессе, т.е. малые погрешности вероятнее больших;
- 2) одинаковые по абсолютной величине, но противоположные по знаку (положительные и отрицательные) случайные погрешности одинаково возможны и поэтому встречаются в производственном процессе одинаково часто;
- 3) абсолютная величина случайной погрешности не превосходит некоторой величины, называемой предельной погрешностью. Как это вытекает из закона распределения, предельная погрешность равна утроенному среднеквадратичному отклонению.

Распределение отклонений при наличии только случайных ошибок будет симметричным относительно стандарта в силу второго свойства.

При наличии же систематических ошибок, что практически почти всегда имеет место при монтаже, центр распределения будет смещен относительно стандарта и само распределение оказывается ассиметричным. Исследование производственных погрешностей показало, что провести резкую грань между случайными и систематическими погрешностями оказывается затруднительным.

Незначительные по величине симметрические погрешности, связанные с работой монтажных машин, могут оказаться незамеченными и перейти в категорию случайных. Одной из задач совершенствования монтажного цикла, и в частности монтажных средств, является стабилизация процесса. Имеется в виду достижение устойчивого процесса производства, при котором все производственные погрешности можно отнести к категории случайных, а влияние систематических погрешностей сведено к минимуму. Стабильный процесс производства определяется, прежде всего, постоянством во времени средних значений случайных величин — математического ожидания и рассеивания количественных параметров. В таких процессах практически возможно уменьшить рассеивание производственных погрешностей только за счет изменения технологического процесса. Задача стабилизации производственного процесса сводится к обнаружению систематических ошибок и к устранению вызывающих их причин. Математическая статистика позволяет определить распределение случайных производственных погрешностей и установить, какие отклонения от этого распределения должны быть отнесены к погрешностям систематическим.

Фактическая точность монтажного средства характеризуется математическим ожиданием (a) величины отклонения элемента от проектного положения при установке его этим средством и величиной среднеквадратичного отклонения (σ), которая характеризует разброс отдельных значений величин отклонения.

Если математическое ожидание величины отклонения a не равно нулю ($a \neq 0$), то это указывает на наличие систематических ошибок в технологическом процессе, которые, как правило, могут быть устранены.

При устранении систематических ошибок в технологическом процессе (т.е. при $a = 0$) основной характеристикой фактической точности монтажного средства является среднеквадратичное отклонение σ , которое характеризует разброс отдельных значений — чем больше показатель σ , тем меньше

точность работы.

Эта величина определяется по формуле

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - a)^2 p_i}, \quad (7)$$

где a — математическое ожидание величины отклонения;

p_i — вероятность появления данной величины отклонения x_i .

Выводы.

Применяемые повсеместно в настоящее время технология и средства свободного монтажа имеют значительную трудоемкость, потери машинного времени, не обеспечивают заданной точности. Подвес элементов на гибкой нити вызывает значительные отклонения и определяет чрезвычайно низкую вероятность приведения элемента в проектное положение в простом монтажном цикле.

Для повышения вероятности точной установки элементов необходимо разработать системы с повышенными входными полями допусков и дальнейшим доведением элементов до упоров в поле, предусмотренное техническими условиями. При этом возможно применение простейших групповых кондукторов с ручным доведением (кондукторный монтаж) и сложных кондукторов с автоматизированным доведением элементов до проектного положения (трафаретный монтаж).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уваров Е.П., Пазин В.В., Уваров П.Е. Расчет надежности жизненного цикла навесного специализированного оборудования для прокладки подземных трубопроводов (концептуально-методологический аспект) / Уваров Е.П., Пазин В.В., Уваров П.Е. // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. — 2009-6(80). — С. 33-43.
2. Чебанов Л.С., Фролов А.В. Универсальное применение машин в строительстве / Л.С.Чебанов, А.В. Фролов. — Киев: Будівельник, 1994. — 250 с.
3. Технология и комплексная механизация возведения жилых и промышленных зданий и сооружений / Под ред. А.П.Шального. — М.: Стройиздат, 1965. — 344 с.
4. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения / Гончаренко Д.Ф. — Харьков: КОНСУМ, 2008. — 400 с.
5. Семчук Г.М. Стан та проблеми нормативно-правового забезпечення діяльності підприємств водопровідно-каналізаційного господарства України / Г.М.Семчук // Зб. праць Міжнародного конгресу — 2001. — Ялта, 2001. — С. 5-9.
6. Ноултер Л., Хауэлл Дж., Голд Б и др. Статистические методы контроля качества продукции / [Ноултер Л., Хауэлл Дж., Голд Б. и др.], — М.: Издательство стандартов, 1989. — 96 с.

Є. П. УВАРОВ^а, В. В. ПАЗИН^б, П. Є. УВАРОВ^с

ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІМЕТРИЧЕСКОГО ЯКОСТІ ОЦІНКИ ТОЧНОСТІ
МОНТАЖНИХ ЗАСОБІВ ПІДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВІДНОГО
БУДІВНИЦТВА

^аГоловний інститут проблем реконструкції, експлуатації і інженерного захисту промислових, житлових і цивільних будівель і споруд (м. Луганськ), ^бЛуганський національний аграрний університет, ^сСхідноукраїнський національний університет ім. В. Даля (м. Луганськ)

Освітлено результати досліджень і оцінка сучасного стану проблеми підвищення кваліметричних якостей оцінки точності монтажних засобів підземного трубопроводного будівництва. Запропоновані напрями подальшого вдосконалення технології монтажу підземних трубопроводів.

кваліметрические возможности монтажных засобів, точність і ефективність монтажного процесу, фактична точність монтажного засобу

E. P. UVAROV^a, V.V. PAZIN^b, P. E. UVAROV^c

QUALIMETRIC OF QUALITY'S OF EXACTNESS ESTIMATION OF ASSEMBLING FACILITIES OF UNDERGROUND PIPELINE BUILDING

^aThe Head Research Institute of Reconstruction Problems, Exploitation and Engineering Protection of Industrial, Dwellings and Civil Buildings and Structures (Lugansk), ^bLugansk National Agrarian University, ^cEast Ukrainian National University after name V.I.Dal' (Lugansk)

The researches results and estimation of modern state of qualimetric enhancing exactness estimation facilities of underground building. Directions of further development of underground pipelines assembling technologies.

qualimetric possibilities of assembling facilities, exactness and efficiency of assembling process, actual exactness of assembling mean

Уваров Євген Павлович — к.т.н., зам. директора з наукової роботи головного інституту Академпромжитлореконструкція, доктор філософії в галузі техніки, професор ДонНАБА. Академік Академії будівництва України. Наукові інтереси: науково-технічне забезпечення й інженерний супровід вирішення проблем потокової організації виробництва й промислово-цивільного будівництва, системотехніки в будівництві, сіткових методів планування й управління проектами, організаційно-технологічної надійності й безпеки експлуатації й реконструкції складних об'єктів Донбасу й України.

Пазин Віктор Васильович — ст. викладач кафедри "Технологія і організація будівельного виробництва" Луганського національного аграрного університету. Член-кореспондент Академії будівництва України. Наукові інтереси: механізація і комплексна механізація будівельно-монтажних робіт. Бездефектне виробництво будівельних робіт. Технологія прокладки підземних трубопроводів.

Уваров Павло Євгенович — доцент кафедри будівництва Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, дійсний член Академії будівництва України. Наукові інтереси: розвиток загальної методики інтегрованого організаційно-технологічного проектування і управління проектами інвестиційно-будівельної діяльності. Участь у розробці будівельних норм проектування.

Уваров Евгений Павлович — к.т.н., зам. директора по научной работе головного института Академпромжилрестроукструкция, доктор философии в области техники, профессор ДонНАБА. Академик Академии строительства Украины. Научные интересы: научно-техническое обеспечение и инженерное сопровождение решения проблем поточной организации производства и промышленно-гражданского строительства, системотехники в строительстве, сетевых методов планирования и управления проектами, организационно-технологической надежности и безопасности эксплуатации и реконструкции сложных объектов Донбасса и Украины.

Пазин Виктор Васильевич — ст. преподаватель кафедры "Технология и организация строительного производства" Луганского национального аграрного университета. Член-корреспондент Академии строительства Украины. Научные интересы: механизация и комплексная механизация строительного-монтажных работ. Бездефектное производство строительных работ. Технология прокладки подземных трубопроводов.

Уваров Павел Евгеньевич — доцент кафедры строительства Восточноукраинского национального университета им. В. Даля, действительный член Академии строительства Украины. Научные интересы: развитие общей методики интегрированного организационно-технологического проектирования и управления проектами инвестиционно-строительной деятельности. Участие в разработке строительных норм проектирования.

Uvarov Evgen Pavlovych — Candidate of Scientific, the deputy director on scientific work of the Head Research Institute of Academpromgireconstruction; Academician of Ph. in the technique sphere pr. of Don.N.E.A. Academician of Building Academy of Ukraine. Scientific interests: scientific and technical provision and engineering support problems solution of the conveyed organization of manufacture and industrial- and civil engineering, technique system in construction, network methods of designing and projects management, organizational and technological reliability, operation safety and reconstruction of complex objects of Donbas and Ukraine.

Pazin Victor Vasylyovych — a senior lecturer of the "Technology and Organization of Building Production" Chair of Lugansk National Agrarian University. Corresponding member of Academy of building of Ukraine. Scientific interests: mechanization and complex mechanization of building and assembling works. Unreflective production. Technology of underground pipelines laying.

Uvarov Pavlo Evgenovich — Candidate of Scientific, senior lecturer of the "Building" Chair of East Ukrainian National Agrarian University after name V.I.Dal', corresponding member of Academy of Civil Engineering in Ukraine. Scientific interests: development of the general technique of the integrated organizational and technological designing and projects control of investment-building activity. Participation in the elaboration of building standards of designing

УДК: 65.31

Р. Б. ТЯН^а, М. Ф. ИВАНОВ^б, Е. Р. ТЯН^а, М. Р. ПРИЛЕПОВА^а

^аПриднепровская государственная академия строительства и архитектуры, ^бДонбасская национальная академия строительства и архитектуры

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ В РЕГИОНАХ УКРАИНЫ

В статье рассматривается экономико-математическая модель организационно-экономического механизма активизации управления инновационными проектами строительства и реконструкции объектов в регионах Украины в условиях повышения глобализации региональных рынков.

инновационный проект строительства и реконструкции объекта, управление инновационными проектами, региональный организационно-экономический механизм управления

В современных условиях развития экономики Украины особую актуальность приобретает необходимость скорейшего решения проблем создания организационно-экономического механизма активизации управления инновационными проектами во всех видах экономической деятельности, особенно в строительстве и реконструкции объектов в связи с подготовкой к проведению Евро-2012.

Решению проблем управления инвестиционно-строительными проектами посвящены труды таких отечественных и зарубежных ученых, как Тян Р. Б., Федоренко В. Г., Асаул А. Н., Мазур И. И., Шапиро В. Д., Черняк В. З., Гриффит А. и др. [1; 2; 3]. Проблемы создания организационно-экономического механизма управления инвестиционными и инновационными проектами как на государственном, так и региональном уровнях исследовались такими учеными, как Амоша А. И., Амитан В. Н., Сборщиков С. Б. и др. [4; 5]. Однако для активизации инновационно-инвестиционного направления развития экономики Украины в современных условиях глобализации региональных рынков необходим соответствующий региональный организационно-экономический механизм управления инновационно-инвестиционными проектами во всех сферах экономики, включая строительство и реконструкцию объектов. Как показали исследования, данная проблема является сложной и требует применения методов экономико-математического моделирования.

Целью статьи является разработка экономико-математической модели организационно-экономического механизма активизации управления инновационными проектами строительства и реконструкции объектов в регионах Украины в условиях глобализации региональных рынков.

Инновационно-инвестиционная деятельность происходит на следующих уровнях: предприятия - город - регион (область) - страна - международные регионы стран мира. Одновременно предприятия действуют на рынках, которые различаются по своим характеристикам, а именно: городской, региональный, национальный и международный рынки.

Начиная с предприятия, инновационно-инвестиционная деятельность должна рассматриваться как отдельные или взаимосвязанные инновационные и инвестиционные проекты, включая необходимые циклы инновационной и инвестиционной деятельности.

Цикл инновационной деятельности состоит из отдельных этапов, начиная с генерации идеи, и может иметь связи на городском, региональном, национальном и международном уровнях. Инновационная деятельность приводит к разработке, реализации и управлению инновационными проектами,

которые очень связаны с инвестиционными проектами, которые являются результатом инвестиционной деятельности со стадиями подготовки и обоснования, строительства и монтажа, освоения и эксплуатации. В данном случае необходимо рассматривать цикл инвестиционной деятельности Ц_{ив}.

Экономико-математическая модель создания рационального варианта организационно-экономического механизма активизации инновационно-инвестиционной деятельности в регионе должна базироваться на исследовании циклов инновационной деятельности, инвестиционной деятельности, инновационных и инвестиционных проектов на уровнях предприятия, города, региона и международного и международного сотрудничества.

Учитывая понимание необходимости повышения конкурентоспособности региона, а также городов и предприятий, расположенных на его территории, необходимо создавать такой рациональный вариант организационно-экономического механизма активизации инновационно-инвестиционной деятельности в регионе, чтобы вышеуказанные циклы были минимальными, а экономический эффект от реализации каждого инновационного или инвестиционного проекта был максимальный, что отображается следующими целевыми функциями:

$$Ц_{ип} \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$Ц_{ivp} \rightarrow \min, \quad (2)$$

$$Ц_{ip} \rightarrow \min, \quad (3)$$

$$E_R = \frac{\sum_{i=1}^N \cdot \sum_{p=1}^M \cdot E_{ip}}{(1 + E_t)^t} \rightarrow \max, \quad (4)$$

где $Ц_{ип}$ — цикл инновационной деятельности для разработки p -го проекта на i -м предприятии;

$Ц_{ivp}$ — цикл инвестиционной деятельности для разработки p -го проекта на i -м предприятии;

$Ц_{ip}$ — цикл реализации p -го проекта на i -м предприятии;

E_R — общий экономический эффект от реализации всех M проектов на всех N предприятиях региона R в t -м году;

E_{ip} — экономический эффект от реализации p -го проекта на i -м предприятии в t -ом году;

E_t — норма дисконта в t -ом году.

Проблемы существующего организационно-экономического механизма инновационно-инвестиционной деятельности на региональном уровне, а также на государственном уровне связаны с недостаточной государственной поддержкой инноваций, с отсутствием финансовых ресурсов и т.д.

Задача создания рационального варианта организационно-экономического механизма активизации инновационно-инвестиционной деятельности на региональном уровне в общем виде может быть сформулирована как задача многокритериального синтеза с использованием организационных графов. Циклы инновационной и инвестиционной деятельности для разработки p -го проекта на i -м предприятии с одной стороны при агрегативной формализации должны охватывать соответствующую деятельность на этом предприятии, а с другой стороны, на региональном, городском, национальном и международном уровнях.

Цикл разработки и реализации инновационного и инвестиционного p -го проекта на i -м предприятии $Ц_{pi}$ в общем виде состоит из инновационного цикла разработки p -го проекта на i -м предприятии $Ц_{npi}$ и инвестиционного цикла разработки p -го проекта на i -м предприятии $Ц_{vpi}$. Каждый из циклов $Ц_{npi}$ и $Ц_{vpi}$ имеют свою структуру, количество элементов, необходимые ресурсы и время. Кроме этого некоторые структуры, элементы и ресурсы могут быть связаны между собой и во времени. Конечной целью разработки и реализации любого p -го проекта, который состоит из инновационной и инвестиционной части, есть производство и реализация конкретного товара или услуг.

С помощью теории графиков и сетевых, организационных и информационных моделей составляется организационно-экономическая, имитационная модель разработки и реализации p -го проекта

на i -м предприятии для получения полного организационно-экономического механизма инновационно-инвестиционной деятельности в регионе, что отображается следующей зависимостью:

$$C_{pi} = F\left(C_{npi}, C_{vpi}, PS_y, CS_y^z, f_y^z \sum T^z, R_{sg}^z\right), \quad (5)$$

где C_{pi} — цикл разработки и реализации p -го проекта на i -м предприятии;

C_{npi} — инновационный цикл разработки p -го проекта на i -м предприятии;

C_{vpi} — инвестиционный цикл разработки p -го проекта на i -м предприятии;

PS_y — параметры (пространству, маркетингу и прочие) рынков по S -м структурам и y -м уровням;

CS_y^z — целевые (индикативные, программные) установки для разработки проектов и инвестиций для производства соответствующего z -го товара (услуги, результат) для рынков по S -м структурам и y -м уровням;

f_y^z — необходимые организационно-экономические, информационно-финансовы формы и обеспечение на y -м уровне производства и сбыта z -го товара, включая методы и средства активизации инновационно-инвестиционной деятельности на y -м уровне;

$\sum T^z$ — параметры детализации (агрегации) z -го товара с учетом инновационно-технологических изменений;

$\sum R_{sy}^z$ — информационные, инновационные, инвестиционные, материально-технические, финансовые ресурсы по S -м структурам и y -м уровням, которые необходимы для реализации проекта производства и сбыта z -го товара.

Необходимо заметить, что

$$C_{npi} = \sum_{j=1}^n P_{njp}, \quad (6)$$

$$C_{vpi} = \sum_{j=1}^m P_{vjp}, \quad (7)$$

где P_{njp} — продолжительность j -ой стадии инновационного цикла p -го проекта;

P_{vjp} — продолжительность j -ой стадии инвестиционного цикла p -го проекта;

n — количество стадий инновационного цикла в p -му проекте;

m — количество стадий инвестиционного цикла в p -му проекте.

Кроме этого нужно отметить, что между инновационной и инвестиционной частью p -го проекта существуют взаимные связи как внутри i -го предприятия, так и за его пределами. Для выявления взаимодействия в пределах i -го предприятия может использоваться матрица взаимосвязей $\|B_{nvj}\|$, а за его пределами — матрица $\|Z_{nvj}\|$.

Задача создания рационального варианта организационно-экономического механизма активизации инновационно-инвестиционной деятельности на региональном уровне формулируется как задача многокритериального синтеза на уровнях управления и информационного, организационного, экономического, финансового взаимодействия, а именно: необходимо определить рациональный (оптимальный) вариант интеграции взаимодействия указанных структур $\|X_y\|$ на региональном уровне как снизу (от предприятий и городов), так и сверху (от национального центра и

международных рынков). При этом необходимо учитывать организационно-экономические мероприятия активизации инновационно-инвестиционной деятельности в регионе, а также в пределах его территории в городах и на предприятиях. Функциональными ограничениями целевых функций (1-4) выступают ресурсные, структурные, времени, политические, социальные и другие параметры.

Указанные мероприятия активизации инновационно-инвестиционной деятельности в регионе формируются благодаря созданию рационального варианта соответствующего организационно-экономического механизма на региональном уровне. При этом необходимо учитывать организационные, институциональные, экономические, финансовые, политические, социальные и другие факторы, которые действуют на национальном уровне, а также на международных рынках.

Кроме этого, особое внимание отводится соответствующим факторам, которые действуют на региональном уровне и уровнях местного самоуправления.

На уровне региона для активизации инновационно-инвестиционной деятельности исследуется деятельность интегрированных финансово-промышленных групп с инновационно-инвестиционной ориентацией, а также всех участников внешнеэкономической деятельности. Кроме этого большое внимание отводится финансово-кредитным учреждениям, а также основным субъектам инновационного процесса, а именно: технологические, промышленные(индустриальные) парки, технополисы, научно-исследовательские консорциумы, центры трансфера технологий, венчурные фонды, бизнес-инкубаторы и т.п. В качестве организационно-экономических мероприятий активизации рассматривается также координационное управление активизацией инновационно-инвестиционной деятельностью на региональном уровне, включая опыт ЕС по привлечению общественных организаций.

Экономико-математическое моделирование вышеуказанных процессов происходит на основе использования теории управления проектами, методов сетевого управления и теории принятия решений в условиях неопределенности (теории игр). Кроме этого, используются оптимизационные экономико-математические модели.

Управление каждым p -м проектом на i -м предприятии с точки зрения достижения максимальной экономической эффективности, как уже отмечалось выше, нуждается в достижении максимума функций (1-4).

Разработанная модель организационно-экономического механизма активизации управления инновационными проектами строительства и реконструкции объектов на региональном уровне содержит соответствующие организационные графы по целевым (программным) установкам для разработки проектов и привлечения инвестиций для производства соответствующих товаров (услуг), а также параметры детализации этих товаров (услуг) с учетом инновационно-технологических изменений. Особое значение при этом приобретают способы и методы активизации привлечения инвестиций для реализации вышеуказанных инновационных проектов.

В качестве эффективного субъекта регионального организационно-экономического механизма активизации управления инновационно-инвестиционными проектами в строительстве и реконструкции объектов выступает Агентство привлечения инвестиций или Агентство инвестиционного развития. Эта региональная, координирующая структура взаимодействует с инвесторами, органами регионального и местного самоуправления, заказчиками, инновационными и инвестиционными компаниями и другими участниками активизации инновационно-инвестиционного процесса в регионе. Предварительный анализ моделирования усовершенствованного варианта регионального организационно-экономического механизма активизации управления инновационно-инвестиционными проектами на основе создания Агентства привлечения инвестиций показал повышение эффективности по целевым функциям (1-4).

Таким образом разработанная экономико-математическая модель организационно-экономического механизма активизации инновационно-инвестиционной деятельности позволяет обеспечить эффективное управление инновационными проектами строительства и реконструкции объектов в регионах Украины в современных условиях инновационно-инвестиционного направления развития экономики страны, а также скорейшей необходимости подготовки регионов Украины к проведению Евро-2012.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тянь Р.Б. Управление проектами / Р.Б.Тянь, Б.И.Холод, В.А.Ткаченко : підручник. — К.: Центр навч. літер., 2003. — 224 с.
2. Федоренко В.Г. Инвестування / В.Г. Федоренко : підручник. — К.: Алерта, 2008. — 448 с.
3. Асаул А.Н. Интегративное управление в инвестиционно-строительной сфере / А.Н.Асаул, В.Н.Грахов / под ред. А.Н.Асаула. — СПб: "Гуманистика", 2007. — 248 с.
4. Амитан В.Н. Инновационное развитие Донецкого региона: состояние и перспективы: / В.Н.Амитан, Ю.Н.Киклевич, Д.Е.Филатов: монография // НАН Украины: Ин-т эконом.-прав. исслед. — Донецк: Юго-Восток, 2001. - 181 с.
5. Сборщиков С.Б. Механизм государственного регулирования и стимулирования инвестиционно-строительной деятельности / С.Б.Сборщиков: монография. — М.: Изд. ассоц. строит. вузов, 2004. — 168 с.

Р. Б. ТЯН^а, М. Ф. ІВАНОВ^а, Є. Р. ТЯН^а, М. Є. ПРИЛЕПОВА^а

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО МЕХАНІЗМУ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНИМИ ПРОЕКТАМИ БУДІВНИЦТВА І РЕКОНСТРУКЦІЇ ОБ'ЄКТІВ В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

^аПридніпровська державна академія будівництва і архітектури, ^аДонбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті розглядається економіко-математична модель організаційно-економічного механізму активізації управління інноваційними проектами будівництва і реконструкції об'єктів в регіонах України в умовах підвищення глобалізації регіональних ринків.

інноваційний проект будівництва і реконструкції об'єкту, управління інноваційними проектами, регіональний організаційно-економічний механізм управління

R. B. TYAN^a, M. F. IVANOV^a, E. R. TYAN^a, M. R. PRILEPOVA^a

ELEBORATION OF ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MODEL OF MANAGEMENT MECHANISM BY THE INNOVATIVE PROJECTS OF BUILDING AND RECONSTRUCTION OF OBJECTS IS IN THE REGIONS OF UKRAINE

^aPridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, ^aDonbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

In the article the economical and mathematical model of organizational- and economic mechanism of management activation the innovative projects of building and reconstruction of objects in the regions of Ukraine is considered in the conditions of globalization of regional markets enhancing.

innovative project of building and reconstruction of object, management, regional organizational-economic mechanism of management, innovative projects

Тянь Рево Борисович — д.т.н, доктор економічних наук, завідувач кафедри "Фінанси" Придніпровської державної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: організація і планування будівельного виробництва, управління проектами, організаційно-економічний механізм активізації інноваційно-інвестиційної діяльності.

Іванов Михайло Федорович — к.т.н, доцент кафедри "Економіка підприємства" Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: економіка будівництва, організаційно-економічний механізм активізації інноваційно-інвестиційної діяльності.

Тянь Єгор Рєвович — аспірант Придніпровської державної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: інноваційна і інвестиційна діяльність, управління проектами.

Прилепова Маріна Рєвовна — к.т.н, доцент кафедри "Організація і планування виробництва" Придніпровської державної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: організація і планування будівельного виробництва, управління проектами.

Тянь Рево Борисович — д.т.н, доктор экономических наук, заведующий кафедрой "Финансы" Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: организация и планирование строительного производства, управление проектами, организационно-экономический механизм активации инновационно-инвестиционной деятельности.

Иванов Михаил Федорович — к.т.н., доцент кафедры "Экономика предприятия" Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: экономика строительства, организационно-экономический механизм активации инновационно-инвестиционной деятельности.

Тянь Егор Реевич — аспирант Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: инновационная и инвестиционная деятельность, управление проектами.

Прилепова Марина Реевна — к.т.н., доцент кафедры "Организация и планирование производства" Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: организация и планирование строительного производства, управление проектами.

Tyany Revo Borisovych — doctor of Economic Sciences, the Head of the "Finances" Chair of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: organization and designing of the building producing, projects management, organizational- and economic mechanism of innovative-investment activity projects activating.

Ivanov Mikhail Fedorovych — an assistant professor of the "Economics of Enterprise" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: building economics, organizational- and economic mechanism of innovative-investment activity activating.

Tyany Yegor Revovych — post-graduate student of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: innovative and investment activity, management projects.

Prilepova Marina Revovna — an assistant professor of the "Organization and Designing of Production" Chair of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: organization and designing of building production, projects management.

УДК 69.057.16

В. К. ЧЕРНЕНКО, К. В. ЧЕРНЕНКО
Київський національний університет будівництва і архітектури

АНАЛІЗ УМОВ І ПРИНЦИПІВ ФОРМУВАННЯ МЕТОДІВ МОНТАЖУ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ КОНСТРУКЦІЙ У РОБОЧІЙ ЗОНІ

На основі загальновідомого підходу до формування методів монтажу робиться спроба шляхом розчленування складових на окремі структурні елементи, які властиві будь-якому монтажному процесу, знайти умови і принципи для формування методів монтажу великогабаритних (великопрогінних) конструкцій у робочій зоні.

аналіз, умови, принципи, формування, метод, монтаж, великогабаритні конструкції, робоча зона, примусове переміщення, організація, механізація, структурні елементи, операції

Вступ. В загальному вигляді технологія монтажу будівельних конструкцій розглядається як комплексний процес, який складається з простих (основних і допоміжних) процесів і операцій, які можна розділити на три групи - транспортні, підготовчі і власномонтажні. Технологія монтажу будівельних конструкцій виконується на будівельному майданчику під яким розуміють простір, що складається із технологічної зони, зон монтажу, транспортування, подавання, розвантаження, складування, попереднього складання (укрупнення), зони суміщеної роботи, робочої зони тощо.

Основний матеріал. Зона монтажу являє собою простір, на якому знаходяться монтажні механізми, що забезпечують подавання конструкцій, виробів та матеріалів необхідних для виконання монтажного процесу, з місця складування або розвантаження в робочу зону, а зона транспортування — простір, в якому відбувається їх переміщення. Інші зони виконують відповідні їх назвам функції. Крім того, робоча зона може характеризуватися як простір, обмежений геометричними параметрами: висотою, довжиною та шириною (за певних умов ці параметри можуть замінюватися відповідним радіусом) і певним обсягом монтажних робіт, в межах яких виконавець виконує доручену йому роботу. В нашому випадку це може бути, наприклад, укрупнення великогабаритної конструкції (на низьких риштуваннях) з наступним переміщенням її по вертикалі на проектні позначки.

Перспективи дослідження. Процес укрупнення конструкцій може складатися з основних і допоміжних конструкцій і входити в підготовчі чи власномонтажні групи. При розгляді технології укрупнення і монтажу будівельних великогабаритних конструкцій у робочій зоні аналізу треба піддавати окремо укрупнення і вертикальний підйом, або радіальне переміщення (поворот). Такий підхід дає змогу більш детально виявити і розглянути сукупність можливих методів виконання цих робіт. При цьому режим і параметри монтажного процесу повинен встановлювати на основі виробничої необхідності та регламентувати нормативними і директивними термінами будівництва.

Виходячи з загальновідомого підходу, який викладено у монографії [1], де монтаж конструкцій розглядається у вигляді певної структури, що дає змогу аналізувати його на основі розчленування складових на окремі структурні елементи (постійні і змінні), властиві будь-якому монтажному процесу. Наприклад, основні та допоміжні операції можна розчленувати на елементарні робочі операції, які, у свою чергу, складаються з робочих прийомів і рухів і можуть за визначеними принципами об'єднуватися у відповідні прості або складні (комплексні) процеси, що виконуються за допомогою засобів механізації або вручну.

Одночасно монтаж можна представити і як переміщення конструкцій в просторі і в часі з одного положення (місця подачі або складування), що характеризується фіксованими точками, в інше — проектне положення, що характеризується іншими фіксованими точками, відносно деякого технологічного центру (наприклад, місця стоянки крана) з певними одиничними векторами

© В. К. Черненко, К. В. Черненко, 2010

орієнтації. Паралельно з монтажем можуть виконуватися і інші процеси, які забезпечують підготовку фронту робіт, бетонування окремих стиків, конструкцій або масивів, зварювання, антикорозійний захист, герметизацію і т. п. Так як положення технологічного центру може змінюватися, можуть змінюватися і одиничні вектори орієнтації, що при проектуванні дає різні комбінації або варіанти можливих рішень. Вперше організаційно-технологічна структура методу монтажу знайшла відображення в роботі [1] у вигляді трьохмірної матриці, де кожному варіанту відповідає конкретна модель — рис. 1, табл. 1.

При розгляді матриці як системи вісі її координат відображають відповідні інформаційні потоки, які дозволяють вирішувати питання організації монтажного процесу X , його механізації Y , виконання основних монтажних операцій Z і керування монтажним процесом $R(Y)$. Як приклад, розглянемо моделі 1 і 5, які мають різні координати, в той час як моделі 2 і 3 міняють тільки одну із них. Таким чином, змінюючи потоки інформації ми можемо отримувати нові варіанти методів монтажу. Так як при цьому модель кожен раз змінює свій радіус — вектор R , то ми отримуємо і нові варіанти по керуванню монтажним процесом.

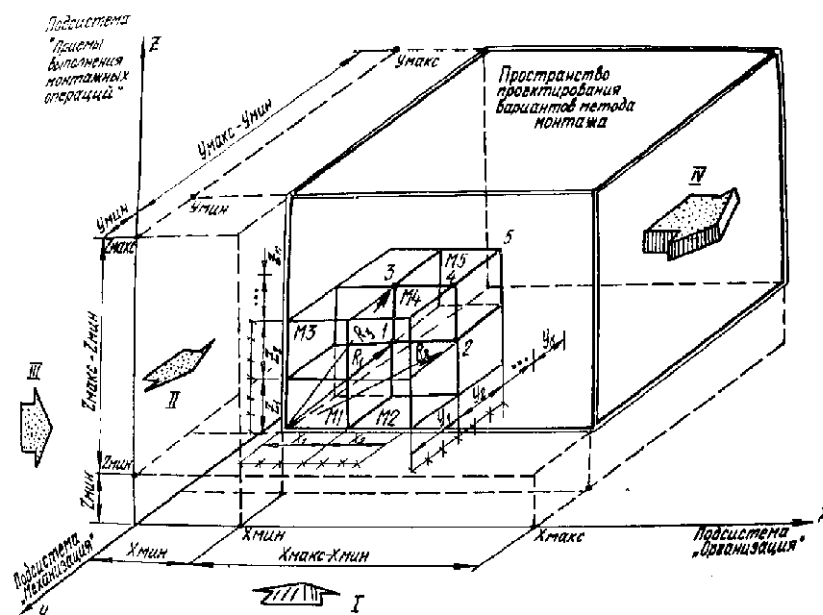


Рисунок 1 — Загальна схема формування методів монтажу будівельних конструкцій I-III — вхідні інформаційні потоки підсистем відповідно "Організація", "Механізація" та "Технологія виконання монтажних операцій".
IV — вихідний інформаційний потік (результат).

Таблиця 1 — Варіанти методів монтажу

Варіант методу монтажу	Структурна модель	Загальні координати моделі	Радіус-вектор
1	M_1	$X_1 Y_1 Z_1$	R_1
2	M_2	$X_2 Y_1 Z_1$	R_2
3	M_3	$X_1 Y_1 Z_2$	R_3
4	M_4	$X_2 Y_2 Z_2$	R_4
5	M_5	$X_2 Y_2 Z_2$	R_5
....
n	M_n	$X_n Y_n Z_n$	R_n

Якщо задати відповідні границі X_{\min} - X_{\max} ; Y_{\min} — Y_{\max} та Z_{\min} — Z_{\max} по відповідним координатам X , Y , Z то отримуємо можливість регулювати кількість розглядуваних моделей — варіантів. Цей факт говорить про реальну можливість вибору оптимального чи раціонального варіанта із всіх можливих множин варіантів метода монтажу для конкретних умов і відкриває шлях до розробки відповідних алгоритмів. Для цього треба спочатку формалізувати, а потім математично описати дані кожної підсистеми і визначити критерії кожного структурного елемента. Далі у роботі [1] множину складових метода монтажу можна предствити як:

$$MM=\{O,M,\Pi,Y\}, \quad (1)$$

де **O** — множина можливих рішень з організації монтажного процесу; **M** — множина можливих рішень з механізації мотажного процесу; **Π** — множина можливих технологічних рішень (прийомів) з виконання монтажних операцій; **Y** — множина можливих рішень з керування монтажними операціями.

Множина можливих рішень з організації монтажного процесу для варіанту монтажу будівельних конструкцій в робочий зоні (табл. 2) буде мати наступний вигляд:

$$O = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}, \quad (2)$$

де $X_1 = \{x_{11} \square x_{12}\}^*, x_{11}(12) = \{x_{13} \square x_{14}\}$;

$$X_2 = \{x_{21}\}; X_3 = \{x_{31} \square x_{32}\}; X_n = \{x_{n1}\}. \quad (3)$$

*символ \square означає — "або"

Множина можливих рішень з вибору ведучих вантажно підйомних засобів механізації монтажного процесу для переміщення великогабаритних конструкцій в робочий зоні на проектніпозначки (табл. 3) буде мати наступний вигляд:

$$M = \{Y\}; \text{ де: } M = \{Y_1\}, \text{ та } Y_1 = \{y_{11} \dots y_{1m}\}. \quad (4)$$

Множина можливих рішень з виконання монтажних операцій для переміщення великогабаритних конструкцій в робочий зоні на проектні позначки (табл. 4), буде мати:

$$\Pi = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_n\}. \quad (5)$$

Множина можливих рішень з керування (управління) монтажними операціями для варіанту монтажу великогабаритних конструкцій в робочий зоні залишається чинною, як і для звичайних

Таблиця 2 — Можливі рішення з організації монтажного процесу для варіанту монтажу великогабаритних конструкцій в робочий зоні

Складові метода		Структурні елементи	
Позначення	Найменування	Позначення	Найменування
X_1	Напрямок розвитку монтажного процесу (поток)	x_{11}	Поперечне
		x_{12}	Поздовжнє
		x_{13}	Вертикальне
		x_{14}	Комбінувальне
X_2	Послідовність устанавлення	x_{21}	Роздільне
X_3	Укрупнення (у робочий зоні)	x_{31}	Великогабаритними
		x_{32}	блоками
X_n	x_n	Частинами будівлі
		

Таблиця 3 – Можливі рішення при виборі вантажно підйомних засобів для монтажу великогабаритних конструкцій в робочій зоні

Складові метода		Структурні елементи	
Позначення	Найменування	Позначення	Найменування
Y_1	Немобільні монтажні машини і механізми	$Y_{11}... Y_{1m}$	Спеціальне обладнання з застосуванням домкратних систем для особливих методів підйому
Y_n	Y_n

Таблиця 4 – Можливі рішення по виконанню основних монтажних операцій для монтажу великогабаритних конструкцій в робочій зоні

Складові метода		Структурні елементи	
Позначення	Найменування	Позначення	Найменування
Z_1	Оснастка і захват	$Z_{11}...$ $Z_{12}...$ $Z_{13}...$	За строповочні отвори За отвори в тілі конструкції За конструкцію
Z_2	Підйом	$Z_{21}...$ $Z_{22}...$ $Z_{23}...$	Вертикальне переміщення Радіальне переміщення Комбінувальне переміщення
I	2	3	4
Z_3	Наводка, орієнтування, встановлення	$Z_{31}...$	Примусове переміщення
Z_4	Вивірка	$Z_{41}...$ $Z_{42}...$	Інструментальна Автоматизована
Z_5	Тимчасове закріплення	$Z_{51}...$ $Z_{52}...$	Без закріплення Індивідуальне спецзакріплення
Z_n	X_n

методів монтажу. З урахуванням розкриття діапазону зміни складових і структурних елементів метод монтажу великогабаритних конструкцій в розгорнутому вигляді може бути представлений як:

$$MM = \{ X_1, X_2, \dots, X_n, Y_1, \dots, Y_n, Z_1, Z_2, \dots, Z_n, Y \dots \}. \quad (6)$$

Умови застосування моделі ММ диктуються загальновідомими правилами, визначаючими [2]:
можливість існування (ММ має право на існування, якщо відкривається технологічна або конструктивна потреба в ньому, незалежно від засобів і предметів праці);

технологічну стабільність (тільки ММ завжди має властивості і особливості, які визначаються сталістю його організаційно-технологічної структури);

універсальність або організаційну взаємозамінність (ММ може бути використаний для монтажу ряду будівельних конструкцій об'єктів різного призначення і навпаки, кожна будівельна конструкція, незалежно від типу об'єктів, може бути змонтована декількома методами);

ефективність застосування — ефективний в конкретних виробничих умовах лише той ММ, при якому забезпечується необхідний рівень ефективності всієї технології монтажного процесу, тобто

$$\sum_j^i \sum_j^m E_{mj}, \quad (7)$$

де E_{ij} — показники ефективності складових ММ;

E_{mj} — комплексний критерій ММ; i, j — можливі варіанти, які приймають значення $i = 1, 2, \dots, n$;

$j = 1, 2, \dots, m$.

В процесі дослідження множини (і) визначаються його структурні елементи, їх властивості, умови і сфера застосування, а також різні комбінації, які можуть утворювати варіанти ММ. Для установлення обмежень рішення даної задачі був розглянутий склад елементів по кожній складовій й можливий діапазон їх змін в умовах монтажу великогабаритних будівельних конструкцій (і). Отримана таким чином організаційно-технологічна структура ММ в розгорнутому вигляді має визначальне значення і при автоматизованому проектуванні, тому що дозволяє перебирати весь масив вихідної інформації.

Одночасно з її допомогою будь-який метод може бути охарактеризований однозначно певним складом структурних елементів і записаний в буквених або цифрових позначеннях, що дозволяє відкрити окремий напрямок з уніфікації методів монтажу на єдиній технологічній основі. Паралельно, використовуючи організаційно-технологічну структуру ММ, можна задавати множину рішень методів монтажу для даних умов виконання монтажного процесу. При цьому загальна кількість можливих рішень буде визначитися наявним числом структурних елементів, які обмежуватимуться діапазоном зміни кожного з них.

Для того, щоб під час проектування не виконувати повторення однакових операцій при виборі рішень з всієї їх множини, методи монтажу були розподілені за загальними властивостями, для яких встановлювалися класифікаційні групи (в певному технологічному інтервалі). Останні розподілялись на підгрупи з приблизно однаковими організаційно-технологічними властивостями.

До головних ознак групування методів монтажу великогабаритних конструкцій у робочій зоні прийняті:

- *вид підйому* (примусове переміщення) — вертикальне, радіальне чи комбінувальне прийомів його виконання (підтягування, виштовхування, вижимання тощо);
- *напрямок переміщення*, форма й проектне положення конструкцій в обсязі будівлі і споруди (плоска або просторова) та кількість останніх, встановлених на одній вертикалі (одна або декілька);
- *розташування монтажних засобів* по відношенню до конструкцій, що монтуються.

У відповідності до цих ознак всі методи монтажу великогабаритних конструкцій у робочій зоні мають свої специфічні властивості. Спочатку виконуються укрупнення конструкцій з використанням низьких риштувань до відповідних значень блоку чи частин будівлі (повної заводської готовності), а потім виконують їх підйом або радіальне чи комбіноване переміщення за допомогою спеціального обладнання з застосуванням домкратних систем. До методів монтажу з такими ознаками можуть належати методи підрашування колон, якщо їх укрупнення, наприклад, перекриття виконують у робочій зоні на низьких риштуваннях, а підйом за допомогою спецпідйомників, працюючих по принципу підрошування або росту верхньої частини колон. Цей метод бажано застосовувати при монтажі великих перекриттів виробничих будинків, ангарів, еленгів тощо площею в декілька тисяч квадратних метрів і монтажною масою 1-5 тис. т і більше.

Наприклад, описані принципи можуть використовуватися при спорудженні монолітних ядер жорсткості об'єктів шляхом підрошування оголовка стовбура, що виконується в ковзній опалубці і з використанням підйомників, працюючих за принципом підрошування його висувної частини — стовбура. Підйомники, що працюють за цим принципом (наприклад, шахтні системи ПГ-Q=300т.) можуть застосовуватися при монтажі великопрольотних конструкцій — рис. 2 [3, 4, 5].

Виштовхування покриття здійснюється підйомниками, обладнаними системою гідравлічних домкратів, з одночасним підрошуванням секцій стовбурів підйомників. Стовбур по мірі підрошування переміщується у вертикальних направляючих, встановлених на загальній рамі з механізмом підйому. Конструкція, що монтується, утримується в процесі підрошування спеціальними пристроями самого підйомника.

Висновок. Технологія монтажу великогабаритних (великопрогінних) конструкцій цим методом передбачає: укрупнене складання в робочій зоні майбутнього підйому на низьких риштуваннях; установлення і підведення під опорні частини конструкції оголовка стовбура підйомників, що

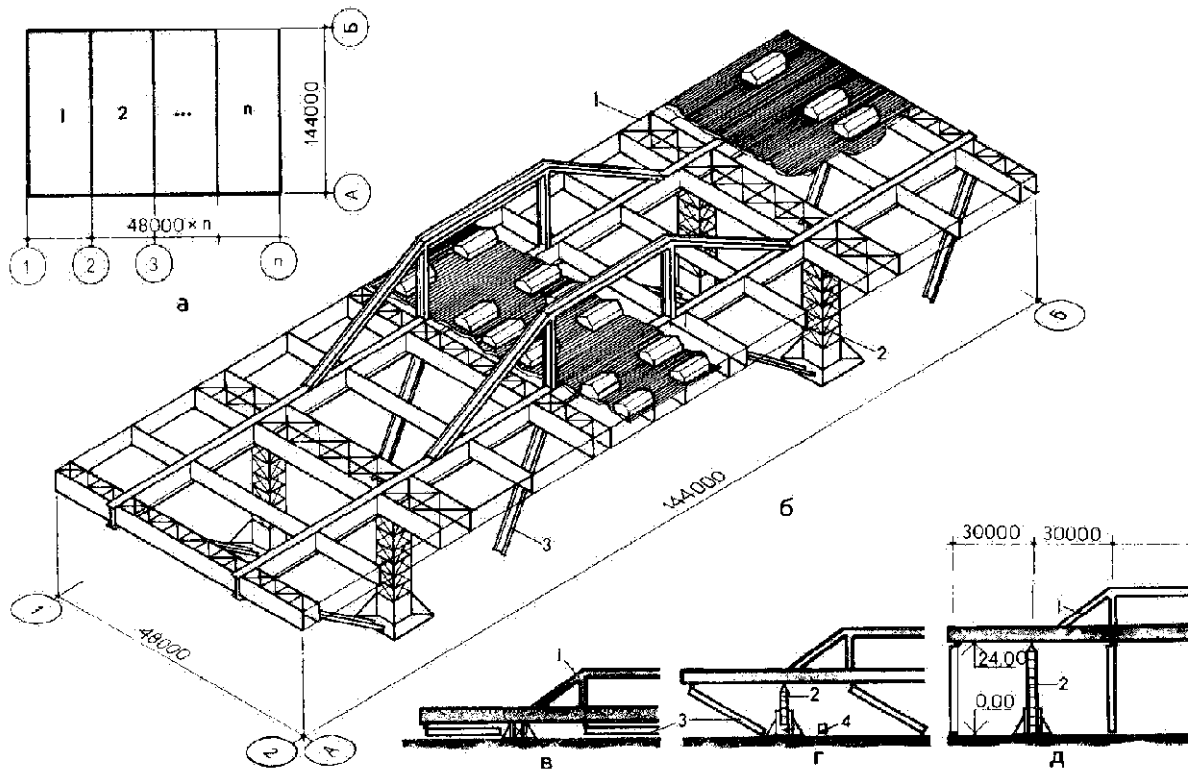


Рисунок 2 — Комбінований монтаж колон і великогабаритних (великопрогонних) покриттів одноповерхових будівель, з одночасним використанням методу радіального переміщення для монтажу колон, підіймачами ПГ-300 т, які працюють за принципом підろщування виштовхувальної частини (стовбура): а — розташування блоків покриття в будівлі; б — проміжний етап підйому; в — д — схеми монтажу за етапами; 1 — блок, який монтується; 2 — підіймний пристрій; 3 — колони крайнього і середнього рядів, які монтуються радіальним переміщенням (поворотом) навколо верхнього шарніру; 4 — підрошувальний елемент підіймача.

монтується; попереднє підймання конструкції на 100 мм, перевірку наявності обгону одних підіймачів іншими і усунення його; підйом конструкції на висоту, необхідну для підставлення першої секції стовбура-підіймача (до 2 м), фіксування конструкції і установлення підставки; приєднання до конструкції, що монтується, середніх і крайніх колон; повторення циклів підйому і підрошування стовбура доти, поки конструкція не займе положення, що дозволяє виконати установлення колон; посадку конструкції, що монтується, спочатку на крайні колони, а після їх закріплення до анкерних болтів — на середні; рихтування конструкції (при необхідності) за допомогою гвинтових стяжок і поліспахів і закріплення її в плані зварюванням верхніх вузлів примикання колон до ригелю.

Застосування такого методу дозволяє повністю виключити верхолазні роботи, забезпечує високу ефективність монтажу і його безпеку, але має і свої недоліки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Черненко В.К. Методы монтажа строительных конструкций. — Киев: Будивельник, 1982. — 208 с.
2. Черненко В.К. Основные положения формирования теории проектирования строительно-монтажных процессов // Строительное производство. — 1986. — Вып. 25. — С. 56-58.
3. Технология и организация монтажа строительных конструкций: Справочник / Под ред. В.К.Черненко, В.Ф.Баранникова. — Киев: Будивельник, 1988. — 276 с.
4. Информационный прайс-лист ООО "ЮНИПОР". — Луганск, 2005.
5. МДС 12-23.2006. Временные рекомендации по технологии и организации строительства многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в Москве.

В. К. ЧЕРНЕНКО, К. В. ЧЕРНЕНКО

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ И ПРИНЦИПОВ ФОРМИРОВАНИЯ МЕТОДОВ
МОНТАЖА КРУПНОГАБАРИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

На основе общеизвестного подхода по формированию методов монтажа делается попытка путем членения составляющих на структурные элементы, которые присущи любому монтажному процессу, найти условия и принципы по формированию методов монтажа большепролетных конструкций в рабочей зоне.

анализ, условия, принципы, формирование, метод, монтаж, крупногабаритные конструкции, рабочая зона, принудительное перемещение, организация, механизация, операции

V. K. CHERNENKO, K. V. CHERNENKO

ANALYSIS OF CONDITIONS AND PRINCIPLES OF THE METHODS FORMATION
OF THE ASSEMBLING OF LARGE MEASURES STRUCTURES IN THE
OPERATING ZONE

Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture

On the basic of the well-known approach to the methods formation of assembling is carried out attend by dividing into the structured elements, which are subjected to any assembling any process, to find conditions and principles for methods formation assembling the large span structures in the operating zone.

analysis, condition, principles, formation, method, montage, large span designs, working zone, forced displacement, organization, mechanization, operations

Черненко Віталій Костянтинович — д.т.н., професор, завідувач кафедри технології будівельного виробництва Київського національного університету будівництва і архітектури. Наукові інтереси: економіка в будівництві, будівельні ресурси, управління будівельним виробництвом. Вдосконалення і підвищення рівня технології і механізації транспортування і монтажу великогабаритних надважких конструкцій масою 600...1000 т (в тому числі і в умовах Далекої Півночі — Новий Уренгой, Ямал) при будівництві нафтогазових об'єктів.

Черненко Костянтинович Віталійович — інженер НДЧ кафедри технології будівельного виробництва Київського національного університету будівництва і архітектури. Наукові інтереси: економіка в будівництві, будівельні ресурси, управління будівельним виробництвом. Вдосконалення і підвищення рівня технології і механізації транспортування і монтажу великогабаритних надважких конструкцій масою 600...1000 т (в тому числі і в умовах Далекої Півночі — Новий Уренгой, Ямал) при будівництві нафтогазових об'єктів.

Черненко Віталій Константинович — д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технологии строительного производства Киевского национального университета строительства и архитектуры. Научные интересы: экономика в строительстве, строительные ресурсы, управление строительным производством. Усовершенствование и повышение уровня технологии и механизации транспортировки и монтажа крупногабаритных сверхтяжелых конструкций массой 600...1000 т (в том числе и в условиях Далекого Севера — Новый Уренгой, Ямал) при строительстве нефтегазовых объектов.

Черненко Константинович Витальевич — инженер НИРС кафедры технологии строительного производства Киевского национального университета строительства и архитектуры. Научные интересы: экономика в строительстве, строительные ресурсы, управление строительным производством. Усовершенствование и повышение уровня технологии и механизации транспортировки и монтажа крупногабаритных сверхтяжелых конструкций массой 600...1000 т (в том числе и в условиях Далекого Севера — Новый Уренгой, Ямал) при строительстве нефтегазовых объектов.

Chernenko Vitaliy Konstyantinovych — doctor of Engineering sciences, professor, the Head of the “Technologies Building Product” Chair of Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture. Economy in construction, building facility, building production management. The Improvement and increasing level to technologies and mechanizations of the transportation and montage design by mass 600...1000 t (including in condition of the Distant North New Urengoy, YAmal) at construction object.

Chernenko Konstyantin Vitaliyovych — engineer of Research works of the “Technologies Building Product” Chair of Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture. Economy in construction, building facility, building production management. The Improvement and increasing level to technologies and mechanizations of the transportation and montage design by mass 600...1000 t (including in condition of the Distant North New Urengoy, YAmal) at construction object.

УДК 69.059.7:624.012.35

В. Т. ШАЛЕННИЙ, О. А. БІЦЄВА, Л. В. КИСЛИЦЯ
ДВЗН "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури"

РОЗВИТОК МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ЕНЕРГОЗАТРАТ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ДЕЯКИХ ПРОГРЕСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ

Користуючись пропозиціями щодо удосконалення методології оцінки енергетичних витрат, із врахуванням затрат енергії будівельних робітників, показано можливі шляхи та результати деяких удосконалень сучасних технологій і обладнання. Це технології і опалубочні системи для виконання залізобетонних робіт, а також монтаж силосних корпусів із оцинкованої сталі методом підрозування.

енергоефективність, енергетичні затрати, металеві силоси, опалубка

Постановка проблеми. В українській державі, як найважливіші, проявляються дві протилежно спрямовані соціально-економічні проблеми — енергозбереження та зайнятість населення. Враховуючи це, нам, з одного боку, слід вибирати, розробляти і використовувати ті будівельні технології та матеріали, які забезпечують зменшення енергозатрат на різних, перш за все, визначальних етапах життєвого циклу будівельного об'єкту — від виробництва матеріалів і конструкцій, їх транспортування та спорудження до експлуатації, реконструкції, а потім і ліквідації [1]. З іншого боку, Україна має обирати ті технології і обладнання, які передбачають використання висококваліфікованих фахівців будівельного профілю, може навіть їх більшої кількості, та відмовлятися від технологій, що використовують важку фізичну працю, яка завжди і менш безпечна. Адже праця будівельників поки що дуже часто ще є мало привабливою, важкою та небезпечною, навіть із використанням здавалось би прогресивних закордонних технологій. А тому порівнювати їх (окрім зазвичай прийнятих показників технологічності, таких як трудомісткість, собівартість та тривалість виконання будівельно-монтажних робіт) пропонується також і за енергетичними витратами робітників, що присутні в цьому процесі. З цієї точки зору, нам здається доцільним подальший розвиток теорії оцінки енергетичної ефективності сучасних будівельно-монтажних робіт та її використання для пошуку напрямків удосконалення найбільш перспективних з них.

Такий підхід не є зовсім новим, в будівельній галузі у колишньому СРСР його пропонували використовувати проф. Р.Б. Тянь та В.Р. Млодецький при раціоналізації робочих місць [2], відомі роботи з оцінки енергетичних витрат та покращення умов праці шахтарів [3]. Монографія згаданих авторів була підготовлена у розвиток наукових досліджень та створених на їх основі рекомендацій, що були започатковані співробітниками Всесоюзного науково-дослідного та проектного інституту праці у будівництві [4, 5]. Там наводяться не лише методики та рекомендації щодо досліджень енергетичних витрат робітників, а й кількісні показники цих витрат при виконанні певних технологічних операцій [4, табл. на с. 15]. Однак перелік цих операцій далеко не повний, та й технологія виробництва зазнала суттєвих удосконалень. Якщо на той час найпоширенішою була дрібнощитова дерев'яна опалубка із дощок, то тепер на зміну їй прийшли індустріальні розбірно-переставні опалубки із щитами із вологостійкої фанери, легких металів та пластичних мас.

Приклад використання аналогічного підходу стосовно виробництва дрібних стінових блоків опубліковано в монографії [6]. Там запропоновано раціоналізацію конструкції станків-"несучок" із врахуванням питомих витрат електричної, механічної та теплової енергії в технологічному циклі виготовлення готових виробів. Однак цей позитивний досвід на інші більш складні для опису

будівельні технології поширення поки що не отримавши.

Мета роботи — розвиток методики оцінки енергетичної ефективності для удосконалення технології виконання залізобетонних і монтажних робіт. Конкретніше, поки що перебачається порівняння ефективності використання найбільш поширених опалубочних систем, а також удосконалення технології монтажу силосних корпусів із оцинкованої сталі методом підろщування.

Виклад основного змісту роботи. Класифікація і аналіз способів влаштування із обґрунтуванням доцільності використання методу підろщування при зведенні циліндричних металевих силосів наведено у статті [7]. У порівнянні із залізобетонними силосними корпусами, спорудження сталевих значно прискорюється, вага огорожень зменшується у декілька разів, а значить і енергетичні затрати на виготовлення, транспортування і поелементний монтаж конструкцій будуть мінімальними. Не треба привозити та встановлювати потужні монтажні крани, зведення конструкцій нульового циклу відбувається із використанням легких автомобільних кранів, а сам монтаж силосів — взагалі безкрановий, ручними таями. Однак і ця технологія вимагає подальшого удосконалення, в тому числі і шляхом аналізу та моделювання питомих (на одиницю будівельної продукції) енергетичних затрат, яке можна здійснити наступним чином.

З точки зору затрат енергії, сумарне її використання на монтажних роботах буде складатися із затрат енергії на монтаж верхнього ярусу (разом із конструкціями покрівлі) та монтаж всіх наступних однотипних ярусів. Причому затрати енергії, або механічна робота на крок підйому кожного наступного ярусу включає і складову енергії на підйом попередньо зібраної частини. Як приклад, енергетичні затрати (E) на один цикл монтажу першого ярусу силосу, складаються із наступних складових:

$$E = A_{\text{ярус}} + A_{\text{р.ж.}} + A_{\text{петля}} + A_{\text{мачта}} + A_{\text{покрівля}} + A_{\text{шевр}} + A_{\text{якір}} + A_{\text{підкос}} + A_{\text{підйом}}, \quad (1)$$

де $A_{\text{ярус}}$ — робота пов'язана з влаштуванням першого, верхнього ярусу силосу, що включає в себе тимчасове наживлення металевих панелей на переставну скобу у отворах для гвинтів, замазування місць з'єднання панелей герметиком, загвинчування гвинтів за допомогою механізованого інструменту; $A_{\text{р.ж.}}$ — робота з влаштування ребер жорсткості, на щойно змонтованому, новому ярусі; $A_{\text{петля}}$ — встановлення переставної металевої петлі для тимчасового закріплення за неї металевого гаку, що використовується; $A_{\text{мачта}}$ — влаштування допоміжної центральної мачти для зведення покрівлі силосу; $A_{\text{покрівля}}$ — влаштування металевого покриття циліндричного силосу, на гвинтовому з'єднанні механізованим інструментом; $A_{\text{шевр}}$ — влаштування вантажопідйомного пристрою (шевру), де закріплено ручний підйомний поліспаст з храповим механізмом; $A_{\text{якір}}$ — розміщення за межами фундаменту силосу допоміжних якорів, за допомогою крану; $A_{\text{підкос}}$ — жорстка фіксація верхньої частини шевру з якорями підкосом; $A_{\text{підйом}}$ — робота при прикладенні певних ручних зусиль на поліспаст: конструкцію підіймають на задану висоту (крок), що дорівнює висоті однієї панелі (1,2 м), і фіксують у підвішеному стані. Після чого повторюється майже весь згаданий ряд операцій (окрім покрівлі), в результаті чого методом підろщування і-тих ярусів зводять збірну конструкцію до заданої відмітки.

Аналізуючи цю аналітичну модель, можна зрозуміти, що очевидний напрямок скорочення енергетичних та трудових витрат — відмова від деяких операцій технологічного циклу. Як приклад — відмова від використання якірної системи, коли зусилля розподіляються всередині замкнутого контуру, що і було запропоновано, запатентовано і реалізовано на практиці з економічним ефектом у 18 тис. грн. [7].

Користуючись формулами класичної механіки, можна записати рівняння для визначення згаданих складових енерговитрат через роботу відповідних сил на шляху переміщення характерних точок предметів, засобів праці та виконавців технологічних операцій. Наприклад, за рекомендаціями, що наведено у [2], витрати енергії рахують як суму витрат енергії при вертикальному, горизонтальному та похилому русі корисного вантажу (інструментів, матеріалів, елементів опалубки тощо):

$$A = (PH + \frac{Pl}{9} + \frac{PH_1}{2})k, \quad (2)$$

де P — вага вантажу, кг; H — висота, на яку переміщують вантаж із вихідного (початкового) положення, м; l — відстань, на яку переміщують вантаж по горизонталі, м, H_1 — відстань, на яку опускають вантаж, м, $k = 6$ — коефіцієнт. Величини H , H_1 та l можна виразити також через відповідні координати простору будівельного майданчика (рис. 1).

Тобто які завгодно рухи, що супроводжують виконання кожної елементарної технологічної операції, можна визначити як шлях, що дорівнює різниці кінцевих (x_i) та початкових координат (x_{i-1}):

$$dx = x_i - x_{i-1}, \quad (3)$$

$$dy = y_i - y_{i-1}, \quad (4)$$

$$dz = z_i - z_{i-1}, \quad (5)$$

$$l = \sqrt{(dx)^2 + (dy)^2} = \sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2}, \quad (6)$$

$H = dz = z_i - z_{i-1}$ — переміщення вантажу по вертикалі при піднятті;

При опусканні вантажу треба різницю координат брати за абсолютною величиною.

$H = dz_i = |z_i - z_{i-1}|$ — переміщення вантажу при його опусканні.

Тоді формула підрахунку витрат енергії (механічної роботи) приймає вигляд:

$$A = (P(z_i - z_{i-1}) + \frac{P(\sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2}}{9} + \frac{P(z_i - z_{i-1})}{2})6. \quad (7)$$

Вищезначену формулу та методику підрахунку енерговитрат далі можна спробувати застосувати і для аналізу (оцінки) окремого будівельного процесу, наприклад при влаштуванні опалубки будівлі. Адже на ринку України досить широкий вибір систем опалубок для цивільних будівель: Doka, PERI, NOE, Будмайстер, Outinord, Aluma-Systems, ALPI, RINGER тощо. Якими б не були відмінності опалубочних систем (за матеріалом, функціональним призначенням та фірмою-виробником), всі їх помічені удосконалення та відмінності поки що спрямовані на збільшення оборотності, здешевлення, зменшення ваги і трудомісткості, а також підвищення якості опалубно-арматурно-бетонних робіт. На жаль, жоден виробник поки що не враховує енергетичні затрати праці будівельників при монтажі опалубок. По крайній мірі, про це не згадується у доступних науково-технічних і рекламних джерелах.

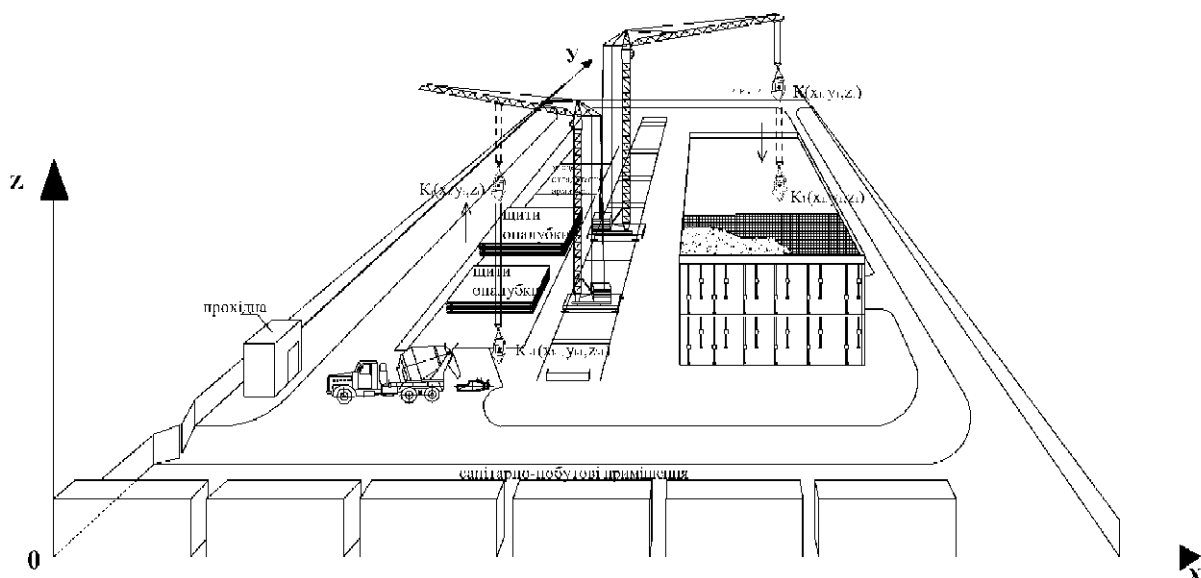


Рисунок 1 — Розрахункова схема визначення переміщення засобів праці для оцінки енергетичної ефективності організації будівельного майданчика.

Аналізуючи технологію виконання бетонних робіт, процес монтажу опалубки можна розкласти на прості операції, які включають: встановлення щитів, з'єднання елементів щитів, вивірення опалубки, встановлення арматурних виробів.

З іншого підходу, тяжкість цього та подібних процесів при моделюванні енергетичних витрат можна розкласти на декілька складових:

- фізично динамічне навантаження, для його підрахунку слід визначити масу вантажу, що переміщується вручну в кожній операції та шлях його переміщення. Підраховується загальна кількість операцій при перенесенні вантажу за зміну й підсумовується величина зовнішньої механічної роботи (кг·м) за зміну.

- маса вантажу, який підіймається чи переміщується будівельником протягом зміни.
- стереотипні робочі рухи, це однократне переміщення тіла або частини тіла з одного положення в інше.

- статичне навантаження, пов'язане з підтримкою людиною вантажу або додатковим зусиллям без переміщення тіла. У виробничих умовах статичні зусилля зустрічаються у двох різновидах: утримання оброблюваного виробу (інструменту) і притиск оброблюваного інструменту (виробу) до оброблюваного виробу (інструменту).

- поза, в якій працює будівельник (вільна, незручна, фіксована, вимушена) визначається візуально на підставі хронометражних даних за зміну.

- число нахилів корпусу.

- переміщення в просторі будівельника за зміну.

Тобто енергоємність процесу встановлення опалубки напряду пов'язана з робочим місцем будівельника та знаряддям, що використовується для виконання робіт. Площа робочого місця має бути такою, щоб незручності при роботі (при встановленні опалубки) були мінімальними. Пристосування, що використовуються в процесі роботи будівельника, мають бути якомога легшими, щоб скоротити енергозатрати при їх перенесенні, встановленні та притисканні.

Якщо на зону роботи будівельника при встановленні опалубки накласти координатні вісі, то підрахунок механічної роботи вище означеним методом, значно спрощується.

Таким чином, користуючись методологією оцінки енергетичних витрат будівельних робітників, можна визначитись із шляхами та отримати результати деяких удосконалень сучасних технологій, матеріалів і обладнання. Означені напрямки досліджень передбачається продовжити таким чином, щоб кожен з них у найближчі роки став окремою закінченою науково-кваліфікаційною роботою аспіранта.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шаленний В.Т., Папірник Р.Б., Шаломов В.А., Біцоева О.А., Кислиця Л.В., Скокова А.О., Грузинський І.Л. Напрямки удосконалення сучасних технологій, матеріалів і обладнання із врахуванням енергетичних витрат та умов праці будівельних робітників // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. трудов. – Днепропетровск: ПГАСА. – 2010. – Вып. 52. – С. 127-131
2. Рационализация рабочих мест в строительстве / Р.Б. Тянь, В.Р. Молодецкий, Б.А. Юнаев. – М.: Стройиздат, 1990. – 86 с.
3. Леман Г. Практическая физиология труда. – М.: Медицина, 1967. – 336 с.
4. Руководство по проектированию высокопроизводительных трудовых процессов строительного производства. Вып. 1 Основные положения / Всесоюз. научн. -исслед. и проектный институт труда в строительстве Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1978. – 32 с.
5. Руководство по проектированию высокопроизводительных трудовых процессов строительного производства. Вып. 3 Проектирование приемов труда / Всесоюз. научн. - исслед. и проектный институт труда в строительстве Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1981. – 40 с.
6. Шаленний В.Т. Организационно-технологические аспекты энергосбережения при модернизации производства конструкций и зданий из бетона: Монография. – Днепропетровск: Наука и образование, 2002. – 200 с.
7. Кислиця Л.В. Будівництво зернопереробних підприємств. Існуючі методи, доцільність і шляхи вдосконалення методу підрахування сталевих силосів // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБтаА, 2009. – №6-7. – С. 25-29.

В. Т. ШАЛЕННИЙ, О. А. БИЦОЕВА, Л. В. КИСЛИЦА
РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЗАТРАТ ДЛЯ
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ПРОГРЕССИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ
ГВУЗ "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры"

Пользуясь предложениями относительно усовершенствования методологии оценки энергетических затрат, с учетом затрат энергии строительных рабочих, показаны возможные пути и результаты некоторых усовершенствований современных технологий и оборудования. Это технологии и опалубочные системы для выполнения железобетонных работ, а также монтаж силосных корпусов из оцинкованной стали методом подрачивания
энергоэффективность, энергетические затраты, металлические силосы, опалубка

V. T. SHALENNIJ, O. A. BITSOEVA, L. V. KISLITSA
DEVELOPMENT OF METHODS FOR IMPROVING ASSESSMENT ENERGY
CONSUMPTION SOME ADVANCED TECHNOLOGY CONSTRUCTION WORKS
State Higher Educational Establishment "Prydniprov'sk State Academy of Civil Engineering
and Architecture"

Using offers for improving methodology for assessing the energy expenses, taking into account the energy expenses construction workers, possible ways and the results of some improvements of modern technology and equipment is technology and timbering system to carry out reinforced concrete operation, as well as the installation of silo buildings made of galvanized steel by rearing.
energy efficiency, energy costs, metal silo, formation

Шаленний Василь Тимофійович — доктор технічних наук, професор кафедри технології будівельного виробництва Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Дійсний член Академії будівництва України. Наукові інтереси: технологія і організація будівництва та реконструкції, переважно, цивільних будівель, ресурсозбереження при проектуванні будівельно-технологічних процесів.

Бицоева Ольга Анатоліївна — пошукувач, асистент кафедри технології будівельного виробництва Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: розвиток методики вдосконалення оцінки енергетичних витрат будівельних робітників при виробництві конструкцій з монолітного залізобетону.

Кислица Ліна Вікторівна — аспірант, асистент кафедри технології будівельного виробництва Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: влаштування циліндричних металевих силосів методом підрачування при скороченні енергетичних та трудових витрат.

Шаленний Василий Тимофеевич — доктор технических наук, профессор кафедры технологии строительного производства Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Действующий член Академии строительства Украины. Научные интересы: технология и организация строительства и реконструкции в основном гражданских зданий, ресурсосбережение при проектировании строительно-технологических процессов.

Бицоева Ольга Анатольевна — соискатель, ассистент кафедры Технологии строительного производства Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: развитие методики усовершенствования оценки энергетических затрат строителей при производстве конструкций из монолитного железобетона.

Кислица Лина Викторовна — аспирант, ассистент кафедры Технологии строительного производства Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: устройство металлических силосов методом подрачивания с уменьшением энергетических и трудовых затрат.

Shalennij Vasiliy Timofeevych — doctor of Engineering Sciences, professor of the "Technology of Building Production" Chair of Prydniprov'sk State Academy of Civil Engineering and Architecture. The real member of the Academy of Building of Ukraine. Scientific interests: technology and organization of building reconstruction main by civil buildings, resource saving while designing of construction technological processes.

Bitsoeva Olga Anatol'yvna — the competitor, the assistant of the "Technology in Building Production" Chair of Prydniprov'sk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of the development technique of estimation of builders power expenses of while manufacturing of structures of monolithic reinforced concrete.

Kislitsa Lina Victoryvna — the post-graduate student, the assistant of the "Technology in Building Production" Chair of Prydniprov'sk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: the establishment of metal silo by rearing with reducing energy and labour costs.

УДК 624.074.2:624.012.45

Д. В. БЕЛОВ^а, В. И. МОСКАЛЕНКО^б, А. М. ЮГОВ^а

^аДонбасская национальная академия строительства и архитектуры, ^бООО "Промстройремонт"

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КУПОЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОДЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ

В данной статье приводятся основные указания к производству работ при возведении монолитного железобетонного купола с использованием принципиально новой подъемной опалубки. Детально освещены технология монтажа опалубки, работы по устройству монолитного купола и раскружливанию системы.

Приводится полный технологический цикл работ с пояснениями и необходимыми рекомендациями. Отражены универсальность, высокая технологичность и основные преимущества подъемной опалубки перед пневматической.

монолитный купол, опалубка купола, кружала, бетонирование, временная опора, раскружливание

Актуальность темы. Железобетонные монолитные купола получили широкое распространение. Такие конструкции экономичны по затратам и для них имеются вполне надежные методы расчета и конструирования. Однако возведение их требует устройства сложной опалубки, стоимость которой соизмерима со стоимостью собственно оболочки. Предложения по возведению куполов с пневматической опалубкой к настоящему времени нашли применение для куполов до 30 м. При устройстве деревянной опалубки оборачиваемость её крайне мала, трудоемкость высока и при этом трудно соблюсти точные геометрические размеры элементов, что является обязательным в данной конструкции.

Поэтому авторами было предложено и запатентовано принципиально новое конструктивно-технологическое решения купольной опалубки (Пат. Україна МПК E04G 11/04. Опалубка для зведення великопролітних куполів. Белов Д.В., Югов А.М. — № у 2009 09928; Заявл.29.09.2009; Опубл. 02.02.2010).

Новая опалубка имеет ряд отличий и особенностей от традиционных купольных опалубок и требует разработки указаний и рекомендаций по её применению.

Целью данной статьи является разработка технологии производства работ с использованием данной купольной опалубки.

Принципиальная схема устройства купола.

После сборки кружал 1 выполняется монтаж палубы опалубки 2 (рис. 1).

Палуба выполнена из тонколистового металла в виде секторов-секций, соединенных между собой. Палуба 2 свободно лежит на кружалах 1. В одном из секторов палуба не устраивается.

Последовательно укладывают слои облицовки, паро-, теплоизоляции, гибкую сварную сетку и бетонную смесь. Во избежание сползания бетонной смеси на вертикальных участках в момент подъема, на опалубку укладывают тканевую сетку.

Подъемная лебедка 3 с помощью тросов 4 поднимает кольцо 5, которое свободно скользит по временной опоре 6. При этом верхний конец кружала 1 поворачивается в шарнирах подъемного кольца 5, а нижний конец с помощью ролика 7 подходит к опорному шарниру 8 в крайнюю проектную точку. Палуба опалубки 2 при подъеме совершает свободное скольжение по кружалам, при этом края "пустого" сектора по мере подъема подходят друг к другу и смыкаются в конце подъема (рис. 2).

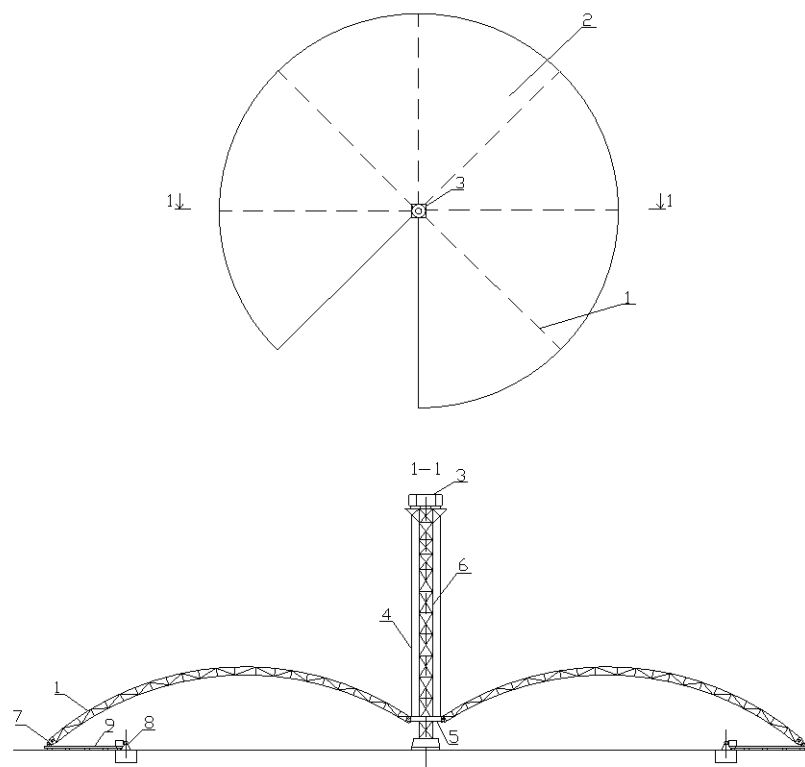


Рисунок 1 — Смонтированная опалубка до подъема: 1 — кружала; 2 — палуба опалубки; 3 — лебедка; 4 — тросы; 5 — подъемное кольцо; 6 — временная опора; 7 — ролик; 8 — опорный шарнир; 9 — роликовые пути.

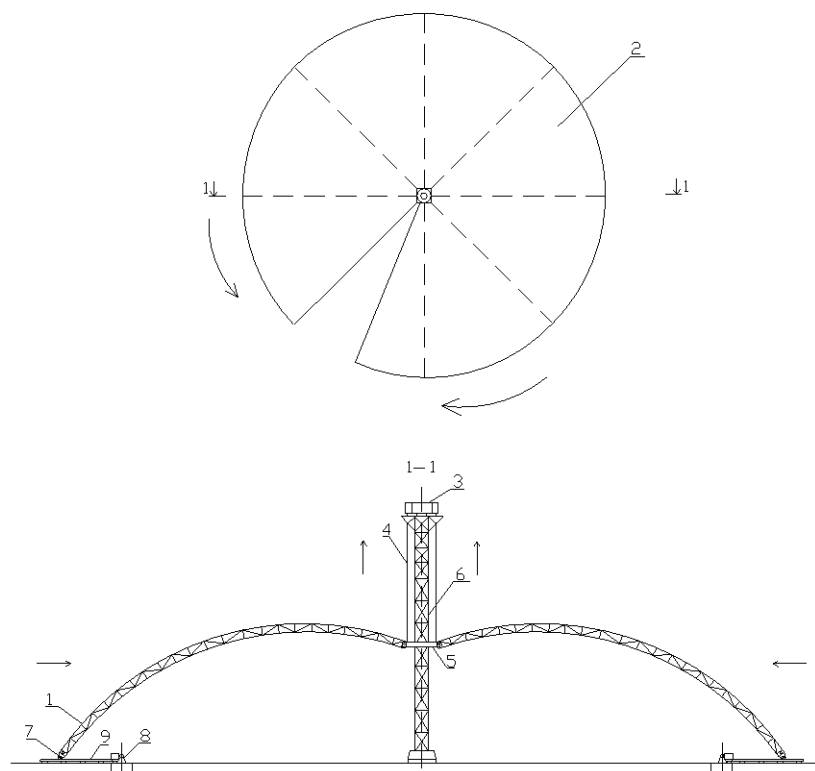


Рисунок 2 — Опалубка при подъеме: 1 — кружала; 2 — палуба опалубки; 3 — лебедка; 4 — тросы; 5 — подъемное кольцо; 6 — временная опора; 7 — ролик; 8 — опорный шарнир; 9 — роликовые пути.

При окончании подъема (рис. 3) производится фиксация ролика 7 в опорном шарнире 8, закрепления концов кружал в верхних и нижних фиксаторах.

После набора бетоном необходимой прочности производится распалубка в такой последовательности (рис. 4). С помощью шпренгеля-съемника 10 создается разгружающее усилие в середине кружала. Это дает возможность демонтировать шарнир 3 в нижней части секции кружала и скобу-шарнир 2 в верхней части (рис. 6), после чего производят поворот половин кружал в опорном шарнире 8 и в верхнем шарнире подъемного кольца 5. По мере демонтажа половин кружал опускают подъемное кольцо 5. Демонтаж кружал и временной опоры 6 производят посекционно.

Рассмотрим основные работы по устройству купола.

Монтаж временной опоры и кружал опалубки купола.

Временная опора — решетчатая конструкция, выполненная из гнутосварных квадратных профилей, высотой 15 м и размерами в плане 0,8х0,8 м, с оголовком — площадкой для установки подъемной лебедки (рис. 5).

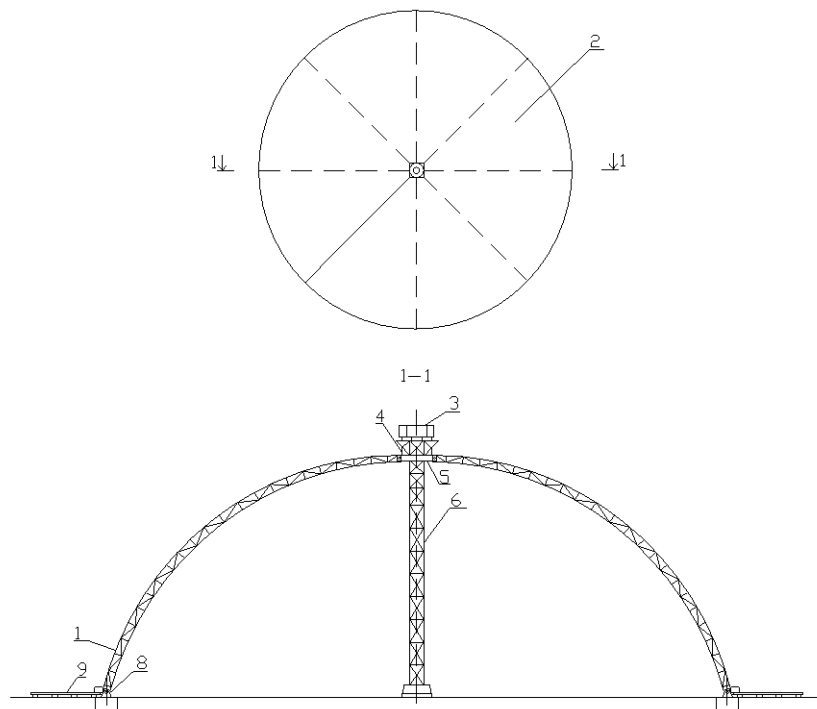


Рисунок 3 — Опалубка после подъема: 1 — кружала; 2 — палуба опалубки; 3 — лебедка; 4 — тросы; 5 — подъемное кольцо; 6 — временная опора; 7 — ролик; 8 — опорный шарнир; 9 — роликовые пути.

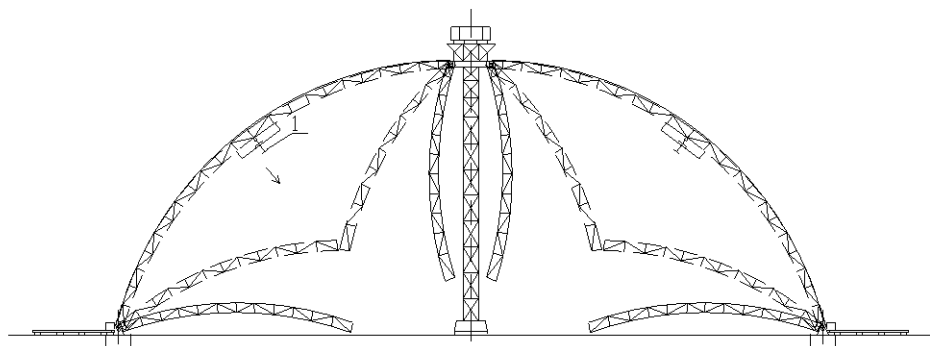


Рисунок 4 — Демонтаж опалубки: 1 — шпренгель-съемник.

Опора собирается поэлементно в горизонтальном положении, с помощью болтовых соединений и после сборки поднимается краном в проектное положение.

Кружала монтируются после установки временной опоры, они состоят из сварных решетчатых панелей 1х0,5 м, соединенных между собой с заданной кривизной болтами (рис. 6).

Основные процессы при монтаже временной опоры и кружал опалубки:

- разгрузка конструкций;
- сортировка конструкций;
- сборка опоры;

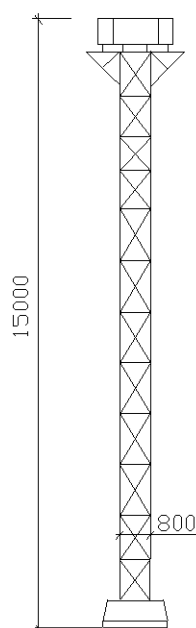


Рисунок 5 — Временная опора купола.

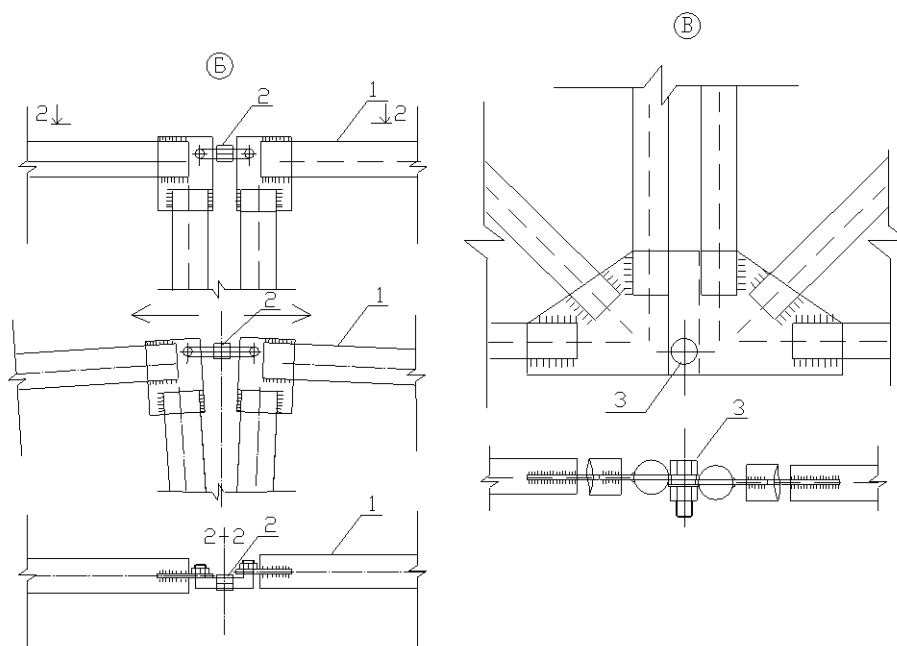


Рисунок 6 — Узлы соединения секций кружал: Б — верхний узел; В — нижний узел; 1 — кружало; 2 — скобы-шарниры; 3 — нижний шарнир.

- устройство основания временной опоры;
- установка лестниц и средств подмащивания;
- монтаж временной опоры;
- сборка кружал;
- устройство роликовых путей кружал.

Устройство монолитного купола.

К выполнению работ по устройству монолитного купола необходимо приступать после технологической подготовки, которая обеспечивает установку временной опоры, кружал и палубы опалубки. Необходимо выполнить нижнее опорное кольцо купола с соответствующими нишами, сквозь которые установлены роликовые пути кружал. Выполнить монтаж палубы и армирование сетками. Все эти действия удовлетворяют следующим условиям:

- минимальные сроки выполнения работ;
- минимальные материальные затраты ресурсов, материалов;
- рациональная организация технологических операций и всего процесса в целом.

Работы по устройству монолитного купола выполняется в такой последовательности:

- устройство нижнего опорного кольца;
- установка элементов палубы;
- закрепление элементов палубы и выверка ее положения в плане и по высоте;
- установка арматурных сеток в палубу;
- заливка бетонной смеси;
- уплотнение бетонной смеси;
- уход за твердеющим бетоном;
- контроль качества выполненных работ;
- заделка ниш опорного кольца.

Установка арматурных сеток.

Установку арматурных сеток необходимо выполнять после выполнения работ по установке палубы. Установку арматурных сеток выполняют в соответствии со схемой армирования, которая приведена в технической документации, КЖ и КЖД.

Все арматурные сетки объединяется между собой вязальной проволокой и фиксируются в проектном положении с помощью фиксаторов арматуры типов "звездочка" и "кольцо". Расстояние между фиксаторами не должно превышать 500 мм, при диаметре арматуры 6 мм. Арматурные сетки подаются на опалубку рулонами краном КС-5363, после чего выполняется раскатка сеток.

Подача бетонной смеси.

Укладку бетонной смеси следует выполнять после выполнения всех работ по установке палубы и арматурных сеток. Бетонирование выполняется тремя бетононасосами БН-80-20 ($P_{\Sigma}=80 \text{ м}^3/\text{ч}$).

Грани палубы, технологические отверстия и прорезы должны быть окаймлены, все зазоры и просвищены ликвидированы (заработаны), при этом щиты палубы должны плотно прилегать друг к другу. Укладку бетонной смеси следует выполнять послойно, толщина слоя 40.60 см. Непосредственно перед бетонированием поверхность палубы очищают от пыли, мусора, грязи, частиц бетонного камня, а арматуру — от налета ржавчины, и грязи.

Технологический цикл выполнения бетонных работ включает в себя такие операции:

1. Приготовление и транспортировка бетонной смеси к месту потребления.
2. Бетонирование, частичное откидывания (при необходимости), разравнивание и уплотнение бетонной смеси.
3. Выравнивание и заглаживание поверхности.
4. Поливка поверхности бетона водой.
5. Уход за вызревающим бетоном.
6. Операционный контроль качества выполнения бетонных работ.

Доставку бетонной смеси на строительную площадку выполняют автобетоносмесителем Liebherr НТМ 1004 с рабочим объемом $V_{\text{тр}} = 10 \text{ м}^3$.

Во время транспортировки бетонной смеси необходимо исключить возможность действия таких факторов:

1. Попадание в бетонную смесь атмосферных осадков.
2. Нарушение однородности бетонной смеси (расслоение).

3. Потеря цементного раствора (цементное молоко).

4. Попадание солнечных лучей.

Подача бетонной смеси выполняется тремя бетононасосами одновременно. Высота свободного сброса бетонной смеси во всех условиях не должна превышать 0.75 м.

Уплотнение бетонной смеси.

Уплотнение бетонной смеси выполняется с помощью виброрейки SVB 30. Слои бетонной смеси, которая подается, должны уплотняться за 1-3 прохода. При уплотнении бетонной смеси не допускается опирать вибратор на стержневую арматуру, особенно в узлах стыковки стержней сеток. Длительность вибрации бетонной смеси в одном месте не должна приводить к расслоению бетонной смеси. Вибратор устанавливают на поверхности бетонной смеси, которая уплотняется сразу на всю толщину слоя. Перемещение вибратора по бетонной поверхности выполняется со скоростью 0.4.1.0 м/мин. Слои бетонной смеси толщиной 10 см уплотняются за 2-3 прохода.

Уплотнение бетонной смеси можно считать достаточным, если наблюдается:

1. Прекращение оседания бетонной смеси.
2. Опалубка заполнена раствором.
3. Появление цементного молока на поверхности и в местах соприкосновения с палубой.

Уход за вызревающим бетоном.

Уход за вызревающим бетоном заключается в обеспечении благоприятных температурно-влажностных условий твердения бетона, обеспечении мероприятий по предотвращению попадания солнечных лучей и вредного действия воздуха. Систематическое увлажнение поверхности выполняется с такой частотой, чтобы обеспечить постоянную влажность поверхности бетона в период ухода за ним и составляет 13 раз. В летний период, и особенно в жару, поверхность свежееуложенного бетона защищают от действий прямых солнечных лучей защитными пленками сразу после бетонирования или слоем увлажненного песка после достижения бетоном прочности для распалубки не менее чем 0.5 Мпа. В теплое время необходимо увлажнять поверхность опалубки.

Контроль качества выполненных работ.

Все работы вести согласно требований СНиП 3.03.01-87 "Несущие и ограждающие конструкции". Средняя квадратичная погрешность контрольных измерений не должна превышать 10%.

Все конструкции и элементы, которые используются при производстве работ, а также правильность установки и закрепления опалубки и поддерживающих элементов, должны быть приняты согласно ДБН А.3.1-5-96.

Качество производства строительно-монтажных работ регламентируется такими нормативными документами:

1. СНИП 3.03.01-87 "Несущие и ограждающие конструкции".
2. СНИП 3.04.03-85 "Защита строительных конструкций от коррозии".
3. СНИП 3.01.03 - 84 "Геодезические работы в строительстве".

Демонтаж опалубки.

После набора бетоном необходимой прочности производится распалубка в такой последовательности. С помощью шпренгеля-съемника 4 создается разгружающее усилие в середине кружала. Это дает возможность демонтировать шарнир в нижней части секции кружала и скобу-шарнир в верхней части (рис. 7), после чего производят поворот половин кружал 3 в опорном шарнире и в верхнем шарнире подъемного кольца. По мере демонтажа половин кружал опускают подъемное кольцо. Демонтаж кружал и временной опоры производят посекционно.

Раскружаливание купольной опалубки производится в следующей последовательности:

1. Отсоединить сектора опалубки друг от друга.
2. Демонтировать болтовые соединения между щитами Щ-3 и Щ-2.
3. Закрепить щиты Щ-3 и Щ-4 к кружалам.
4. Разгрузить два кружала одного сектора шпренгелями — съемниками и рассоединить кружала пополам.
5. Произвести поворот нижних и верхних полукружал на необходимый угол.
6. С помощью ручной лебедки спустить верхние щиты Щ-3 и Щ-4.
7. Разъединить между собой щиты Щ-1, Щ-2, Щ-3, Щ-4.

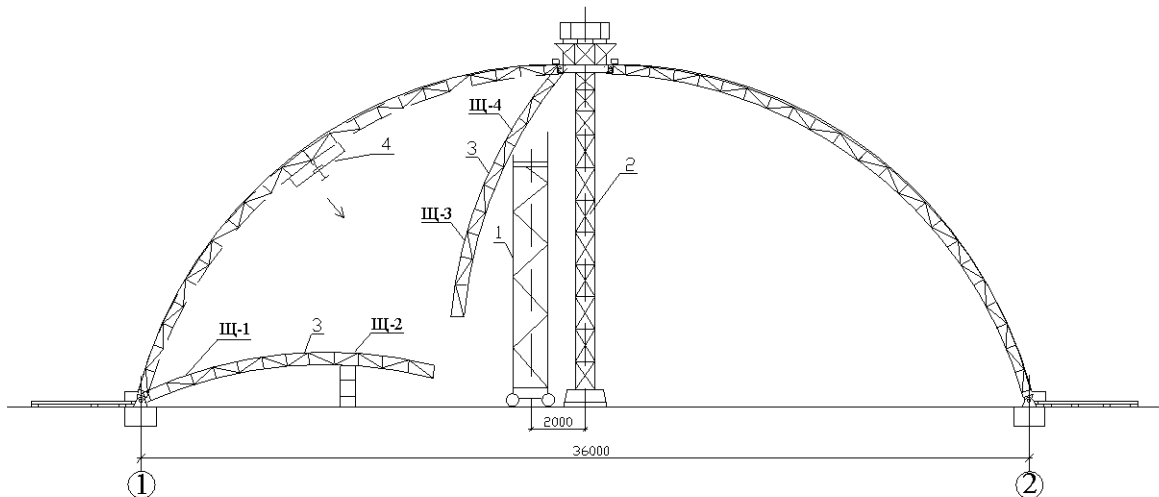


Рисунок 7 — Схема демонтажа купольной опалубки: 1 — подъемник; 2 — временная опора; 3 — кружало; 4 — шпренгель-съемник.

Демонтаж кружал.

Кружала демонтируются посекционно после полного демонтажа палубы. Нижние полукружала разбираются непосредственно на земле. Верхние полукружала разбираются "на весу", при этом подъемное кольцо временной опоры опускается по мере демонтажа кружал на удобную для разборки высоту (1-1,2 м).

Временная опора разбирается поэлементно со специальных подмостей.

Основные выводы.

Возведение купольных объектов с помощью предложенной принципиально новой подъемной опалубки дает возможность снизить трудоемкость опалубочных работ, значительно увеличить пролет купольного объекта, повысить оборачиваемость и универсальность опалубки. Технология не требует сложной спецтехники, опалубка собирается из легких элементов.

Подъем бетонной смеси купола происходит не с использованием пневмосистемы, как в пневмоопалубке, а механически. При этом нет необходимости в поддержании избыточного давления воздуха под опалубкой в процессе набора бетоном распалубочной прочности (2-3 дня). Опалубка изготавливается из относительно недорогих материалов, проста и технологична в использовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. Україна МПК E04G 11/04 Опалубка для зведення великопролітних куполів. Белов Д.В., Югов А.М. — № и 2009 09928; Заявл.29.09.2009; Опубл. 02.02.2010.
2. Белов Д.В., Югов А.М. Способ возведения монолитных большепролетных купольных конструкций // Современное промышленное и гражданское строительство. — ДонНАБА. — Макіївка, 2010.
3. Липицкий М. Е. Купола. — Ленинград: 1973. — 38 с.
4. Лебедев Н. В. Фермы, арки, тонкостенные пространственные конструкции. — Москва, 2006. — 66 с.
5. Тур В. И. Купольные конструкции. — Москва, 2004. — 11 с.

Д. В. БЕЛОВ^а, В. І. МОСКАЛЕНКО^б, А. М. ЮГОВ^а

ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБІТ ПРИ ЗВЕДЕННІ МОНОЛІТНОГО ЗАЛІЗОБЕТОННОГО КУПОЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПІДЙОМНОЇ ОПАЛУБКИ

^аДонбаська національна академія будівництва і архітектури, ^бООО "Промбудремонт"

У статті даються основні вказівки до виконання робіт при зведенні монолітного залізобетонного куполу з використанням принципо нової підйомної опалубки. Детально освітлені технологія монтажу опалубки, роботи по улаштуванню монолітного куполу і розкружальювання системи.

Приводиться повний технологічний цикл робіт з поясненнями і необхідними рекомендаціями. Відбиті універсальність, висока технологічність і основні переваги підіймальної опалубки у порівнянні з пневматичною.

монолітний купол, опалубка купола, кружала, бетонування, тимчасова опора, розкружалювання

D. V. BELOV^a, V. I. MOSKALENKO^b, A. M. YUGOV^a

WORKS PRODUCING WHILE ERECTION OF MONOLITHIC REINFORCED-CONCRETE DOME USING THE LIFTING TIMBERING

^aDonbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, ^b"Prombudremont" Ltd

In this article the main instructions for producing works while erection monolithic reinforced-concrete dome using new lifting timbering. In detail assembling technology of timbering assembling, works on monolithic dome establishment and sorting of the system are given.

A complete technological works cycle with explaining and necessary over recommendations. The universality, high technological and basic advantages of the lifting timbering pneumatic one.

monolithic dome, planking of dome, timbering, concreting, temporal support, sorting out

Белов Денис Вікторович — асистент кафедри технології, організації і охорони праці в будівництві Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Аспірант. Наукові інтереси: технологія і організація робіт при будівництві монолітних споруд.

Москаленко Володимир Іванович — генеральний директор ТОВ Фірма "Промбудремоні. Кандидат технічних наук, академік Академії будівництва України. Наукові інтереси: технології приготування бетонних сумішей експериментально-статичного моделювання.

Югов Анатолій Михайлович — доктор технічних наук, завідувач кафедри технології, організації і охорони праці в будівництві Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Професор. Наукові інтереси: проектування, монтаж, експлуатація, технічна діагностика, оцінка технічного стану, реконструкція і посилення будівельних металевих конструкцій, технологія і організація робіт, при будівництві і реконструкції будівель і спо

Белов Денис Вікторович — ассистент кафедры технологии, организации и охраны труда в строительстве Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Аспирант. Научные интересы: технология и организация работ при строительстве монолитных сооружений.

Москаленко Владимир Иванович — генеральный директор ООО Фирма "Промстройремонт. Кандидат технических наук, академик Академии строительства Украины. Научные интересы: технологии приготовления бетонных смесей экспериментально-статического моделирования.

Югов Анатолий Михайлович — доктор технических наук, заведующий кафедрой технологии, организации и охраны труда в строительстве Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Профессор. Научные интересы: проектирование, монтаж, эксплуатация, техническая диагностика, оценка технического состояния, реконструкция и усиление строительных металлических конструкций, технология и организация работ, при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

Belov Denis Viktorovich — an assistant of the "Technology, Labour Organization and Protection in the Construction" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. A post-graduate student. Scientific interests: technology and organization works while building of monolithic structures.

Moskalenko Volodymyr Ivanovych — Chief Executive officer of the "Prombudremont" Ltd. Candidate of Engineering Sciences, the academician of Academy of building of Ukraine. Scientific interests: technologies of concrete mixtures preparing of the experimental and statistical modelling.

Yugov Anatoliy Mykhaylovych — doctor of Engineering Sciences, professor, the Head of the "Technology, Labour Organization and Protection in the Construction" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing, assembling, exploitation, technical diagnostics, estimation of technical state, reconstruction and building metal constructions reinforcement, technology and organization of works, while building and reconstruction of buildings and structures.

УДК 69.681.51

А. И. БЕЛОКОНЬ^а, П. Е. УВАРОВ^б, В. В. ПАЗИН^в, М. Е. ШПАРБЕР^г

^аПриднепровская государственная академия строительства и архитектуры, ^бВосточнoукраинский национальный университет им. В. Даля, ^вЛуганский национальный аграрный университет, ^гГоловной институт "Академпромжилреконструкция"

НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОЕКТОВ-ОБЪЕКТОВ ТРУБОПРОВОДНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Предложены концептуально-методологические принципы инженерно-инновационного подхода к исследованию технологий и универсального навесного оборудования трубопроводного строительства

системный алгоритм, жизненный цикл, функционально-структурный анализ, морфологическая матрица

Постановка проблемы. Проведенный анализ строительного проектирования полного жизненного цикла (ЖЦ) современных инвестиционных проектов-объектов строительства (П-ОС) системы подземного трубопроводного строительства (СПТС) водоснабжения и водоотведения, выявил их принципиальные технические и организационно-технологические изменения, вызванные новыми целями, условиями, потребностями и возможностями оценки заказчиков — застройщиков и общества в целом. Это предопределило актуальность и мотивацию дополнения организационно-технологической науки *новой методологией комплексного проектирования организации жизненного цикла СПТС на основе концепции инженерно-инновационного изучения его в развитии*, во времени и пространстве, что в большей степени соответствует характеру динамической адаптации к новым требованиям НТП — современному ускоренному преобразованию и изменению условий строительства, эксплуатации и ремонта, реконструкции и ликвидации объектов водоподачи и водоотведения, требованиям гармонизации с международными стандартами качества и технического регулирования в строительстве (безопасности жизнеобеспечения) стран ЕС и СНГ [11, 13-17].

Основными побудительными причинами инвестиционно-строительной деятельности (ИСД) в организации преобразований и развития ЖЦ П-ОС являются инновации, которые определяются, как технологические, организационные и социальные нововведения, или применение нового оборудования, технологии продукта, что и отражает объективный рост динамики внедрения изобретений (патентов), преобразуя любые параметры СПТС (структуру, организацию, цель, управление) основных этапов организационно-технологического и инженерно-конструктивного развития (инжиниринга).

Инновационные технологии жизненного цикла (ЖЦ) сооружения П-ОС системы подземного трубопроводного строительства, начиная от его технико-экономического замысла и кончая ликвидацией, реализуется через организационно-технологические циклы (ОТЦ) (см. рис. 1) — взаимосвязанные, непрерывные и повторяющиеся комплексы работ (обоснование, проектирование, изготовление, монтаж, эксплуатация и другие этапы и стадии цикла).

Исследование и развитие полного ЖЦ П-ОС и составляющих его функционально-структурных и структурно-параметрических элементов в синтезе подсистем СПТС позволяют определить причинно-следственные закономерности взаимосвязи потребностей и целеориентированных на эффективность результатов, интегрировать текущие и перспективные цели развития жизнеспособности П-ОС и затраты, определяемые бездефектными способами производства работ, на протяжении не только его создания, но и принятия управленческих решений при эксплуатации, ремонте и реновации, а

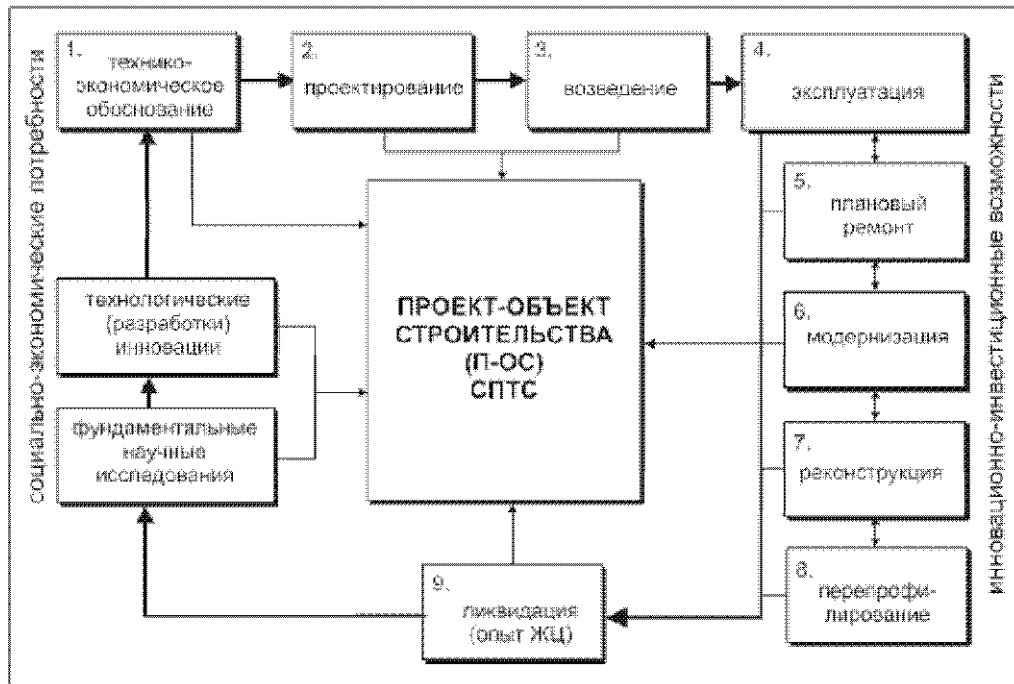


Рисунок 1 — Схема жизненного цикла П-ОС, как фазовая последовательность организационно-технологических циклов (ОТЦ) СПТС [8, 11, 14].

также выводе из эксплуатации и ликвидации (демонтаж, утилизация отходов, рекультивация земельного участка) [8, 9, 10, 11].

Осознание актуальности исследований данной проблемы и постановка соответствующих задач потребовали развития научно-методических принципов формирования рационально обоснованной по эффективности строительной технологии подземного трубопроводного строительства с использованием инженерно-инновационных разработок технических средств и оборудования, предложенных в авторских изобретениях [1-5].

Цель работы, основной материал и результаты исследований

Целью работы является разработка концептуально-методологических принципов инженерно-инновационного подхода к исследованию условий формирования и реализации модулей гибких технологий и средств комплексной механизации, многофункционального оборудования подземного трубопроводного строительства с динамической адаптацией их в условиях НТП, к новым требованиям эксплуатации, реновации и ликвидации на разных этапах и стадиях жизненного цикла создания, развития и деградации.

Проект-объект новой техники СПТС отображается в предмете (инструментарии) исследования — как развитие ЖЦ П-ОС в интеграции комплекса конструктивно-технологических решений сборных ж/б трубопроводов водоподдачи и водоотведения и создании инновационных технологий на основе конструирования сменного универсального навесного оборудования - гидрофицированной траверсы многофункционального назначения и взаимосвязанных решений по методам организационно-технологической модели возведения, с оценкой эффективности различных актов ИСД СПТС для жизненного цикла П-ОС.

Теория жизненного цикла и эффективности машин в эволюции своего развития сформирована на опыте и представлениях о взаимосвязанных последовательно развивающихся в пространстве и времени процессах, которым свойственна индивидуальная и групповая ритмика — цикличность, которая составляет универсальную закономерность и модель существования, присущую СПТС — инженерных сетей водопроводных и канализационных систем в части жизненных циклов изделий (специализированного оборудования, средств комплексной механизации), так и инновационных циклов на стадиях и этапах организационно-технологических циклов (рис. 2).

Таким образом, интерпретация ЖЦ П-ОС в представлениях и понятиях системного подхода подтверждает обоснованность применения методов системотехники и системного анализа к объекту и предмету исследований данной работы.

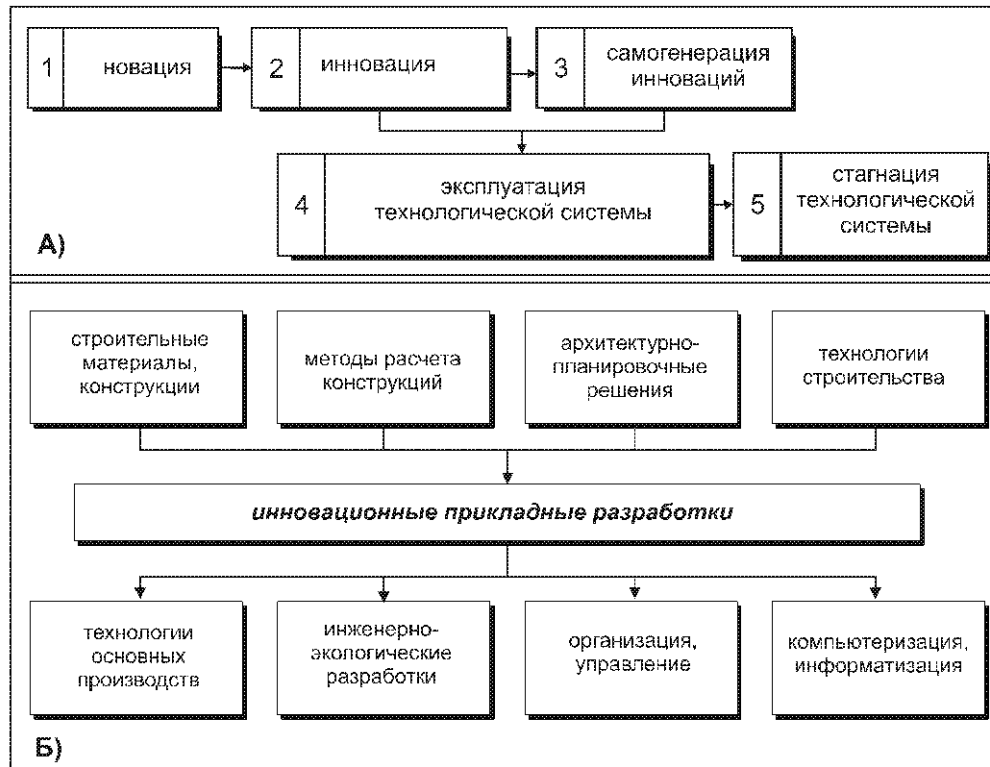


Рисунок 2 — Этапы эволюционных изменений и преобразований (динамической адаптации) инженерно-инновационных принципов СПТС. А) этапы жизненного цикла технологических инноваций; Б) структура характеристик, формирующих комплектную технологичность в исследованиях инженерно-инновационных разработок.

В свою очередь инженерно-инновационный подход к управлению изменениями на этапах и стадиях ЖЦ П-ОС базируется на представлении инноваций как главного стимула и катализатора эволюционных изменений СПТС и универсальном циклическом характере развития инноваций.

В качестве определения системы СПТС принимаем классическое определение акад. Анохина П.К. — "...Системой можно назвать только такой комплекс избирательно вовлеченных компонентов, у которых взаимодействие и взаимоотношение приобретают характер взаимосодействия компонентов на получение фиксированного полезного результата" [8, 13]. Следовательно, СПТС рассматриваем как функционально-структурную совокупность (множества) таких материальных инженерно-инновационных образований (подсистем), известным образом вовлеченных в отношения содействия, для которых определяются причинно-следственные отношения, с целью получения результатов, достаточно удовлетворяющих исходной потребности — с локальной адаптивной подсистемой интерактивного информационного общения в жизненном цикле П-ОС.

В таком представлении выделяем три составляющих системообразующих фактора инвестиционно-строительной деятельности (ИСД): внешние и внутренние причинно-следственные отношения элементов исследуемого П-ОС, определяющие направления его развития; исходная потребность, составляющая функции и состав взаимодействующих свойств подсистем, вытекающих из морфологического анализа в структурно-параметрическом синтезе СПТС.

Совокупность связей отдельного элемента, конкретизированная по величине и направлению, образует его структурное представление в рассматриваемой СПТС, а функциональную структуру — как совокупность взаимоотношений элементов системы, в направлении образования ее конкретного эффекта (результата).

Таким образом, *функционально-структурный анализ, синтез и адаптация являются основным методологическим принципом инженерно-инновационного подхода к исследованию и созданию СПТС* и связывают самым непосредственным образом инвестиционный, инженерно-инновационный и экологический подходы с практическими потребностями науки и инвестиционно-строительного производства (рис. 3).

Представляя стадии и этапы структуры П-ОС с заданными критериями эквивалентности на уровне идей, гипотез и решений, как составляющие реализации эффекта, этапы, стадии жизненного цикла

как множество подсистем, а организационно-технологический цикл как деятельность субъектов создания и потребления строительной продукции (СПТС), выявляется взаимообусловленность их и проводится системотехническая увязка многочисленных межсистемных информологических взаимосвязей на основе функционально-структурных и структурно-параметрических схем, модулей и моделей с оценкой квалиметрических качеств решений [12, 13, 14].

Функционально-структурные схемы рассматриваются как разновидность структурных моделей, в основу которых положен закон соответствия между структурой и функцией П-ОС. При этом рассматривают следующую иерархию описаний $\{П \rightarrow ТФ \rightarrow ФС \rightarrow ФПД \rightarrow ТР\}$, где $П$ – потребность; $ТФ$ – техническая функция; $ФС$ – функциональная структура; $ФПД$ – физический (технический) принцип действия; $ТР$ – техническое (конструктивно-технологическое) решение. Потребность формально представляется тройкой $П=\{D, G, H\}$, где D – указание действия, производимого данным объектом (оборудованием) и приводящего к удовлетворению потребности; G – указание объекта, на который направлено действие; H – указание особых условий и ограничений, при которых выполняется действие. Техническая функция представляется двойкой $ТФ=\{П, Q\}$, где Q – физическая (техническая)

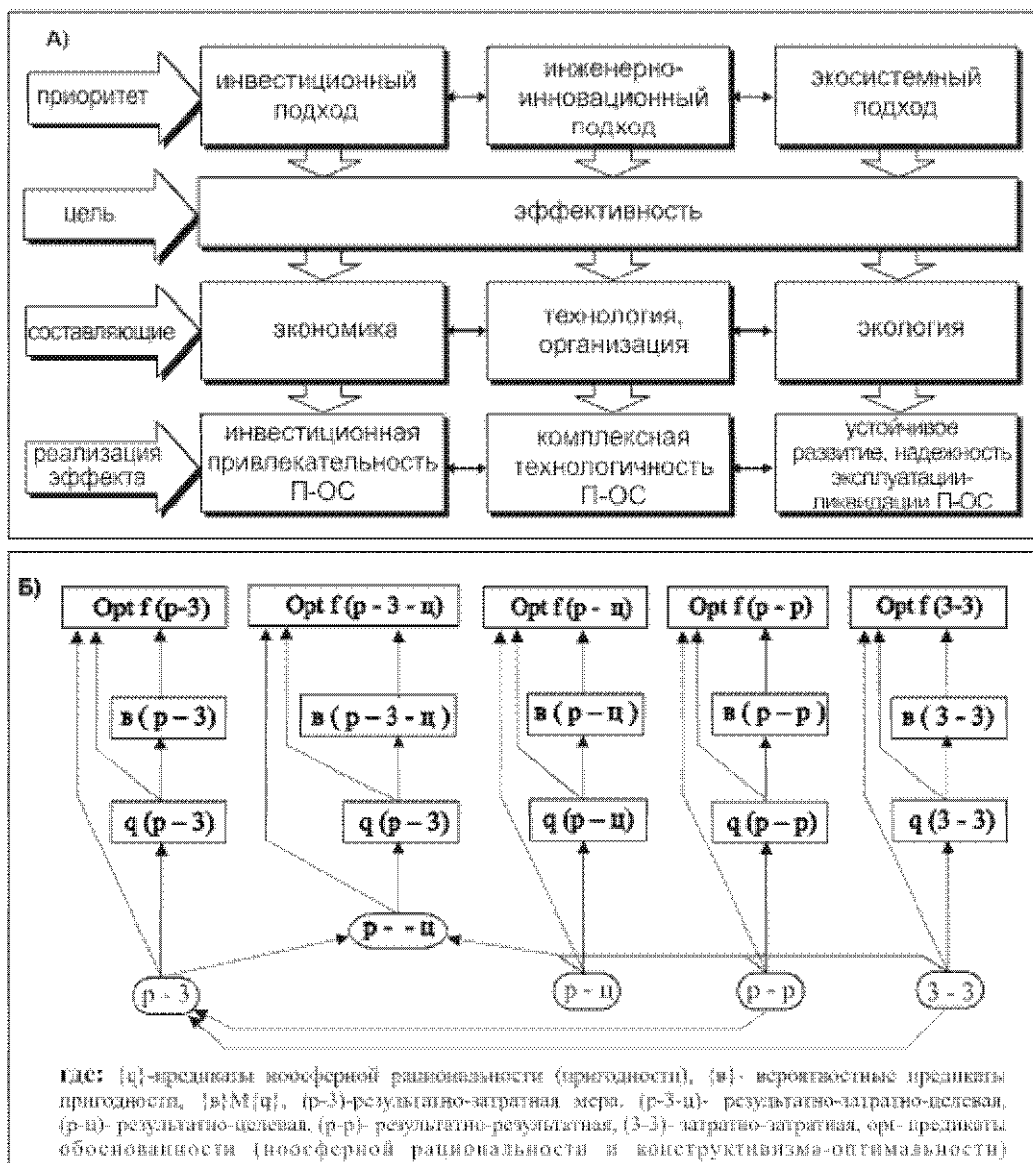


Рисунок 3 — Шкала квалиметрических качеств оценки эффективности различных актов ИСД: А) структура методов оценки организационно-технологических решений; Б) критерий эквивалентности на уровне идей, гипотез и решений.

операция, в свою очередь описываемая в виде $Q=\{A, E, B\}$, где A, B — соответственно входной и выходной потоки вещества, энергии, информации; E — операция Коллета по превращению $A \rightarrow B$. При помощи функционально-структурных схем описываем структуру и функции технических и организационно-технологических компонентов П-ОС и ОТЦ СПТС.

При этом их *характеристики рассматриваются как величины*, описывающие систему (подсистемы) *постоянные в процессе ее функционирования*. В свою очередь *целевая функция*, ее формирование *выполняется с учетом выходных параметров П-ОС и представляется как функция переменных*, от которых зависит достижение критерия оптимальности. *Скалярная функция одной или нескольких переменных называемых управляемыми переменными* (управляемыми параметрами), характеризует качество (квалиметрическую оценку бездефектности) оптимизируемого П-ОС.

Совокупность последовательно осуществляемых процессов управления в функционально-структурной схеме, завершающихся в течение определенного промежутка времени и повторяющихся в очередном периоде, включает: 1) *установление показателей*, характеризующих *желательное состояние управляемого объекта*; 2) *оценка действительного состояния* системы; 3) *выработка управляющих воздействий* в соответствии с любым обнаруженным расхождением между существующим (дескриптивным аксиоматическим или прескриптивным (нормативным) и желательным состояниями.

Для раскрытия процессов управления в ЖЦ П-ОС введем понятия, предложенные в [2]: инженерно-адаптационного ресурса и инновационной восприимчивости П-ОС, характеризующих динамическую адаптацию П-ОС к НТП во времени. *Адаптационный ресурс* определяется потенциальной возможностью приспособления и развития всех объемно-конструктивных и инженерных решений (подсистем) СПТС на основе использования принципов комплексной технологичности заводского изготовления трубопроводов (пассивная часть основных фондов).

Инновационная восприимчивость напрямую связана с тем, насколько продуманы в проектном решении П-ОС возможности инновационных изменений в жизненном цикле развития всех функциональных подсистем П-ОС, т.е. реинжиниринга всех технических (конструктивных), организационно-технологических процессов производственно-технологической (строительной и эксплуатационной) части П-ОС (активная часть основных фондов) — эксплуатации, ремонта, реконструкции и ликвидационного цикла (замены) СПТС.

Большой инженерно-адаптационный ресурс подсистем водоподдачи и водоотведения и инновационная восприимчивость П-ОС — это возможности структурно-параметрического синтеза подсистем СПТО, т.е. выстраивания их в течение ЖЦ СПТС не только путем совершенствования и улучшения существующей, но и инженерное конструирование принципиально новых технологий изготовления трубопроводов, обоснования специализированных средств комплексной механизации (авторских изобретений и патентов) и поточно-совмещенной организации взаимосвязанных, непрерывных и повторяющихся комплексов работ, не наследующих отрицательных факторов существующей (традиционной) строительной технологии и организации. [1-6, 14, 15, 17]. Они определяются требованиями к инженерно-конструктивным подсистемам П-ОС: машинам и средствам комплексной механизации и организационно-технологическим процессам П-ОС в сфере закономерностей и параметров всего ЖЦ П-ОС, т.е. комплексной технологичностью внедрения инновационных инженерных (прикладных) разработок.

Особо следует остановиться на необходимости разработки встроенной в СПТО модели управления квалиметрическим обеспечением контроля качества и устранением дефектов технологических процессов. Разрабатываемая организационно-технологическая модель бездефектного производства работ должна позволять системно обеспечивать проверку качества процессов, изготовления, возведения трубопроводов в их жизненном цикле оценки конструктивно-эксплуатационного и реновационного контроля.

Метод структурно-параметрического анализа-синтеза подсистем СПТС состоит в реализации следующих этапов: 1) целеориентированное на результат описание желаемых схем функциональных свойств системы; 2) выявление максимально полного перечня основных функций системы — σ_L ; 3) определение альтернативных способов реализации каждой функции; 4) генерирование всех возможных вариантов системы, каждый из которых состоит из цепочки, содержащей ровно по одному способу реализации каждой отдельной функции — λ ; 5) оценка эффективности вариантов; 6) выбор наиболее предпочтительного варианта. На 3 и 4 этапах строят и используют морфологическую матрицу. Общее число возможных вариантов в этом случае равно произведению числа способов реализации отдельных функций — $K_i = \overline{1, L}$, что уже при небольших значениях k_i может приводить к

комбинаторному взрыву. Во избежание этого необходимо вводить дополнительные ограничения по формированию комбинаций из несовместимых элементов.

Морфологическая матрица СПТС

Функции подсистем	Возможные способы реализации отдельных функций	Число способов
σ^1	$\lambda^{11} \lambda^{12} \lambda^{13} \dots \lambda^{1K1}$	k_1
σ^2	$\lambda^{21} \lambda^{22} \lambda^{23} \dots \lambda^{2K2}$	k_2
σ^s	$\lambda^{s1} \lambda^{s2} \lambda^{s3} \dots \lambda^{sKS}$	k_s
σ^L	$\lambda^{L1} \lambda^{L2} \lambda^{L3} \dots \lambda^{LKL}$	k_{L+1}

Концептуальная постановка задачи исследования инженерно-инновационного подхода к условиям формирования модулей и реализации гибких технологии и средств комплексной механизации СПТС на основе многокритериального синтеза ОТЦ на информационно-логическом и формальном уровне постановки следующая.

Найти решения альтернативы $X^0\{П-ОС\}$, рационально-обоснованные (оптимальные) по совокупности функционалов информационного качества конгруо-квали-эконометрических свойств и связей (отношений) проектных ОТЦ попарных (бинарных), именованных множеств структур ИСД: $Y_j(X, S)$, $J_j = \overline{1, k}$ при выполнении структурных, функциональных (критериальных и параметрических) ограничений проектных разработок СПТС — ψ в квалиметрических оценках бездефектности строительных процессов или

$$Y(X, S) = (Y_j(X, S), \dots, Y_k(X, S)) \quad T \rightarrow opt \quad X, S \in \psi,$$

$$X \in D_k; S \in D_s; Y \in D_Y,$$

где X — вектор формируемых параметров облика морфологии интегрированной СПТС (модулей гибких технологии и средств комплексной механизации);

S — вектор управляемых параметров ОТЦ проектных структур П-ОС (варианты сочетаний изменений в технологи выполнения процессов в зависимости от схем взаимодействия средств и параметров труда, использования машин и оборудования по типам, количеству и производительности, технологических схем движения средств труда в циклах сборочно-монтажных процессов, глубины и структуры расчленения элементов (готовность, однородность, однотипность и др. в жизненном цикле развития и др.).

$Y(X, S)$ — вектор критериев, показателей, целевых функций, обоснованных в оптимуме и заданных для исследуемой системы (СПТС) и элементов и синтезирующий конечное множество существенных для модели ОТЦ показателей качества альтернатив и соответствующий им количественных шкал измерений.

В формальной постановке задача состоит в максимизации вектора-функции $F(x) = (f(x), \dots, fn(x))$ по $x \in M$. В данной постановке исследований принимается критерий оптимальности, основанный на предположении о достижении смешанного экстремума вида $\inf F(x, y) \min \max F(x, y)$ и т.п., т.е. минимальная продолжительность процесса при максимальном совмещении операций в ОТЦ, или $\max \min$ вида — как наибольший выигрыш из тех, которые могут быть достигнуты принимающим решением (ЛПР) в наихудших для него условиях, и тем самым как гарантированный выигрыш.

D_x, D_s, D_y — области допустимых значений свойств проектных структур (ОТЦ) и значений многокритериальных оценок динамической адаптации, соответственно;

ψ — функциональные, критериальные и параметрические ограничения в виде равенств и

неравенств $\{СПТС\} \subseteq \{П-ОС\}$.

Таким образом, инженерно-инновационный подход к управлению изменениями динамической адаптации в НТП ЖЦ П-ОС базируется на представлении инноваций как главного стимула изменения-стагнации системы СПТС под влиянием последующих инноваций, т.е. по существу появление другой системы на каждом этапе и стадии жизненного цикла П-ОС инвестиционно-строительной деятельности.

Исчерпав свой инновационный потенциал традиционных элементов и составляющих СПТС, система деградирует (стагнация технологической системы), теряя или трансформируя при этом наименее эффективные составляющие элементы [17].

Исследование инженерных возможностей и способов учета в П-ОС будущих инноваций и вытекающих из этого динамических адаптаций — изменений этапов и стадий эксплуатационно-реновационно-ликвидационных требований к сооружению сетей водоподдачи и водоотведения в ЖЦ П-ОС соответствует по содержанию системо-техническим принципам и методам исследований, что позволяет СПТС адекватно отображать в виде множеств подсистем и элементов технологических и организационных инноваций, и тем самым повышать адаптационный ресурс проектируемых П-ОС при их сертификации по международным и европейским стандартам ИСО качества безопасности и управления окружающей средой.

Проведенный системный анализ изложенных методологических основ проектирования, требований надежности и комплексной технологичности проекта-объекта подземного трубопроводного строительства и реализации разработанных инновационных технологий и многофункционального оборудования позволили установить следующее: метод модульного формирования конструктивных, технических и организационно-технологических решений на этапе поиска, формирования идей; гипотез проектирования и экспериментов, новых материалов, конструкций и инженерных разработок многофункциональных органов и навесного оборудования для строительных машин СПТС; осуществить расчеты надежности и строительной технологичности на основе трехкомпонентной модели интегрального потока отказа трубопроводов и результатов исследования причин их возникновения; необходимость квалиметрической оценки структурно-связанных конструктивно-технологических процессов (бездефектную технологию); метод моделирования параметров организации жизненного цикла навесного оборудования для прокладки трубопроводов и др., подтвержденные теоретическими и проектно-экспериментальными инновационными прикладными разработками, авторскими свидетельствами на изобретение и результатами внедрения технологий и оборудования в СПТС [1-6, 11-17].

ВЫВОДЫ.

1. Цикличность как универсальная закономерность развития строительных систем вообще, и подземного трубопроводного строительства в частности, интерпретация жизненного цикла проекта-объекта строительства — трубопроводных коммуникаций в представлениях и понятиях системного подхода делает обоснованным применение методов проектной системологии для анализа, синтеза и адаптаций, исследуемых научно-методологических принципов инженерно-инновационных технологий в организации ЖЦ и управлении изменениями решений ЖЦ П-ОС.

2. Принятые и реализованные, в проектно-экспериментальных разработках и изобретениях, научно-методологические положения основаны на исследовании преемственности, наследственности в эволюции развития причинно-следственных стадий полного ЖЦ П-ОС и их структурно-функциональных и параметрических взаимосвязей-характеристик комплекса конструктивно-технологических решений сборных ж/б трубопроводов (водоподдачи и водоотведения) и создания универсального, многофункционального навесного оборудования с возможностью их изменений и преобразований к НТП: 1) адаптационного ресурса трубопроводов на основе принципов комплексной технологичности; 2) инновационной восприимчивости в разработке универсального навесного оборудования к экскаваторам и его потенциальной готовности к различным инвестиционно-инновационным потребностям НТП в ЖЦ эксплуатации, ремонте, реконструкции и ликвидации, т.е. последовательного и целеориентированного изменения этапов и стадий жизненного цикла продукции в каждом исследовательском цикле управления информацией о ходе управляемого процесса с преобразованием их в решения — в управляющее воздействие, которое становится источником новой информации.

3. В процессе управления (в том числе с управлением по отклонениям в ЖЦ П-ОС) необходимо разрабатывать конкретные задания, распределяемые по звеньям системы управления СПТС с указанием особенностей и сложностей оцениваемых критерием динамической адаптации СПТС к НТП, предназначенного для оценки способности П-ОС к перечисленным такого рода преобразованиям. Величина критерия, характеризующего принятые и описанные научно-методологические

принципы формирования инженерно-инновационных технологий, измеряется как разность между количеством связей между переменными, отражающими изменения требований НТП, и количеством связей между переменными, характеризующими формируемые инновационные решения. Чем меньше эта разность, тем адаптивность {СПТС} {П-ОС} больше и решение эффективнее. Аппаратом для исчисления динамического критерия адаптивности может служить инвариантный метод (метод последовательного анализа вариантов, метод последовательных улучшений) инженерного прогнозирования технологии строительства).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С.1310220 СССР. МКИ В28В21/82. Форма для изготовления трубчатых изделий на бетонных смесях. Ю.И. Русанов, А.С.Вишневский, Е.П.Уваров и др. (СССР). № 3991703/29-33; Заявлено 17.12.85. Оpubл.15.05.87. Бюл.№ 18.
2. А.С.1743881 СССР. МКИ В28В21/54. Раструбообразователь форм для изготовления трубчатых изделий из бетонных смесей. А.С.Вишневский, Ю.И. Русанов, Е.П.Уваров и др. (СССР). № 4821729/33; Заявлено 03.05.90; Оpubл.30.06.92. Бюл. №21.
3. А.С.1645734 СССР. МКИ F161.21/02 Соединение труб и способ его осуществления. А.С.Вишневский, А.Г.Черенков, Е.П.Уваров и др. (СССР). № 4438528/29; Заявлено 08.06.88; Оpubл.30.04.91. Бюл. №16.
4. А.С.1742443 СССР. МКИ E04C3/16 Устройство для обслуживания зданий / В.В.Пазин, Е.П.Уваров, И.С.Канюка и др. (СССР). № 4761418/33; Заявлено 22.11.89; Оpubл.23.06.92 Бюл. №23.
5. А.С.1638275 СССР. МКИ E03P3/05/F16/1/08 Устройство для монтажа раструбных труб / А.Г.Черенков, А.Х.Теплицкий, Е.П.Уваров и др. (СССР). № 4337943/29; Заявлено 15.10.87; Оpubл.30.03.91. Бюл. №12.
6. Заявка на изобретение № 94062457 от 21.06.94. МКИ E04F3/06. Способ прокладки трубопроводов и сборно-монтажная многофункциональная оснастка / В.В.Пазин, Е.П.Уваров, А.Х.Теплицкий и др. (Украина).
7. Войнов К.Н. Прогнозирование надежности механических систем / Войнов К.Н. — Л.: Машиностроение, 1978. — 320 с.
8. Гусакова А.А. Системотехника организации жизненного цикла объектов строительства/ Гусакова А.А. — М.: Фонд "Новое тысячелетие", 2004. — 256 с.
9. Карпунин М.Г. и др. Жизненный цикл и эффективность машин / Карпунин М.Г. — М.: Машиностроение, 1989, — 335 с.
10. Методическое руководство по обоснованию надежности и технологичности внешних сетей водоснабжения и канализации при комплексном проектировании, управлении проектами и инженерном мониторинге/ [Меженский А.Н., Скобликов В.В., Уваров П.Е., Насонкина Н.Г.]. — Луганск: ВУНУ им. В.Даля, 2004. — 149 с.
11. Пазин В.В. Системный подход к проектированию бездефектного производства строительных работ / В.В. Пазин // Науковий вісник будівництва. — Харьков: АБУ, ХДУБА, 2002. — №17. — С. 226-237.
12. Уваров Е.П., Пазин В.В., Уваров П.Е. Расчет надежности жизненного цикла навесного специализированного оборудования для прокладки подземных трубопроводов (концептуально-методологический аспект) / Уваров Е.П., Пазин В.В., Уваров П.Е. // Вісник ДонДАБА "Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва". №6(80). — Макіївка: ДонДАБА, 2004. — С. 33-43.
13. Уваров П.Е. Технический прогресс и динамическая адаптация в теории и практике системного проектирования зданий нового поколения / П.Е. Уваров // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. — Харьков: ХГПУ, 2000. — №93. — С. 144-150.
14. Уваров П.Е. Особенности формирования структуры и параметров комплексных инвестиционно-строительных проектов / П.Е. Уваров // Персонал. — 1999. — Приложение к №4(52). — С. 230-233.
15. Хазов Б.Ф. Надежность строительных и дорожных машин/ Хазов Б.Ф. — М.: Машиностроение, 1979. — 260 с.
16. Хмара Л.А. Тенденции совершенствования специализированного навесного оборудования к тракторам и экскаваторам/ Хмара Л.А. //Сборник научных трудов ПГАСА, Вып. 15. — Днепропетровск: ПГАСА, 2002. — С.4-27.
17. Шальнов А.П. Технология и организация строительства водопроводных и канализационных сетей и сооружений/ Шальнов А.П. — М.: Стройиздат, 1981. — 317 с.

А. І. БІЛОКОНЬ^а, П. Є. УВАРОВ^б, В. В. ПАЗІН^с, М. Є. ШПАРБЕР^д
НАУКОВО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ПРОЄКТІВ-ОБ'ЄКТІВ ТРУБОПРОВІД-
НОГО БУДІВНИЦТВА

^аПридніпровська державна академія будівництва та архітектури, ^бСхідноукраїнський національний університет ім. В.Даля, ^сЛуганський національний аграрний університет, ^дГоловний інститут "Академпромжилреконструкція"

Запропоновано концептуально-методологічні принципи інженерно-інноваційного підходу щодо досліджень технологій і універсального навісного устаткування трубопровідного будівництва
системний алгоритм, життєвий цикл, функціонально-структурний аналіз, морфологічна матриця

A. I. BILOKON^a, P. YE. UVAROV^b, V. V. PAZIN^c, M. YE. SHPARBER^d
SCIENTIFICALLY-METHODOLOGICAL BASES OF INNOVATIVE
TECHNOLOGIES FORMATION OF LIFE CYCLE OF PROJECTS-OBJECTS OF
PIPELINE BUILDING

^aPridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture (Dnepropetrovsk), ^bEast Ukrainian National University named after Volodymyr Dal, ^cLugansk National Agrarian University, ^dLeading Research Institute of "Academpromgilreconstruction"

Conceptually-methodological principles of the engineering-innovative approach to research of technologies and the universal hinged equipment of pipeline building are offered
System algorithm, life cycle, the functional-structural analysis, morphological matrix

Білоконь Анатолій Іванович — д.т.н., професор, декан будівельного факультету Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: системотехнічні основи управління проектами ефективного формування й вибору комплексу будівельних машин. Дослідження і розробка інноваційних технологій ресурсозбереження і організаційно-технологічних рішень зі створення й розвитку етапів життєвого циклу будівельних об'єктів.

Уваров Павло Євгенович — к.т.н., доцент кафедри будівництва Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, дійсний член Академії будівництва України. Наукові інтереси: розвиток загальної методики інтегрованого організаційно-технологічного проектування і управління проектами інвестиційно-будівельної діяльності. Участь у розробці будівельних норм проектування.

Пазін Віктор Васильович — ст. викладач кафедри "Технологія і організація будівельного виробництва" Луганського національного аграрного університету. Член-кореспондент Академії будівництва України. Наукові інтереси: механізація і комплексна механізація будівельно-монтажних робіт. Бездефектне виробництво будівельних робіт. Технологія прокладки підземних трубопроводів.

Шпарбер Марина Євгенівна — науковий співробітник головного інституту "Академпромжитлореконструкція". Наукові інтереси: підвищення ефективності керування вартістю реалізації проєктів інвестиційно-будівельної діяльності.

Белоконь Анатолий Иванович — д.т.н., профессор, декан строительного факультета Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: системотехнические основы управления проектами эффективного формирования и выбора комплекта строительных машин. Исследования и разработка инновационных ресурсосберегающих технологий и организационно-технологических решений по созданию и развитию этапов жизненного цикла строительных объектов.

Уваров Павел Евгеньевич — к.т.н., доцент кафедры строительства Восточноукраинского национального университета им. В. Даля, действительный член Академии строительства Украины. Научные интересы: развитие общей методики интегрированного организационно-технологического проектирования и управления проектами инвестиционно-строительной деятельности. Участие в разработке строительных норм проектирования.

Пазин Виктор Васильевич — ст. преподаватель кафедры "Технология и организация строительного производства" Луганского национального аграрного университета. Член-корреспондент Академии строительства Украины. Научные интересы: механизация и комплексная механизация строительно-монтажных работ. Бездефектное производство строительных работ. Технология прокладки подземных трубопроводов.

Шпарбер Марина Евгеньевна — научный сотрудник головного института "Академпромжилреконструкция". Научные интересы: повышение эффективности управления стоимостью реализации проектов инвестиционно-строительной деятельности.

Bilokon' Anatoliy Ivanovych — doctor of Engineering sciences, professor, the dean of "Building" Chair of Prydniprov'sk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: Systematical and technical bases of projects management of effective formation and choice of the set of building machines. Researches and working out of innovative technologies saving up resources and organizational- and technological solutions on creation and development of stages of life cycle of building objects.

Uvarov Pavlo Yevgenovych — candidate of Engineering sciences, the senior lecturer the "Building" Chair of East Ukrainian National University named after Volodymyr Dal', Academician of Academy of Building in Ukraine. Scientific interests: development of the general technique of the integrated organizational-technological designing and projects management of investment-building activity. Participation in elaboration of building size standards of designing.

Pazin Victor Vasyl'yovych — a senior lecturer of the "Technology and Organization of Building Production" Chair of Lugansk National Agrarian University. Corresponding member of Academy of building of Ukraine. Scientific interests: mechanization and complex mechanization of building and assembling works. Unreflective production. Technology of underground pipelines laying.

Shparber Marina Yevgenivna — the scientific employee of the Research Institute of "Academpromgilkreconstruction". Scientific interests: enhancing of management efficiency in cost of realization of projects of investment-building activity.

УДК 621.878.2

С. В. КОЖЕМЯКА^а, В. А. МАЗУР^б

^аДонбасская национальная академия строительства и архитектуры, ^бКомпания ООО "ТПК" (Украина)

ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ КРОВЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ. ПРИЧИНЫ И ФАКТОРЫ ИХ ПОЯВЛЕНИЯ

В статье рассмотрены и классифицированы дефекты и повреждения плоских малоуклонных рулонных кровель и скатных кровель из искусственных материалов. Приведены причины и факторы, вызывающие их появление. Аргументируется необходимость исследований в области рационального применения различных технологий с учетом этих факторов.

конструктивные дефекты, эксплуатационные дефекты, механические повреждения, природные явления, естественное старение, нарушение технологии производства работ, факторы, причины

Введение. Проблема поиска оптимальных методов ремонта существующих кровель и устройства новых покрытий в последние годы приобрела особую актуальность, так как собственники предприятий, домовладений и государство в целом напрямую заинтересованы в принятии наиболее рациональных решений. От выбора метода ремонта напрямую зависят последующие расходы на поддержание кровли в исправном состоянии, которые могут многократно превысить затраты на ее первоначальный ремонт или устройство.

Основной материал. Применяемые в практике ремонтно-строительного производства разнообразные методы ремонта изоляционных и выравнивающих слоев недостаточно эффективны, так как устраняют только сами повреждения, а не причины их появления.

Обследования кровель промышленных, административно-общественных, гражданских зданий по Донецкой и Луганской областям показали их общее неудовлетворительное состояние после множественных ремонтов. Это связано, в том числе, и с грубым нарушением строительных норм и правил при организации производства кровельных работ, с неправильным выбором кровельных материалов, иногда неудачным проектным решением конструкции кровель и другими факторами.

Приведенная ниже классификация дефектов условная, так как большинство дефектов и повреждений на кровле являются следствием одновременного воздействия нескольких факторов. Так, в процессе эксплуатации дефекты возникают не только из-за отсутствия технически обоснованных проектов, но также из-за нарушения технологии устройства кровли, несоблюдения правил эксплуатации, а также изменения свойств материалов под действием климатических факторов.

Для плоских рулонных кровель, выполненных из наплавляемых материалов или кровельных мембран, дефекты условно можно поделить на несколько групп.

К конструктивным дефектам, связанным с ошибками проектирования, можно отнести:

- застой воды в отдельных зонах кровли из-за малого уклона и большой удаленности этих зон от водосточных воронок, либо вследствие недостаточного количества водопримьных воронок;
- промерзание кровли в связи с недостаточной толщиной утеплителя;
- повреждение кровли (продавливание, разрывы ковра) в результате установки конструкций и оборудования с большой массой при малой площади опор;
- трещины в кровельном ковре из-за отсутствия деформационных швов;
- разрушение конструкции стен и козырьков вентиляционных шахт, парапетов, надстроек, в связи с отсутствием гидроизоляционного ковра (или иной защиты) на их бетонных козырьках;

— массовое появление сосулек зимой на карнизах крыш с различным покрытием из-за недостаточного утепления крыш, отсутствия вентиляционных каналов, устройства неорганизованного водостока.

К эксплуатационным дефектам относятся:

— образование на поверхности кровли прогибов (застойных зон), морщин или трещин в местах стыка плит покрытия вследствие их сверхнормативного прогиба или проседания (подвижки) несущих колонн в зданиях каркасного типа;

— появление морщин и трещин в кровельном ковре, вызванных вибрацией вентиляционного оборудования либо эксплуатацией кран-балок и другого грузоподъемного оборудования,

— застой и намерзание воды у парапетов, ограждений кровли, архитектурных деталей, выходящих на крыши с наружным водоотводом из-за излишнего размещения на кровлях архитектурных деталей, вертикальных элементов, препятствующих стеканию воды;

— образование наметов снега и снеговых мешков в зонах ендов из-за отсутствия очистки кровли от снега.

К дефектам, связанным с механическими повреждениями кровельного покрытия в результате воздействия человека, относятся:

— повреждения кровельного покрытия в результате установки антенн, стоек, растяжек, рекламных конструкций или в процессе прокладки инженерных коммуникаций;

— переувлажнение утеплителя вследствие попадания влаги через порезы, проколы или отслоения кровельного ковра;

— порезы, проколы и прожоги кровельного ковра в результате проведения строительных работ на кровле, установки подмостей без подкладок, использования сварочного оборудования, разгрузки крупногабаритного оборудования, ящиков с острыми краями и т.д.;

— повреждения целостности кровельного ковра (прожоги, трещины) в результате воздействия выбросов химических веществ, пролитых бензина, растворителей, жиров и масел;

— повреждения кровельного ковра и образование бугристой поверхности (впадин, выступов) в результате регулярного движения людей (связанного, к примеру, с обслуживанием оборудования) без устройства пешеходных дорожек.

Дефекты, связанные с воздействием природных явлений, в последнее время стали встречаться намного чаще, так как участились ураганные порывистые ветры с осадками, стали аномально холодными зимы и жаркими лета:

— частичный или полный отрыв рулонного кровельного покрытия от основания под воздействием ветра;

— отрыв отдельных элементов парапетов, свесов, козырьков из листовой стали под воздействием ветра;

— повреждение целостности кровельного ковра (с образованием трещин) в результате деятельности растений, грибов, мха. Дефект наблюдался на кровле цеха Патронного завода им. В. Ленина в г. Луганске;

— слишком большой шаг крепежа мембраны, приведший к отрыву мембраны от основания под воздействием ветра;

— отрыв мембраны от высокого парапета ввиду отсутствия промежуточного крепления полотна по высоте. Этот дефект наблюдался на кровле главного корпуса обогатительной фабрики в г. Красноармейске;

— обледенение поверхности крыш с теплым чердаком и водоотводящим устройством из-за повышенного воздействия солнечной радиации на кровлю, отсутствия гидрофобных свойств поверхности, повышенного сцепления воды, льда и пыли с материалами кровли;

— замерзание воды в водоотводящих лотках и воронках, прекращение функционирования системы внутреннего водоотвода происходит под воздействием низких температур при отсутствии дополнительного обогрева.

К дефектам, связанным с естественным старением (изменением свойств) кровельных материалов под воздействием атмосферных факторов, относятся:

— бугристость кровли, вызванная проседанием утеплителя, разрушением стяжки,

— локальные трещины, морщины, вздутия кровельного ковра (воздушные и заполненные водой), вызванные попаданием влаги под кровельный ковер;

— раскрытие швов (отслаивание полотнищ кровельного материала в местах нахлестов) на горизонтальных и вертикальных поверхностях;

— вмятины, складки или трещины над стыками теплоизоляционных плит, появившиеся в результате усушки или разбухания органических теплоизоляционных материалов или в результате деформации теплоизоляционных пенопластов и других материалов, при повреждении углов и кромок теплоизоляционных материалов.

Наибольшую группу составляют дефекты, связанные с нарушением технологии производства работ по устройству (ремонту) кровли либо использованием материалов, несоответствующим требованиям ДБН Украины:

— локальные вздутия кровельного ковра (воздушные и заполненные водой), вызванные наличием избыточной влаги в утеплителе и в стяжке;

— раскрытие швов (отслаивание полотнищ кровельного материала в местах нахлестов) в результате некачественного сваривания кровельного материала;

— наличие сквозных полостей в сварных швах (непроваренные участки в местах перехода от автоматической к ручной сварке) встречались на кровле склада ООО "Сладкая жизнь" в г. Макеевке;

— термические повреждения мембраны (пережоги), не закрытые латками;

— образование и застойных зон вследствие несоответствия величины выполненного уклона кровли проектному значению;

— контруклон и бугристость (неровности) кровли, вызванные некачественным выполнением стяжки, уплотнением засыпного утеплителя, использованием плитного утеплителя недостаточной жесткости, неоднократным ремонтом кровли с накаткой дополнительных слоев кровельного материала без удаления старого покрытия и т.д.;

— оплывание, натяжение или отрыв кровельного ковра от основания в местах примыканий к вертикальным поверхностям в результате отсутствия галтели (переходного бортика), недостаточной приклейки материала, отсутствия штробы с защитным отливом или надежного крепления краевой рейкой либо вследствие использования материала с недостаточной теплостойкостью;

— малая высота кровельного ковра на примыканиях, приводящая к разрушению кладки и штукатурки вертикальных поверхностей вентиляционных шахт, парапетов и т.д.;

— сползание мастики (битума) с недостаточной теплостойкостью и закупорка ею воронок внутреннего водостока;

— оплывание (сползание с образованием морщин) кровельного полотна на значительных уклонах при отсутствии дополнительного крепления;

— трещины и отслоения кровельного материала в местах примыканий к водосточным воронкам, свесам, парапетным решеткам, трубам, стойкам и растяжкам из-за некачественного монтажа, проколы в местах установок стоек и растяжек;

— трещины, образовавшиеся из-за отсутствия в кровле деформационного шва;

— разрывы ковра в местах перегибов (в примыканиях) и неполная приклейка к основанию появляются в результате неправильного выполненного узла перегиба;

— разрушение строительных конструкций в связи с отсутствием защиты — металлических фартуков, отливов, парапетов;

— увлажнение и промерзание теплоизоляционного слоя, появление сырости на потолке верхнего этажа при неповрежденном кровельном ковре, насыщение утеплителя влагой из-за отсутствия пароизоляции;

— протечки через отверстия в вентиляционных шахтах, недостаточно защищенных козырьками и фартуками малого размера;

— намокание фасада из-за неправильно установленных свесов, отливов, парапетов и водосливной системы;

— протечки через негерметичные стыки водосливных труб при переполнении во время сильных дождей;

— образование конденсата на наружной поверхности верхней части водосточных стояков в связи с отсутствием утепления.

Дефекты скатных кровель промышленных зданий, выполненных из листовой кровельной стали (катанный профиль), профилированного листа или шифера, также условно можно разделить на несколько групп.

К конструктивным дефектам, связанным с ошибками проектирования, можно отнести:

— многочисленные протечки кровли из-за малого проектного уклона встречаются наиболее часто;

— неудачная конструкция кровли (множество скатов и ендов приводит к образованию снеговых мешков);

— отсутствие ограждений, снегоуловителей, выходов на крышу приводит к сложностям при эксплуатации здания.

К эксплуатационным дефектам относятся:

— протечки в результате обледенения кровли и/или выпадения конденсата на внутренней стороне кровельного покрытия из-за неудовлетворительного температурно-влажностного режима чердачных помещений или отсутствия очистки от снега;

— нарушение геометрии кровель (локальные прогибы) в результате деформации подгнивших мауэрлата, стропил, обрешетки либо нарушения соединений в сопряжениях стропильных конструкций.

К дефектам, связанным с механическими повреждениями кровельного покрытия в результате воздействия человека, относятся механические повреждения (пробоины) кровельного покрытия в результате чистки снега, прокладки инженерных коммуникаций или установки на кровле антенн, растяжек и рекламных конструкций.

Для дефектов, связанных с воздействием природных явлений характерны:

— отрыв отдельных мест кровельного покрытия или элементов свесов, парапетов, водосливных систем под воздействием ветра;

— нарушение герметичности мест сопряжений антенн, стоек, растяжек, парапетных решеток, вентиляционных каналов с кровельным покрытием под воздействием ветра;

— обледенение карнизов, желобов, водосточных труб и воронок;

— разрывы водосточных труб из-за многократных зимних обледенений.

К дефектам, связанным с естественным старением (изменением свойств) кровельных материалов под воздействием атмосферных факторов, относятся:

— разрушение защитного (цинкового или окрасочного) слоя стального покрытия;

— образование свищей в результате сквозной коррозии стального покрытия;

— нарушение геометрии кровель (локальные прогибы) в результате воздействия повышенных нагрузок на стропильные конструкции;

— промерзание внутренних помещений в связи с потерей утеплителем теплоизоляционных свойств.

И, как и для малоуклонных плоских кровель, **дефекты, связанные с нарушением технологии производства работ по устройству (ремонту) кровли либо использованием материалов, несоответствующим требованиям ДБН,** скатных кровель, составляют самую многочисленную группу:

— протечки кровель при сильных дождях и (или) с малым уклоном из-за недостаточного уплотнения фальцев или продольных стыков профнастила;

— протечки кровли в зоне слуховых окон и примыканий листового металла к вертикальным поверхностям, трубам, антеннам и пр. вследствие неправильного выполнения примыканий, отсутствия дополнительных герметиков;

— недостаточное крепление кровельных картин, профнастила, желобов, свесов, карнизов, ограждений к обрешетке, вызывающее их отрыв или ослабление крепления (кровля здания ООО "Формика" г. Донецк);

— прогибы, заломы профлиста, раскрытие стыков, возникшие в результате использования профнастила не соответствующего ГОСТу или с меньшей толщиной металла;

— конденсация влаги на внутренней поверхности профлиста из-за отсутствия либо малой высоты подкровельного вентиляционного зазора, отсутствия карнизных и/или коньковых продухов в мансардных кровлях;

— нарушение температурно-влажностного режима чердачных помещений в связи с недостаточным размером вентиляционных отверстий либо отсутствием таковых (в том числе в локальных зонах чердачных помещений);

— нарушение температурно-влажностного режима чердачных помещений в связи с отсутствием утепления трубопроводов, вентиляционных шахт, инженерных коммуникаций и прочих источников тепла, дверей и люков в теплые помещения;

— некачественный монтаж водосточной системы, отрыв или провисание отдельных элементов из-за недостаточного количества креплений;

— наличие рулонной гидроизоляции непосредственно под стальным покрытием, затрудняющей отвод конденсата и вызывающей ускоренную коррозию металла;

— задувание снега в слуховые окна, под коньковые и карнизные планки из-за отсутствия уплотнителей;

— промерзание помещений в связи с недостаточной толщиной слоя утеплителя на чердачном перекрытии.

Вывод. За последние 10 лет, после начала массового ввоза в Украину широкого ассортимента материалов и изделий, используемых в зарубежной практике по устройству крыш, появилось множество кровельных материалов (например, кровельные мембраны), применение которых не отражено в государственных нормах, что приводит к проблемам по согласованию проектов и к нарушению технологии устройства кровель из этих материалов. Поставки импортных материалов, как правило, не сопровождаются необходимой технической документацией и тем более (из тактических соображений) знаниями, которые раскрывают ту или иную целесообразность их применения. При этом следует отметить, что и в современной зарубежной сфере далеко не все достижения имеют практическое обоснование (например, в существующем ассортименте материалов не в полной мере используется диапазон пароизоляционных и диффузионных свойств, деформативности, прочности и т.д.). То есть, в связи с тем, что создание и производство новых материалов и изделий связывается в основном с потребностями по ликвидации того или иного обобщенного недостатка, практическое использование их не всегда дает нужный эффект. Это и подтверждает уже приобретенная практика отечественного применения новых материалов: при несколько увеличенном сроке безремонтной службы совмещенных крыш, эксплуатационная надежность их остается незначительной; в теплоизоляционном слое крыш уже через два-три года отмечается сверхнормативное накопление конденсаторной влаги и, даже при повышенных нормативных требованиях к толщине такого слоя, не обеспечивается требуемое сопротивление теплопередаче, а значит, и допускаются сверхнормативные потери тепловой энергии через такие покрытия.

Отсюда становится очевидным, что современные достижения в вопросах устройства кровель требуют расширения и внесения дополнительных знаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДБН В.2.6-14-97. Покрытия зданий и сооружений. — Киев. — 1998.
2. Кочерженко В.В., Лебедев В.М. Технология реконструкции зданий и сооружений. Учебное пособие. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. — 224 с.
3. www.sk-pba.ru
4. Козачек В.Г., Нечаев Н.В. и др.; Под ред. Римшина В.И. Обследование и испытание зданий и сооружений. Учебное пособие для вузов. — М.: Высшшк., 2004. — 447 с.
5. Бойко М.Д. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений. Справочное пособие. — М.: Стройиздат, 1993. — 207 с.

С. В. КОЖЕМЯКА^а, В. О. МАЗУР^б

ДЕФЕКТИ І ПОШКОДЖЕННЯ КРОВЕЛЬ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ.
ПРИЧИНИ І ЧИННИКИ ЇХ ПОЯВИ

^аДонбаська національна академія будівництва і архітектури, ^бКомпанія ТОВ "ТПК"
(Україна)

У статті розглянуті і класифіковані дефекти і пошкодження плоских малоухильних рулонних кровель і скатних кровель з штучних матеріалів. Приведені причини і чинники, що викликають їх появу. Аргументується необхідність досліджень в області раціонального вживання різних технологій з врахуванням цих чинників.

конструктивні дефекти, експлуатаційні дефекти, механічні пошкодження, природні явища, природне старіння, порушення технології виробництва робіт, чинники, причини

S. V. KOZHEMYAKA^a, V. O. MAZUR^b

DEFECTS AND DAMAGES OF KROVEL' OF INDUSTRIAL BUILDINGS. REASONS AND FACTORS OF THEIR APPEARANCE

^aDonbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, ^bcompany TOR (Ukraine)

In the article there are considered and classified defects and damages of flat with little slope roll roofs and slope roofs of piece materials. There are given reasons and factors, causing their appearance. The necessity of researches is argued in the sphere of rational application of different technologies taking into account these factors.

constructive defects, operating defects, mechanical damages, natural phenomena, natural senescence, violation of technology of production of works, factors, reasons

Кожем'яка Сергій Вікторович — кандидат технічних наук, доцент кафедри "Технологія, організація і охорона праці в будівництві" Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: технологія і організація робіт при реконструкції будівель і споруд, автоматизація технологічного проектування.

Мазур Вікторія Олександрівна — співшукач кафедри "Технологія, організація і охорона праці в будівництві" Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: ремонт і реконструкція покрівель промислових будівель.

Кожемяка Сергей Викторович — кандидат технических наук, доцент кафедры "Технология, организация и охрана труда в строительстве" Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: технология и организация работ при реконструкции зданий и сооружений, автоматизация технологического проектирования.

Мазур Виктория Александровна — соискатель кафедры "Технология, организация и охрана труда в строительстве" Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: ремонт и реконструкция кровель промышленных зданий.

Kozhem'yaka Sergiy Viktorovich — Ph. D. (Eng.), CEng., assistant professor of the "Technology, Labour Organization and Protection in the Construction" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technology and work organization while reconstruction of buildings and structures automatization of technological designing.

Mazur Victoria Olexandrivna — competitor of the "Technology, Labour Organization and Protection in the Construction" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: repairing and reconstruction of industrial buildings roofs.

УДК 691.328-41

АТИА АЛЬ АМРЕЙ РОВАД, А. В. МИШУТИН

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

ФИБРОБЕТОНЫ ДЛЯ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ В ЖАРКИХ УСЛОВИЯХ

Проанализировано влияние количества цемента, пластификатора, ускорителя твердения, наполнителя и полимерной фибры на прочность бетона аэродромных покрытий в возрасте 3 и 7 суток. Твердение бетона происходило в жарких и сухих условиях. Показано, что за счет введения оптимального количества наполнителя, фибры и добавок можно получить качественный бетон в условиях обезвоживания. Проведенные исследования показывают, что для изготовления бетона аэродромных покрытий, предназначенных для стран с жарким и сухим климатом, в частности, Ирака, можно рекомендовать следующие технологические приемы: введение в состав бетона повышенного до 1.6% от массы цемента количества суперпластификатора Carboxument 1860, добавка 0.8% ускорителя твердения Reba FS (BE); применение дисперсного армирования в количестве 1-1.2 кг/м³ фибры Ваусон; замена 7-10% цемента мелкодисперсным кварцевым наполнителем.

аэродромные покрытия, фибробетон, пластификатор, ускоритель, наполнитель, обезвоживание, математическое моделирование

Покрытия взлетно-посадочных полос и рулевых дорожек современных аэродромов представляют собой сложные инженерные сооружения, в основном это жесткие двухслойные системы. Бетон аэродромных покрытий работает в неблагоприятных условиях, так как подвергается воздействию тяжелого авиатранспорта, газов реактивных струй, осадков, увлажнению и высушиванию, замораживанию и оттаиванию. Повышающиеся требования к безопасности полетов и постепенное увеличение взлетных масс самолетов вызывают необходимость предъявлять к покрытиям взлетно-посадочных полос все более высокие эксплуатационные требования [1].

В странах с жарким климатом при температуре наружного воздуха 35-45° С, низкой относительной влажности, интенсивной солнечной радиацией и ветрах происходит быстрое обезвоживание бетона, что приводит к замедлению и даже прекращению его твердения [2]. Преждевременное обезвоживание отрицательно сказывается на механических характеристиках бетона — прочность быстрого высушенного бетона может быть в два и более раз ниже по сравнению с прочностью аналогичных бетонов нормального твердения [3]. Для получения качественного бетона аэродромных покрытий в условиях жаркого климата необходимо применить комплекс мер, направленных на обеспечение гидратации цемента [3], в частности, использовать пластифицирующие добавки и ускорители твердения.

Известным технологическим приемом повышения таких важнейших для аэродромных покрытий и в особенности их верхних слоев свойств как износостойкость и трещиностойкость бетона является применение дисперсного армирования фиброй. Также целесообразно использование мелкодисперсного наполнителя для управления микроструктурой и, соответственно, свойствами бетона. Помимо того, применение модификаторов может быть полезным для обеспечения адгезии нового бетона к старому [4], что является важным показателем качества при восстановлении существующих аэродромных покрытий.

Исследование свойств модифицированных бетонов и фибробетонов для аэродромных покрытий, эксплуатируемых в странах с жарким климатом, проводилось с применением методов планирования эксперимента и математического моделирования [5]. Проводился 5-ти факторный эксперимент, при этом варьировались следующие факторы состава мелкозернистого (с щебнем крупности до 10 мм) бетона [6]:

X_1 — количество портландцемента марки 500, от 400 до 600 кг/м³;

X_2 — количество суперпластификатора поликарбоксилатного типа Carboxument 1860, от 1% до 1.6% от массы цемента.

X_3 — количество добавки — ускорителя твердения Reba FS (BE), от 0 до 0.8% от массы цемента. И суперпластификатор и ускоритель производства фирмы Remei, Германия.

X_4 — количество тонкодисперсного наполнителя, молотого до удельной поверхности 300 м²/кг кварцевого песка, от 0 до 12% от массы цемента. При этом наполнителем заменяется часть цемента.

X_5 — количество полипропиленовой фибры Baucop, от 0 до 1.2 кг/м³.

Эксперимент проводится по 27-ти точечному D оптимальному плану.

Для обеспечения технологичности все смеси имели равную подвижность ОК от 14 до 18 см, что достигалось изменением количества воды затворения. По результатам определения водопотребности была построена следующая экспериментально-статистическая (ЭС) модель (переход к нормализованным переменным выполнен по типовой формуле [5]):

$$\begin{aligned} \text{В/Ц} = & 0.383 - 0.051x_1 + 0.010x_1^2 \pm 0x_1x_2 + 0.007x_1x_3 \pm 0x_1x_4 - 0.003x_1x_5 \\ & - 0.017x_2 + 0.009x_2^2 \pm 0x_2x_3 \pm 0x_2x_4 \pm 0x_2x_5 \\ & - 0.004x_3 + 0.009x_3^2 \pm 0x_3x_4 - 0.002x_3x_5 . \\ & \pm 0x_4 \pm 0x_4^2 \pm 0x_4x_5 \\ & + 0.012x_5 - 0.006x_5^2 \end{aligned} \quad (1)$$

При построении данной модели вяжущим (Ц) считалась общая сумма непосредственно клинкерного цемента и наполнителя, который вводился как замена части цемента. Как показывает анализ модели, фактор x_4 не влияет на уровень В/Ц, то есть при замене части цемента на кварцевый наполнитель аналогичной дисперсности водопотребность вяжущего не изменяется. Несущественно на В/Ц смеси влияет количество ускорителя твердения (x_3), поэтому на рис. 1 показана построенная по модели (1) диаграмма в виде куба, отображающая влияние количества портландцемента, суперпластификатора и полипропиленовой фибры на В/Ц смеси равной подвижности (количество ускорителя зафиксировано на среднем уровне, $x_3=0$). Как видно из диаграммы, введение суперпластификатора существенно снижает водопотребность, и, соответственно, В/Ц смеси. Аналогично в смесях

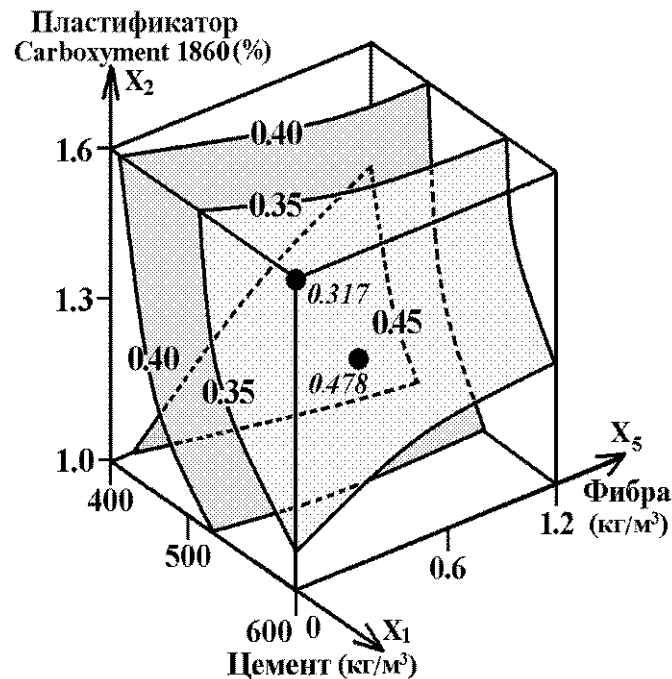


Рисунок 1 — Влияние количества цемента, суперпластификатора и полипропиленовой фибры на В/Ц смеси равной подвижности.

равной подвижности снижается В/Ц отношение при увеличении количества цемента. Введение фибры, напротив, требует незначительного увеличения количества воды затворения для сохранения технологичности смеси, т.е. несколько повышает В/Ц.

Поскольку, как отмечалось выше, в условиях жаркого климата важнейшим свойством бетона является его ранняя прочность, в наших исследованиях прочность композитов исследовалась на 3-и и 7-е сутки. При этом твердение образцов проходило не в нормальных (стандартных) условиях, а при повышенной до 35-40° С температуре и низкой (35-45%) влажности, что соответствует условиям твердения аэродромных покрытий в жарких странах и вызывает быстрое испарение влаги из бетона.

Влияние варьируемых факторов состава на величину прочности при сжатии бетона ($R_{b,3}$) в трехдневном возрасте (индекс 3) описывает приведенная ниже ЭС-модель:

$$\begin{aligned}
 R_{b,3} = & 30.6 + 2.6x_1 \pm 0x_1^2 + 1.0x_1x_2 \pm 0x_1x_3 \pm 0x_1x_4 \pm 0x_1x_5 \\
 & + 2.4x_2 \pm 0x_2^2 + 0.7x_2x_3 \pm 0x_2x_4 \pm 0x_2x_5 \\
 & + 3.3x_3 \pm 0x_3^2 \pm 0x_3x_4 \pm 0x_3x_5 \\
 & - 0.4x_4 + 0.8x_4^2 - 0.4x_4x_5 \\
 & - 0.8x_5 - 1.1x_5^2
 \end{aligned} \quad (2)$$

Данная модель показывает, что замена части цемента тонкодисперсным наполнителем (x_4) и введение полипропиленовой фибры (x_5) оказывают незначительное влияние на уровень $R_{b,3}$. Влияние количества портландцемента, суперпластификатора и ускорителя твердения на прочность при сжатии бетона в возрасте 3-х суток отображено на построенной по модели (2) диаграмме в виде куба, рис. 2. Количество наполнителя и фибры зафиксировано на среднем уровне ($x_4 = x_5 = 0$)

Как видно из диаграммы, увеличение количества цемента, естественно, повышает прочность бетона, увеличение дозировки пластификатора Carboxyment также повышает прочность за счет снижения водопотребности смеси равной подвижности. Весьма существенно, в среднем на 25%, повышается уровень $R_{b,3}$ за счет введения 0.8% ускорителя твердения Reba FS (BE). Важно отметить, что такой прирост получен по сравнению с бетонами, твердевшими при температуре 35-40° С, то есть также интенсивно набирающими прочность, хотя и при постепенном обезвоживании.

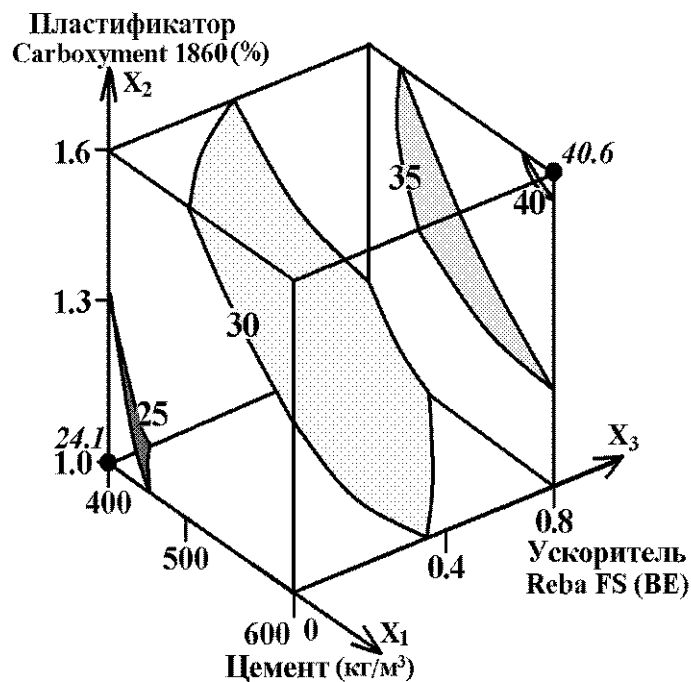


Рисунок 2 — Влияние количества цемента, суперпластификатора и ускорителя твердения на прочность при сжатии бетона в возрасте 3-х суток.

Для бетона аэродромных покрытий не менее важным показателем можно считать прочность на растяжение ввиду специфики испытываемых нагрузок. Помимо того, прочность на растяжение во многом обуславливает стойкость композита к растрескиванию в условиях влажностной усадки, интенсивно происходящей в жарком климате. По ЭС-модели, аналогичной (1) и (2), были построены однофакторные зависимости, отображают влияние варьируемых факторов состава на прочность на растяжение при изгибе в возрасте 3-х суток в зонах экстремумов. То есть их линии проходят через точки минимума и максимум, а четыре не отображенных на каждой из диаграмм фактора фиксируются на уровнях, обеспечивающих, соответственно максимальное и минимальное значение выхода (в данном случае — $R_{bt,3}$).

Анализ показанных на рис. 3 диаграмм позволяет сказать, что увеличение количества цемента, суперпластификатора и ускорителя твердения способствует постепенному повышению прочности на растяжение при изгибе. Важно отметить, что для данных трех факторов (x_1 - x_3) рост прочности при увеличении уровня фактора в большей мере ощутим в зоне максимумов, то есть у более прочных бетонов. Так, введение 0.8% ускорителя в зоне минимума увеличивает величину $R_{bt,3}$ менее чем на 1 МПа, а в зоне максимума — примерно на 1.5 МПа. Введение наполнителя (x_4) несущественно влияет на прочность на растяжение при изгибе, однако замена 5-8% цемента на молотый кварц даже несколько повышает $R_{bt,3}$. Дисперсное армирование фиброй (x_5) несущественно изменяет прочность на растяжение в зоне минимума и более ощутимо — в зоне максимума. Данный факт можно объяснить лучшим зацеплением волокон в более прочном бетоне, способствующем более полному проявлению положительного эффекта дисперсного армирования.

Как говорилось выше, прочность бетона аэродромных покрытий исследовалась также в возрасте 7 суток. На рис. 4 показана построенная по соответствующей ЭС-модели диаграмма в виде куба, отображающая влияние количества портландцемента, суперпластификатора и ускорителя твердения на прочность бетона при сжатии в возрасте 7 суток ($R_{b,7}$). Диаграмма построена аналогично рис.2 при среднем количестве фибры ($x_5=0$). Анализ показал, что на уровень $R_{b,7}$ замена части цемента на наполнитель не оказывает никакого влияния, поэтому фактор x_4 исключен из модели как незначительный.

Анализ диаграммы позволяет сказать, что в возрасте 7-ми суток количество ускорителя твердения Reba FS (BE) оказывает более существенное влияние на прочность по сравнению с влиянием на 3-и сутки. Так, если прочность составов без ускорителя на 7-е сутки изменилась по сравнению с 3-ми сутками незначительно, на 1..3 МПа, ("ближние" грани по оси x_3 на ри.2 и рис.4), то у составов с максимальным количеством ускорителя уровень $R_{b,7}$ выше по сравнению с $R_{b,3}$ примерно на 10 МПа. Данный эффект объясняется тем, что в жарких условиях при низкой влажности происходит быстрое обезвоживание бетона, и составы без ускорителя практически прекращают твердение. Увеличение количества цемента и суперпластификатора, естественно, также способствуют повышению прочности бетона на 7-е сутки твердения аналогично 3-м суткам.

После 7-ми суток твердения также была исследована прочность бетона на растяжение при изгибе. На рис. 5 показана построенная по соответствующей ЭС-модели диаграмма, аналогичная рис. 3, но отображающая влияние варьируемых факторов состава на прочность на растяжение при изгибе в возрасте 7-ми суток в зонах максимума и минимума.

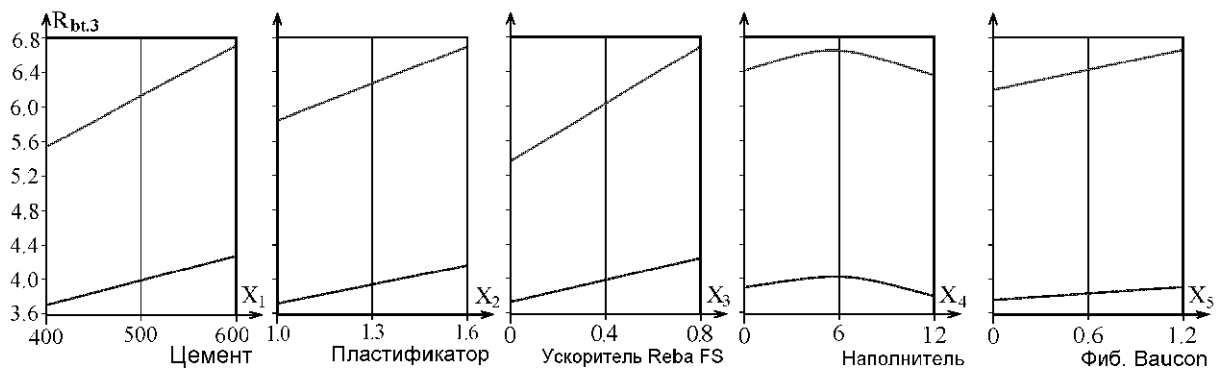


Рисунок 3 — Влияние варьируемых факторов состава на прочность на растяжении при изгибе бетона в возрасте 3-х суток.

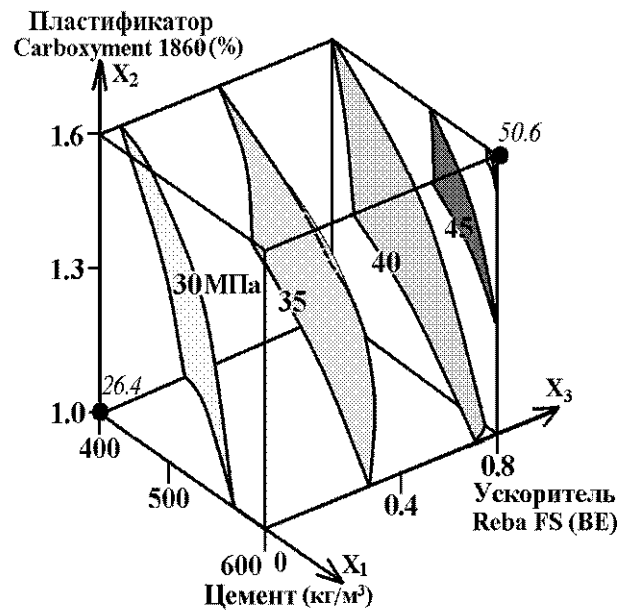


Рисунок 4 – Влияние количества цемента, суперпластификатора и ускорителя твердения на прочность при сжатии бетона в возрасте 7-ми суток.

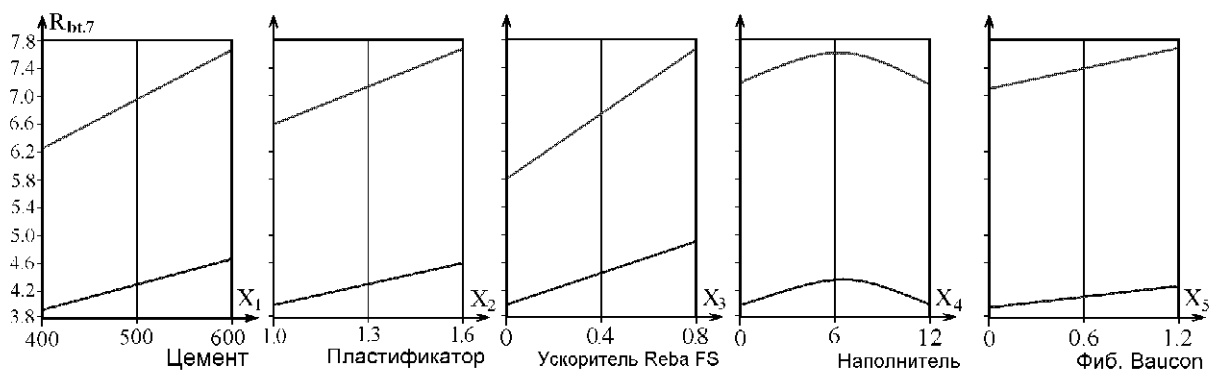


Рисунок 5 – Влияние варьируемых факторов состава на прочность на растяжение при изгибе бетона в возрасте 7-ми суток.

Важно отметить, что, как видно из диаграммы, после 7-ми суток набора прочности положительное влияние дисперсного армирования на величину прочности на растяжение при изгибе проявляется более явно. Данный эффект можно объяснить общим повышением прочности структуры бетона, и, соответственно, улучшением защемления волокон полипропиленовой фибры. Также характерно увеличение роли наполнителя - при замене около 8% цемента на молотый кварцевый песок заметно, до 0.5 МПа, повышается уровень $R_{bt.7}$. Это можно объяснить положительным влиянием зерен наполнителя на структурообразование цементной матрицы.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что для изготовления бетона аэродромных покрытий, предназначенных для стран с жарким и сухим климатом, в частности, Ирака, можно рекомендовать следующие технологические приемы. Во-первых, вводить в состав бетона повышенное до 1.6% от массы цемента количество суперпластификатора Carboxyment 1860, а также вводить 0.8% ускорителя твердения Reba FS (BE). Увеличенное количества пластификатора и введение ускорителя твердения позволяет обеспечить лучшую гидратацию цемента при высокой технологичности смеси. Во-вторых, применять дисперсное армирование, вводя 1-1.2 кг/м³ фибры Baucop. Введение фибры повышает прочность бетона на растяжение, и как также показывают проведенные на других этапах работы исследования, значительно повышает ударостойкость материала и снижает его истираемость. В-третьих, заменять 7-10% цемента на мелкодисперсный кварцевый наполнитель,

что положительно влияет на величину прочности на растяжение при изгибе. При этом замена части цемента на наполнитель не сказывается на величине прочности на сжатие бетона и позволяет снизить себестоимость материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апестина В.П. Шереметьево: проблемы восстановления работоспособности аэродромных покрытий / В.П. Апестина, М. В. Хохлов — Аэропорты. Прогрессивные технологии. — 2000. — №1. — С. 13-14.
2. Бетоны. Материалы. Технологии. Оборудование. 2-е изд. — М: Стройинформ, 2008. — 382 с.
3. Евдокимов Н.И. Технология монолитного бетона и железобетона / Н.И. Евдокимов, А.Ф. Мацкевич, В.С. Сытник. — М.: Высшая школа, 1980. — 335 с.
4. Мишутин А.В. Застосування бетонів, модифікованих системою суперпластифікатор С-3 Пенетрон для відновлення гідротехнічних та гідромеліоративних споруд / [А.В. Мишутін, С.О. Кровяков, О.А. Романов, М.В. Заволока] // Меліорація і водне господарство. Вип. 93-94. — К.: Аграрна наука, 2006. — С.203-209.
5. Вознесенский В.А. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Б.Л. Огарков. — К.: Вища школа, 1989. — 327 с.
6. Атиа Аль Амрей Ровад Бетон аэродромных покрытий в условиях жаркого климата Ирака / Атиа Аль Амрей Ровад, А.В. Мишутин // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, Випуск 37. — Одеса: ЗРС, 2010. — С. 22-27.

АТИА АЛЬ АМРЕЙ РОВАД, А. В. МІШУТІН ФІБРОБЕТОНІ ДЛЯ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ, ЩО ВИГОТОВЛЯЮТЬСЯ В ЖАРКИХ УМОВАХ Одеська державна академія будівництва та архітектури

Проаналізовано вплив кількості цементу, пластифікатора, прискорювача твердіння, наповнювача та полімерної фібри на міцність бетону аеродромних покриттів у віці 3 і 7 діб. Тужавлення бетону відбувалося в спекотних і сухих умовах. Показано, що за рахунок введення оптимальної кількості наповнювача, фібри і добавок можна отримати якісний бетон в умовах *pytdjltyuz*. Проведені дослідження показують, що для виготовлення бетону аеродромних покриттів, що призначені для країн зі спекотним і сухим кліматом, зокрема, Іраку, можна рекомендувати такі технологічні прийоми: введення до складу бетону підвищеної до 1.6% від маси цементу кількості суперпластифікатору Carboxyment 1860, добавка 0.8% прискорювача твердіння Reba FS (BE); застосування дисперсного армування у кількості 1-1.2 кг/м³ фібри Baucon; заміна 7-10% цементу дрібнодисперсним кварцовим наповнювачем.

аеродромні покриття, фібробетон, пластифікатор, прискорювач, наповнювач, зневоднення, математичне моделювання

ATIA AL' AMREY ROVAD, A. V. MISHUTIN FIBER-CONCRETE FOR AERODROME COVERING MANUFACTURED IN HOT CONDITIONS Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

The influence of cement quantity, plasticizer, hardening accelerator, filler and polymer fibers on the durability concrete of aerodrome covering of 3 and 7 days have been analyzed. Hardening of concrete occurred in the hot and dry conditions. It is shown that by introducing an optimum amount of fillers, fiber and additives it can be quality concrete in conditions of dehydration. The carried out researches show that for concrete manufacturing aerodrome coverings intended for countries with hot and dry climate, in particular, Iraq, it is possible to recommend the followings technological ways: introduction into the composition of concrete enhanced to 1.6% from mass of cement of amount of superplasticizer Carboxyment 1860, additives of 0.8% accelerator of hardening Reba FS (BE); application of dispersible re-enforcement in an amount of 1-1.2 kg/m³ of Baucon fibre; replacement of 7-10% cement with fine quartz filler.

commuter coverages, фибробетон, plasticizer, accelerating, наполнитель, dehydration, mathematical design

Атія Ал Амрей Ровад — аспірант кафедри проектування, будівництва та експлуатації автомобільних доріг Одеської державної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: бетон аеродромних покриттів в умовах жаркого клімату.

Мішутін Андрій Володимирович — доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри проектування, будівництва та експлуатації автомобільних доріг Одеської державної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: дрібнозернисті бетони підвищеної довговічності, суднобудівні бетони, фібробетони.

Атия Аль Амрей Ровад — аспирант кафедры проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог Одесской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: бетон аэродромных покрытий в условиях жаркого климата.

Мишутин Андрей Владимирович — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог Одесской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: мелкозернистые бетоны повышенной долговечности, судостроительные бетоны, фибробетоны.

Atia Al Amrei Rovad — a post-graduate of the "Designing, Construction and Operation of Highways" Chair of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: concrete of aerodrome coverings in the conditions of the hot climate.

Mishoutin Andrey Vladimirovych — DrS, Professor, Head of the "Designing, Construction and Operation of Highways" Chair of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: fine grained concrete of high lasting, shipbuilding concretes, fiber-concretes.

УДК 69.004.2

М. В. АННЕНКОВА

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА ОГНЕУПОРЩИКОВ ПРИ ГОРЯЧЕМ РЕМОНТЕ КОКСОВЫХ ПЕЧЕЙ

В статье исследованы условия труда рабочих мест огнеупорщиков, выполняющих горячий ремонт коксовых печей. Описаны измерения физических параметров микроклимата (температура, влажность, тепловое излучение от нагретых поверхностей), а также запыленность и загазованность рабочей зоны вредными парами и газами. Установлен весь перечень веществ, находящихся в воздухе рабочей зоны, которые превышают значения ПДК.

горячий ремонт, вредные и опасные вещества, запыленность, загазованность

Актуальность исследований. Выполнение трудовых операций огнеупорщиков существенно отличается по интенсивности и времени воздействия неблагоприятных специфических факторов. Тем не менее, условия труда в процессе горячих ремонтов на большемких коксовых печах не являлись предметом специальных исследований как у нас в стране, так и за рубежом.

Материалы исследования. Условия труда огнеупорщиков исследовались в двух коксовых цехах (Ясиновского и Днепродзержинского коксохимических заводов) с шестью типовыми коксовыми батареями. Каждая коксовая батарея состоит из 65...77 печей (камер коксования), полезный объем печей составляет от 21,6 м³... 41,6 м³. Все печи коксовых батарей по конструкции относятся к печам с парными вертикалами и рециркуляцией (ПВР) с нижним подводом газа и комбинированным обогревом.

Огнеупорщики относятся к основной ремонтной службе коксовых печей. Они работают в одну смену – дневную (продолжительность 8,25 часа) по пятидневной часовой рабочей неделе. Рабочими местами огнеупорщиков при выполнении горячих ремонтов являются верхняя площадка батарей, боковые обслуживающие площадки, тоннели, кантовочные помещения.

На верхней площадке батарей огнеупорщики выполняют следующие основные работы:

- 1) чистка коксовых ходов и вертикалов;
- 2) замена и заливка горелок;
- 3) подмазка шахточек и люков;
- 4) уплотнение патрубков клапанных коробок и стояков;
- 5) уплотнение основания стояков и их футеровка;
- 6) кладка и перекладка головочного вертикала камеры коксования;
- 7) ремонт ребрика на батарее и под путями загрузочного вагона;
- 8) подмазка раковин в камерах;
- 9) торкретирование раковин и подрезов в камерах коксования через открытые люки;
- 10) замена рам и загрузочных люков;
- 11) замена анкерных стяжек;
- 12) очистка стен камер коксования от графита.

Все эти операции относятся к основной работе огнеупорщиков и требуют применения значительных физических усилий, которые выполняются вручную при участии в основном мышц плечевого пояса и рук, при вынужденном положении тела (полусогнутое на 35...40° или на корточках).

В тоннелях огнеупорщики ежедневно проводят следующие основные работы:

- 1) уплотнение фуксов и патрубков на газовоздушных клапанах;

- 2) чистка корнюров и насадок регенераторов;
- 3) подмазка мест прососов из корнюров в регенераторы с частичной разборкой зеркал регенераторов.

Эти ремонтные работы выполняются вручную в условиях воздействия на организм огнеупорщиков высокой температуры (до 66,8°С летом), загрязненного окисью углерода (до 55,7 мг/м³) и пылью (до 98 мг/м³) воздуха рабочей зоны.

При выполнении горячих ремонтных работ коксовых печей на огнеупорщика оказывают негативное влияние ряд вредных и опасных факторов в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74* [1]. К факторам, воздействующим на огнеупорщиков, относятся:

- повышенная температура рабочей среды;
- пониженная влажность (сухость);
- повышенная скорость движения воздуха;
- повышенное тепловое излучение от нагретых поверхностей;
- повышенная запыленность воздуха (пыль преимущественно фиброгенного действия);
- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума;
- повышенный уровень инфразвука;
- повышенный уровень вибрации;
- повышенный или пониженный уровень освещенности;
- стесненность рабочего места (ширина камеры — 385 см);
- работа на высоте от уровня поверхности земли (4 метра);
- работа в ночное время суток;
- психофизиологические нагрузки.

Особенностью проведения ремонтных работ (на открытых площадках, без остановки печей и другие) являются неблагоприятные метеорологические условия труда, которые зависят не только от интенсивности радиационного и конвекционного тепловыделения мощных источников тепла (раскаленная коксовая масса, раскаленная кладка камер коксования и т.д.), но и наружных атмосферных факторов, характерных для климата Украины. Исследуемые параметры микроклимата превышают требования санитарных норм СН 245-71 и ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны". Вышеуказанные нормативы требуют обеспечения в рабочей зоне огнеупорщика комфортных и безопасных температур, относительной влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения от нагретых поверхностей.

Фактические значения исследуемых параметров значительно превышают установленные нормы, о чем свидетельствуют результаты замеров температуры воздуха рабочей зоны ремонтного персонала, представленных в таблице 1.1.

Как видно из данной таблицы, температура воздуха при ремонте регенераторов и газоздушных клапанов в тоннеле в летнее время была чрезмерно высокой (40,2...66,8°С) и составляла в среднем 51,8°С при температуре наружного воздуха 32°С. При ремонте кладки камер и футеровки дверей на обслуживающих площадках летом она колебалась в пределах 29,2...49,4°С, зимой от 0,2°С...8,4°С, оставаясь положительной при температуре наружного воздуха от 12,8...32,8°С.

На верхней площадке при замене кладки отопительных простенков температура воздуха летом была также высокой (34,6...51,8°С), а в холодный период года колебалась в пределах от 12,8°С...22,6°С.

При текущих мелких ремонтах и ремонте коксовых машин на концевых площадках, где воздействие раскаленного кокса при закрытых камерах менее выражено, средняя температура воздуха рабочей зоны летом была от 26,8...29,9°С.

В формировании микроклиматических условий труда огнеупорщиков значительное место занимает относительная влажность воздуха. По данным наших замеров относительная влажность воздуха на всех рабочих площадках была низкая, в частности на верхней площадке печей в летнее время влажность колебалась в пределах от 16,4 до 41,9%; на боковой площадке с машинной стороны — от 22,8 до 43,8%; на боковой площадке с коксовой стороны — от 27,2 до 57,4%, зимой соответственно — от 32,8 до 67,9%, от 40,2 до 86,4% и от 48,9 до 100%.

Вдыхание горячего воздуха рабочей зоны при низкой относительной влажности может вызвать у рабочих горячих профессий (РГП) ускоренное высыхание и раздражение дыхательных путей — особенно при учащенном дыхании во время работы.

При пониженной относительной влажности воздуха ниже 40% у работника возникают постоянные неприятные ощущения сухости слизистых оболочек (глаз и органов дыхания), т.к. происходит

Таблица 1.1 — Температура воздуха рабочих зон огнеупорщиков коксовых печей по сезонам года

Название рабочей зоны	Выполняемые работы	Сезон года	min t°С	max t°С	Средняя t°С	Наиболее часто встречающаяся температура t°С
1	2	3	4	5	6	7
Верхняя площадка	Ремонт стояков и газосборников	зима	2,2	16,0	7,8 ± 0,4	4 – 8
		лето	28,6	41,8	36,4 ± 0,4	34 – 38
	Торкретирование камер и отопительных простенков	зима	11,8	18,4	14,6 ± 0,2	12 – 15
		лето	31,8	58,6	48,4 ± 0,6	37 – 39
	Замена кладки отопительных простенков	зима	12,8	22,6	16,9 ± 0,5	15 – 18
		лето	34,6	51,8	42,6 ± 0,8	38 – 44
	Текущие ремонты	зима	2,5	18,4	10,5 ± 0,6	4 – 13
		лето	28,6	40,1	34,4 ± 0,7	30 – 36
Боковые площадки	Ремонт футеровки дверей	зима	0,2	8,4	4,9 ± 0,2	4 – 6
		лето	29,2	44,8	37,1 ± 0,4	36 – 38
	Ремонт кладки камер	зима	-	-	-	-
		лето	31,2	49,4	37,6 ± 0,5	36 – 40
Тоннели	Ремонт регенераторов и газозадушных клапанов	зима	-	-	-	-
		лето	40,2	66,8	51,8 ± 0,9	48 – 53
Концевые площадки	Ремонт коксовых машин	зима	-24,2	-2,8	-11,7 ± 0,5	-10 – 15
		лето	18,6	30,2	26,8 ± 0,2	22 – 28
	Температура воздуха вне зоны коксовых печей	зима	-16,8	-12,8	-16,9 ± 0,7	-11 – 18
		лето	18,2	37,6	23,8 ± 0,9	22 – 26

интенсивное испарение влаги с их поверхности, что является идеальной средой для развития болезнетворных микроорганизмов и, как следствие, возникновение профессиональных заболеваний (блефарит). При дальнейшем снижении влажности наблюдается шелушение и растрескивание кожи, что дает возможность вредным веществам (пыль, газы) легко проникать в организм работника [2, 5].

На основании данных исследований видно, что рабочие во время проведения ремонтных работ летом, за исключением ремонта на концевых площадках, подвергаются воздействию температуры, **превышающей верхний предел санитарной нормы, на $18..22^{\circ}\text{C}$** и, в связи с частой сменой рабочих мест, они подвергаются резким перепадам температуры ($30..40^{\circ}\text{C}$) воздуха. Переменному нагреванию и охлаждению ремонтники подвергаются особенно в холодный период года. При колебаниях наружной температуры воздуха от $-12,8..-16,8^{\circ}\text{C}$, температура на рабочих местах колебалась от $-24,2..22,6^{\circ}\text{C}$. При этом температурный перепад был в пределах от $13,0..53,4^{\circ}\text{C}$.

Важное место в формировании микроклиматических условий труда ремонтников занимает выделение лучистой энергии на основных рабочих участках в зоне работы огнеупорщиков. Результаты исследований представлены в таблице 1.2 из которой видно, что интенсивность теплового облучения при выполнении ремонтных работ на обслуживающих площадках достигала 11517 Вт/м^2 . Минимальное излучение инфракрасной радиация отмечалось в тоннелях и на верхних площадках при ремонте стояков и газосборников ($69,8..1047\text{ Вт/м}^2$). Таким воздействиям тепловой радиации ремонтники подвергаются около 40% рабочего времени.

Работы по ремонту коксовых печей всегда сопровождаются контактом работника с пылью и газами. Вдыхание пылегазовых смесей может стать причиной раздражающего влияния на органы дыхания, легочную ткань, а также на другие внутренние органы огнеупорщика [3, 4].

Результаты анализов химического состава пыли показали, что во всех пробах процентное содержание двуокиси кремния было выше 10% и достигало 14%. В связи с этим ПДК для изучаемой пыли согласно ГОСТ 12.1.005-88 следует принять 2 мг/м^3 . Кроме того, в составе пыли по данным спектрографического анализа в значительных количествах содержались токсические вещества, относящиеся к первому и второму классу опасности. В частности свинец содержался от $0,01..0,08\%$, мышьяк — от $0,03..0,2\%$, хром — от $0,015..0,06\%$. Всего в составе пыли в значительных количествах содержалось 21 химическое вещество, имеющее существенное значение для оценки ее фиброгенности, токсичности и аллергического действия. Оставшаяся часть приходится на органические вещества. Степень дисперсности пылевых частиц колебалась в больших пределах, в зависимости от характера выполняемых трудовых операций. Установлено, что пылевые частицы с размерами до 2 мк часто (от $81,9..89,2\%$) встречались при ручной подмазке дефектов кладки камер коксования, загрузочных люков, торкретировании газоотводящих и подовых каналов.

В целом, при всех ремонтных работах фракция частиц пыли с размерами до 10 мк составляла от $91,5..99,6\%$. Около 80% её частиц имели размеры до 5 мк . Количество пыли с частицами более 10 мк составляло всего от $0,3..8,5\%$.

Таблица 1.2 — Интенсивность лучистой энергии (Вт/м^2) на основных рабочих зонах ремонтников коксовых печей

Название рабочей зоны	Выполняемые работы	min (Вт/м^2)	max (Вт/м^2)	Среднее
1	2	3	4	5
Верхняя площадка	Ремонт стояков и газосборников	69,8	349	$230 \pm 0,7$
	Торкретирование дефектов камер, отопительных простенков и загрузочных люков	349	2443	$1933 \pm 0,2$
Боковые площадки	Ремонт футеровки дверей	349	7329	$3420 \pm 0,4$
	Торкретирование камер	349	11517	$4746 \pm 0,6$
	Ремонт регенераторов	69,8	1047	$496 \pm 0,7$

Таблица 1.3 – Загрязненность воздуха вредными веществами (мг/м³) рабочих зон ремонтников коксовых печей

Название вещества	ПДК, мг/м³	Верхняя площадка			Боковые площадки			Тоннель			Рампа		
		min	max	Прев. ПДК (раз)	min	max	Прев. ПДК (раз)	min	max	Прев. ПДК (раз)	min	max	Прев. ПДК (раз)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Углеродороды		101	864		136	566		156	516		198	712	
Угарный газ	3	20,4	77,8	26	33,6	61,5	20,5	2,8	18,2	6,1	12,1	61,0	20,3
Пыль	0,5	22,2	310,0	62,0	3,2	47,5	95	3,0	16,3	32,6	6,5	63,0	126
Аммиак	20	3,8	60,9	3,0	4,8	59,4	2,97	19,5	68,5	3,425	16,8	71,5	3,6
Ацетон	2	0,02	4,6	2,3	0,03	1,2	-	0,04	0,04	-	-	-	-
Бензол	5	0,5	4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Карбазол	0,02	0,01	0,04	2	0,05	0,05	2,5	-	-	-	-	-	-
Мышьяковистый ангидрид	0,3	0,2	0,6	2	0,02	0,5	1,6	-	-	-	-	-	-
Нафталин	20	0,5	3,5	-	-	-	-	-	-	-	1,6	14,8	-
Оксиды азота	5	0,8	3,5	-	0,2	2,8	-	-	-	-	-	-	-
Пиридин	5	0,5	2,4	-	0,4	2,2	-	0,4	1,8	-	-	-	-
Пиридиновые основания	5	5,5	193,4	-	5,4	39,1	7,82	6,0	30,8	6,16	7,9	80,5	16,1
Ртуть	0,01	0,002	0,006	-	0,002	0,002	-	0,002	0,004	-	-	-	-
Диоксид серы	10	1,2	8,3	-	1,8	5,1	-	1,2	5,2	-	0,5	7,2	-
Сероводород	10	0,1	2,5	-	0,04	1,5	-	-	-	-	-	-	-
Серовуглерод	10	0,1	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Серная кислота	1	0,05	0,5	-	0,04	0,4	-	-	-	-	0,05	0,5	-
Фенол	5	0,45	3,0	-	2,3	8,9	1,78	-	-	-	4,8	17,5	3,5
Цианистые соединения	0,3	0,21	0,3	-	0,08	0,08	-	-	-	-	-	-	-

Вывод. Выполненные исследования показали, что работа огнеупорщиков характеризуется разнообразием трудовых процессов, значительной долей (до 70%) тяжелого и напряженного ручного труда. Основные рабочие операции выполняются в вынужденном темпе, согласно графику работы коксовых печей, с затратой значительных физических усилий и в условиях воздействия на организм неблагоприятного производственного микроклимата, сложного комплекса химических вредных газов и паров, а также пыли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.0.003-74* "Вредные и опасные производственные факторы. Классификация".
2. Жидецкий В.Ц. Основы охраны труда: [учебное пособие]/ В.Ц. Жидецкий, В.С. Джигирей, А.В. Мельников. — Львов: Афиша, 2000. — 348 с.
3. Анненкова М.В. "Огляд питання професійних захворювань у робітників коксохімічних підприємств Донбаського регіону. Вісник III міжнародної науково-практичної конференції, 2009 року м. Краснодон. — 4 с.
4. Анненкова М.В. "Урахування професійної захворюваності при проектуванні та модернізації промислових підприємств" Вісник ПромБудНДІПроект, 2009. — 6с.
5. Руководство к практическим занятиям по гигиене труда: Учебное пособие / Под ред. В.Ф.Кириллова. — М.: Медицина, 2001. — С. 400.

М. В. АННЕНКОВА

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ПРАЦІ ВОГНЕТРИВНИКІВ ПРИ ГАРЯЧОМУ РЕМОНТІ КОКСОВИХ ПЕЧЕЙ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті досліджені умови праці робочих місць вогнетривників, що виконують гарячий ремонт коксових печей. Описані виміри фізичних параметрів мікроклімату (температура, вологість, теплове випромінювання від нагрітих поверхонь), а так само запиленість і загазованість робочої зони шкідливими парами і газами. Встановлений весь перелік речовин що знаходяться в повітрі робочої зони, які перевищують значення ГДК.

гарячий ремонт, шкідливі і небезпечні речовини, запиленість, загазованість

M. V. ANNENKOVA

RESEARCH OF LABOUR OF CONDITIONS OF FIRE-RESISTANT WORKERS WHILE HOT REPAIR OF COKE FURNACES

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The labour conditions of workplaces of fire-resistant workers carrying out the hot repair of coke furnaces are investigated in the article. Measures of physical parameters of microclimate (temperature, humidity, caloradiance from the heated surfaces) are described, as well as covering with dust and working zone gassing by harmful steams and gases of was established the all list of matters being in the of air working area, which exceed values of PDK.

hot repair, harmful and dangerous matters, covering with dust, gassing

Анненкова Марія Володимирівна — асистент кафедри "Технологія, організація і охорона праці в будівництві" Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: охорона праці і екологія.

Анненкова Мария Владимировна — ассистент кафедры "Технология, организация и охрана труда в строительстве" Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: охрана труда и экология.

Annenkova Mariya Volodymyrivna — an assistant of the "Technology, Labour Organization and Protection in the Construction" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: labour protection and ecology.

УДК 628.83

А. С. БЕЛИКОВ, В. О. ПЕТРЕНКО, А. О. ПЕТРЕНКО

ГБУЗ "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры"

ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИЯХ ЗДАНИЙ НА БАЗЕ АБСОРБЦИОННЫХ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ

В статье рассмотрены основные методы оценки внутренних микроклиматических параметров в помещении, пути их достижения. Предложена система круглогодичного обеспечения параметров микроклимата в жилых и гражданских зданиях с использованием возобновляемой энергии

микроклимат, температура, влажность, тепловое излучение, теплообмен, электрическое поле, модель, здоровье человека, производительность труда

Введение. Нынешнее развитие технологий приводит к улучшению уровня жизни человека, его помещение все чаще рассматривается не просто как место пребывания, а как место хорошего "самочувствия" и комфорта и это требует дальнейшего улучшения комфортных параметров микроклимата в помещении, что влечет за собой увеличение потребления энергии. Увеличение потребления традиционной невозобновляемой энергии приведет к дальнейшему загрязнению окружающей среды. Особый интерес вызывает использование возобновляемой энергии (солнца, ветра и т. д.), так как эта энергия является более экологически чистой.

Поэтому на сегодняшний день актуальным является вопрос о создании высококачественного микроклимата помещений системами, использующими возобновляемую энергию.

Анализ последних исследований и публикаций. Несомненно, существуют такие микроклиматические условия, которые являются наиболее предпочтительными. Их обычно называют наиболее комфортными, обеспечивающими человеку "высшее уравнивание" с внутренней средой помещений [1].

Отечественными и зарубежными гигиенистами была установлена связь между параметрами микроклимата в рабочей зоне и состоянием здоровья людей. Обеспечение заданных показателей микроклимата является одной из основных задач специалистов по обеспечению микроклимата [1, 2]. Выполненные исследования теплоощущений человека в помещении легли в основу большого числа национальных и международных стандартов на микроклиматические условия [3, 4, 5].

Постановка задачи. Для решения проблемы круглогодичного поддержания микроклиматических параметров в помещениях жилых и гражданских зданий требуется разработка высокоэффективной и более экологически чистой системы микроклимата.

Выделение нерешенных ранее вопросов. Тепловой комфорт определяется следующими факторами: температурой, влажностью и подвижностью внутренней среды помещений [1].

Из параметров, определяющих микроклимат помещения, следует выделить четыре наиболее важных, которые поддаются прямому или косвенному регулированию:

- температура воздуха, ее распределение в пространстве и изменение во времени, t_a , °C;
- относительная влажность воздуха, ϕ , %;
- скорость воздушного потока (подвижность), v , м/с;
- температура поверхностей, обращенных во внутрь помещения (радиационная температура), t_p , °C.

При этом следует отметить то, что эти параметры воздействуют на организм человека совместно в комплексе. Параметры микроклимата и их различные комбинации оказывают значительное влияние

© А. С. Беликов, В. О. Петренко, А. О. Петренко, 2010

на теплоощущение. Наиболее известные комбинации, по которым определяется комфортное состояние человека можно записать таким образом:

- сочетание температуры воздуха и окружающих поверхностей;
- сочетание температуры воздуха и окружающих поверхностей, скорости движения воздуха;
- сочетание температуры воздуха и окружающих поверхностей, скорости воздушного потока и относительной влажности воздуха [1].

Изложение основного материала исследования. Выше были рассмотрены параметры, определяющие микроклимат помещения. При этом следует отметить то, что эти параметры воздействуют на организм человека совместно в комплексе. Параметры микроклимата и их различные комбинации оказывают значительное влияние на теплоощущение. В связи с этим расчет параметров микроклимата в значительной степени осложняется тем, что количество воздействующих факторов велико, и трудно среди них выявить определяющие. Поэтому методы расчета теплоощущения разрабатываются в зависимости либо от назначения помещения (жилые, общественные, промышленные), либо от системы кондиционирования микроклимата (воздушное отопление, радиационное охлаждение и т. д.).

Рассмотрим процесс тепломассообмена человека с внутренней средой помещения, (рис. 1).

Человеческий организм обменивается с окружающей средой помещения энергией путем конвекции, излучения, теплопроводностью (кондукция) и испарения.

Уравнение теплового баланса организма человека с окружающей средой:

$$Q = M + W \pm Q_p \pm Q_k \pm Q_m - Q_u = \pm \Delta Q_q, \quad (1)$$

где M — метаболическое тепло, Вт; W — тепловой эквивалент механической работы, Вт;

Q_u — теплоотдача путем испарения, Вт; Q_k — конвективная теплоотдача, Вт; Q_p — радиационная теплоотдача, Вт; Q_m — теплоотдача за счет теплопроводности (кондукция), Вт;

ΔQ_q — избыток или недостаток тепла.

Соотношения составляющих уравнения (1) и их количественные характеристики достаточно хорошо изучены [1].

При различных технологиях обеспечения микроклимата в помещении параметры микроклимата действуют по разному и в различных комбинациях.

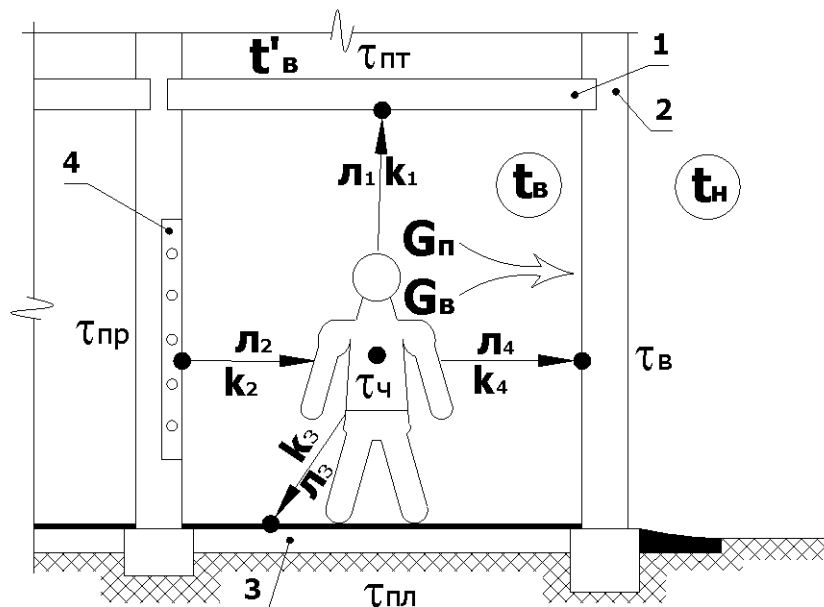


Рисунок 1 — Схема тепломассообмена человека с внутренней средой помещения в холодный период года:
1 — потолочное перекрытие; 2 — наружная стена; 3 — напольное перекрытие; 4 — отопительный прибор;
л, к — лучистый и конвективный теплообмен; G_p , G_v — количество влажно- и воздухообмена.

Воздействие микроклиматических факторов на самочувствие человека происходит комплексно, но при различных способах организации систем жизнеобеспечения они могут преобладать в той или иной степени. Например, при устройстве водяной системы отопления с отопительными приборами конвективного или радиационного типа обеспечиваются в основном только температура внутреннего воздуха, ее распределение, изменение в пространстве и во времени, t_v , °C и температура поверхностей, обращенных во внутрь помещения, t_p , °C, а при устройстве системы кондиционирования обеспечиваются в основном температура внутреннего воздуха, ее распределение, изменение в пространстве и во времени, t_v , °C, относительная влажность воздуха, ϕ , %, и скорость воздушного потока, V_v , м/с.

Системы водяного отопления работают только в холодный период года и не поддерживают все микроклиматические параметры. Системы вентиляции поддерживают чистоту воздушной среды и подвижность, но не обеспечивают температурный режим в помещении. Как показали исследования, по теплотехническим параметрам микроклимат помещений с воздушным отоплением, совмещенный с вентиляцией, вполне удовлетворителен. При оценке воздушного отопления к числу положительных качеств необходимо отнести наличие лучистого компонента теплоотдачи, источником которого являются нагретые потолок и внутренние стены, в которых заложены вертикальные воздухопроводы. Более сложной системой, совмещающей в себе функции отопления и вентиляции, являются системы кондиционирования воздуха (СКВ).

Под кондиционированием воздуха понимают управляемое регулирование влажности и температуры воздуха и его очистку.

Однако, на ряду с положительными отзывами о системе кондиционирования воздуха, в литературе имеются и отрицательные. В частности, отмечается, что люди жалуются на неприятные субъективные ощущения даже в тех случаях, когда по всем показателям воздух в помещении соответствует условиям комфорта.

Для оценки и выбора типа системы нами предложен критерий, который, в дополнении с существующими методиками и критериями, позволит более точно оценить воздействие микроклимата на человека в помещении при различных видах его обеспечения. Этот показатель назван коэффициентом асимметричности теплообмена человека с окружающей средой, который основан на определении неравномерности распределения теплового потока по поверхности тела человека:

$$\xi = \frac{\Sigma Q_v^{min}}{\Sigma Q_v^{max}}, \quad (2)$$

где ΣQ_v^{min} — минимальное количество тепла, отдаваемого поверхностью тела человека, Вт;

ΣQ_v^{max} — максимальное количество тепла, отдаваемого поверхностью тела человека, Вт.

При изучении воздействия различных систем отопления в холодный период года на самочувствие человека было определено, что при использовании воздушных и водяных систем отопления возникает асимметричность распределения тепловых потоков по поверхности тела человека, тогда как поверхностно-развитые низкотемпературные системы обогрева позволяют сгладить эту асимметричность.

Поэтому в холодный период года в качестве отопительных приборов была принята система с низкотемпературными греющими элементами.

К достоинствам этой системы следует отнести: 1) низкие температурные параметры теплоносителя, что позволяет использовать возобновляемую энергию; 2) возможность этих систем использовать для охлаждения помещения летом; 3) обеспечивать более равномерное распределение температуры воздуха в помещении; 4) экономия металла.

На базе этой системы нами была предложена технология круглогодичного обеспечения требуемых параметров микроклимата внутренней среды помещения с использованием возобновляемой энергии (рис. 2).

Базовым агрегатом был принят абсорбционный преобразователь теплоты (АПТ), который в холодный переходный периоды работает в режиме теплового насоса, а в теплый период — в режиме холодильной машины. Основными преимуществами АПТ является то, что он обладает высокой эффективностью, экологической чистотой, бесшумностью при работе, простотой в обслуживании, длительным сроком службы, полной автоматизацией.

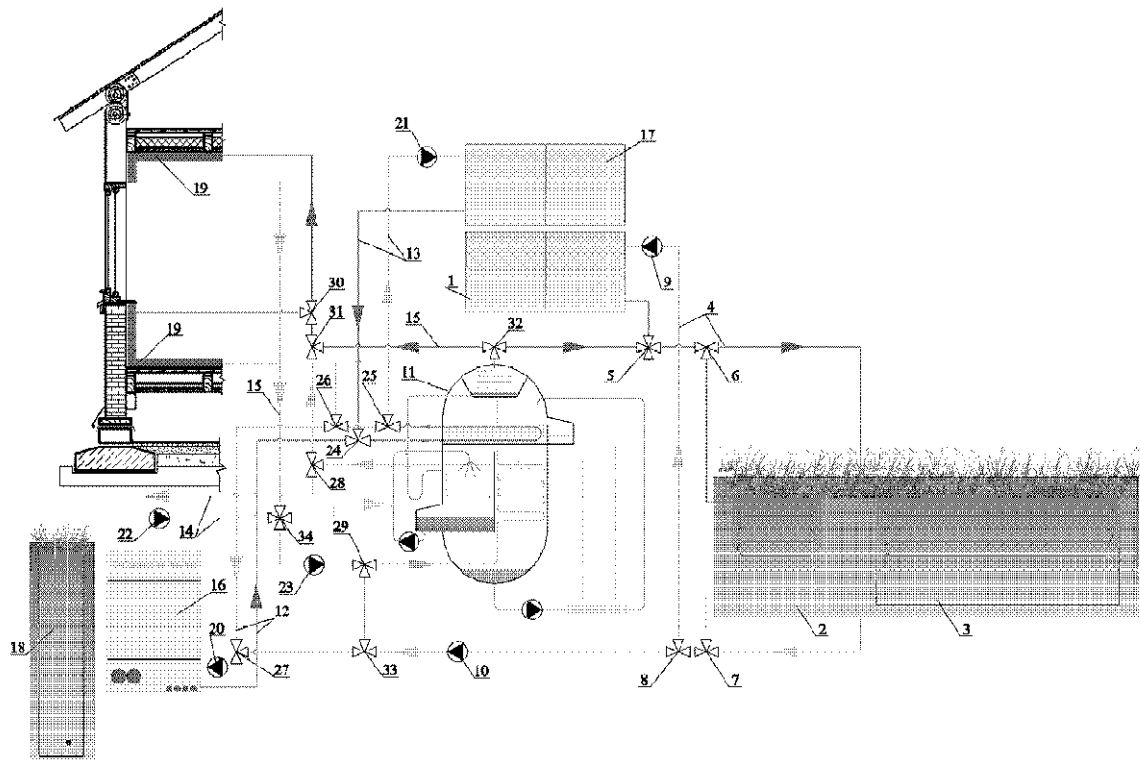


Рисунок 2 — Система круглогодичного обеспечения микроклимата с использованием возобновляемой энергии:

1 — накопительный солнечный коллектор, 2 — суточный грунтовой аккумулятор теплоты, 3 — сезонный грунтовой аккумулятор теплоты, 4, 12, 13, 14, 15 — циркуляционные контуры, 6, 7, 8, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 — трехходовые краны, 9, 10, 20, 21, 22, 23 — циркуляционные насосы, 11 — абсорбционный преобразователь теплоты, 16 — дублирующий элемент, 17 — основной солнечный коллектор, 18 — грунтовой теплогенератор, 19 — поверхностно-развитые панели отопления — охлаждения, 5, 34 — четырехходовые краны.

Обеспечение требуемых параметров микроклимата в помещениях достигается путем использования двух одновременно работающих систем:

- системой круглогодичного обеспечения теплового комфорта в помещении поверхностно-развитым обогревом (в переходный и холодный периоды года) и охлаждением (в теплый период года);
- системой кондиционирования внутреннего воздуха в помещении при минимально-необходимых расходах воздуха.

Для этой установки используется возобновляемая энергия, что ставит ее на первое место в сравнении с другими генераторами тепла, которые работают на невозобновляемой энергии.

Предложенная система круглогодичного обеспечения микроклимата является сложной по структуре и при использовании АПТ особенно важным становится выбор оптимальных параметров ее работы. Исследование таких машин на физических моделях затруднительно из-за больших материальных затрат. В этом случае предпочтительно исследование машин с помощью математических моделей. Поэтому при проведении оптимизации параметров ее работы были выделены отдельные технологические блоки, для которых были разработаны математические модели, которые в сумме позволяют проводить оптимизацию параметров работы всей системы.

Выводы. Предложенные критерии оценки асимметричности воздействия параметров теплообмена тела человека с внутренней окружающей средой позволят обеспечивать более высокий уровень комфорта. Предложенная система обеспечения в помещении на базе поверхностно-развитых низкотемпературных панелей нагрева и охлаждения с использованием абсорбционных преобразователей теплоты позволит круглогодично обеспечивать необходимый комфорт в помещении и является более экологически чистой в сравнении с существующими.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Банхиди Л. Тепловой микроклимат помещений: Расчет комфортных параметров по теплоощущениям человека / Пер. с венг. В.М. Беляева; Под ред. В.И. Прохорова и А.Л. Наумова. — М.: Стройиздат, 1981. — 248 с.
2. Губернский Ю.Д., Корневская Е.И. Гигиенические основы кондиционирования микроклимата жилых и общественных зданий. — М.: Медицина, 1978. — 192 с.
3. Межгосударственный стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. ГОСТ 30494-96. Госстрой России, ГУП ЦПП, 1999.
4. International standard. Moderate thermal environments — Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. ISO 7730. Second edition. 1994-12-15.
5. ASHRAE Handbook of Fundamentals, 1993.
6. Миссенар Ф.А. Лучистое отопление и охлаждение / Пер. с французского инж. И.С. Утевского; Под ред. к.т.н., доц. А.П.Протопопова. — М.: ГСИ, 1961. — 299 с.
7. Богословский В.Н., Новожилов В.И., Симаков Б.Д., Титов В.П., Отопление и вентиляция: Учеб. пособие для ВУЗов. — М., Стройиздат, 1976.
8. СНиП 2.04.05-91*У. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. — Киев, 1991.
9. Чесанов Л.Г., Петренко В.О. Состояние микроклимата в помещениях при различных технологиях отопления / / Сб. научн. Тр.: Строительство. Материаловедение. Машиностроение.; Вып. 13. — Днепропетровск: ПГАСА. — 2001. — С. 22-25.

А. С. БЕЛИКОВ, В. О. ПЕТРЕНКО, А. О. ПЕТРЕНКО
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННЯХ БУДІВЕЛЬ НА БАЗІ
ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРОВ АБСОРБЦІЇ І ВИКОРИСТАННЯ
ПОНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГІЇ
ДВНЗ "Придніпровська державна академія будівництва і архітектури"

У статті розглянуті основні методи оцінки внутрішніх мікрокліматичних параметрів в приміщенні, шляхом їх досягнення. Запропонована система цілорічного забезпечення параметрів мікроклімату в житлових і цивільних будівлях з використанням поновлюваної енергії.
мікроклімат, температура, вологість, теплове випромінювання, теплообмін, електричне поле, модель, здоров'я людини, продуктивність праці

A. S. BELIKOV, V. O. PETRENKO, A. O. PETRENKO
PROVIDING OF MICROCLIMATE IN APARTMENTS OF BUILDINGS ON THE
BASE OF THE ABSORPTIONED THERMOTRANSFORM AND RENEWING
ENERGY USING
State Higher Educational Establishment "Prydniprov'sk State Academy of Civil Engineering
and Architecture"

In the article the basic estimation methods of internal microclimate parameters in the rooms and the ways of their achievement are considered. The system of the year round providing of parameters of microclimate in dwellings and civil buildings with using of renewing energy has been offered.
microclimate, temperature, humidity, caloradiance, heat exchange, electric field, model, health of man, labour productivity

Беликов Анатолий Серафимович — д.т.н., профессор кафедры "Безпеки життєдіяльності" Придніпровської державної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: охорона праці і екологія.

Петренко Віктор Олегович — к.т.н., доцент кафедри "Безпеки життєдіяльності" Придніпровської державної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: охорона праці і екологія.

Петренко Анатолий Олегович — старший викладач кафедри "Безпеки життєдіяльності" Придніпровської державної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: охорона праці і екологія.

Беликов Анатолий Серафимович — д.т.н., профессор кафедры "Безопасности жизнедеятельности" Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: охрана труда и экология.

Петренко Виктор Олегович — к.т.н., доцент кафедры "Безопасности жизнедеятельности" Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: охрана труда и экология.

Петренко Анатолий Олегович — старший преподаватель кафедры "Безопасности жизнедеятельности" Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: охрана труда и экология.

Belikov Anatoliy Serafimovych — doctor of Engineering sciences, professor, the Head of the "Safety of Vital Functions" Chair of Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: labour protection and ecology.

Petrenko Viktor Olegovych — candidate of Engineering sciences, assistant professor of the "Safety of Vital Functions" Chair of Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: labour protection and ecology.

Petrenko Anatoliy Olegovych — senior teacher of the "Safety of Vital Functions" Chair of Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: labour protection and ecology.

УДК 626.815

В. Л. ЧЕРНЯВСКИЙ^а, В. В. ГАЛАТ^б, Ю. Б. ГИЛЬ^а, Ю. А. СПИРИН^с

^аХарьковский государственный университет строительства и архитектуры, ^бПАО "Укрэнергопроект",
^сОАО "УкрНИИОгнеупоров"

РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АДАПТИВНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

В статье изложены основные принципы адаптации железобетона. Железобетон обладает способностью к структурно-функциональной адаптации, источниками которой является совокупность внутренних реакций и процессов, происходящих в бетоне и стальной арматуре, а также в зоне их соприкосновения. Структурно-функциональная адаптация железобетона приводит к удерживанию его потребительских характеристик в диапазоне значений, обеспечивающих заданный уровень функционального состояния железобетонного элемента в здании или сооружении при эксплуатационном воздействии нагрузок и внешней среды.

ресурс, адаптивность железобетона, остаточный ресурс

Введение. Ресурс и срок службы являются показателями долговечности, под которой понимают свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния. В соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 27.002-89 эти понятия имеют следующие определения. *Ресурс* представляет собой суммарную наработку объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние. *Наработка* — это продолжительность либо объем работы объекта. Она может измеряться в единицах времени или объема, в единицах энергии, затраченной на выполненную работу объекта. *Срок службы* определяют календарной продолжительностью от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после ремонта определенного вида до перехода в предельное состояние. *Остаточным ресурсом* является суммарная наработка объекта от момента контроля его технического состояния до перехода в предельное состояние. Ресурс и остаточный ресурс в действующих нормативных документах относят, как правило, к временным понятиям. Поэтому, такие характеристики являются далеко не однозначными из-за своей непрерывной зависимости от времени эксплуатации, а также, ввиду практической невозможности контроля условий эксплуатации (нагрузки, вид и состав среды, непредвиденные воздействия и др.) строительного объекта. Очевидно, срок службы железобетонной конструкции зависит от наличия ресурса, (остаточного ресурса) физико-механических и физико-химических свойств бетона, обеспечивающих эффективное функциональное состояние конкретной конструкции в эксплуатационной обстановке.

Постановка проблемы. Для бетона строительных конструкций, находящихся в сложной эксплуатационной среде, по нашему мнению, целесообразно введение количественного показателя в виде *меры функционального состояния*. Под этим термином следует понимать совокупность свойств бетона, подверженных изменению при эксплуатации строительных конструкций и определяющих его прочностные и деформативные характеристики, а также пригодность в качестве первичной защиты арматуры железобетонных элементов. С учетом требований разумной простоты измерительных и вычислительных процедур для инженерных (т.н. "полевых") расчетов, используемых при проектировании, возведении и ремонте строительных объектов, для оценки функционального состояния S_t бетона в момент времени t нами [1] было предложено выражение типа

$$S_t = \prod_{i=1}^n \frac{(x)_t - x_{ik}}{x_{ik}}, \quad (1)$$

где x_{it} — текущее значение i -го признака в период обследования;

x_{ik} — пороговое значение i -го признака, соответствующее исчерпанию ресурса.

Очевидным достижением наших предложений по определению ресурса функциональных свойств бетона является то, что форма представления оценки S_t избавлена от необходимости сведений о начальных значениях x_{i0} , которые отыскать практически невозможно.

Способы выражения меры функционального состояния должны обеспечивать следующие условия.

1. Условие прагматичности, т.е. направление изменения численного значения величины S_t должно совпадать с направлением изменения существенных потребительских характеристик материала. Оценка [1] этому условию соответствует: большей величине S_t соответствует "лучшее состояние" материала, меньшей — "худшее состояние".

2. Условие физичности, т.е. соответствие физического смысла величины S_t ее численному значению. Из условия [1] следует, что, если один из сомножителей равен нулю, то $S_t=0$. Это не противоречит физической сущности [1], т.к. S_t есть оценка комплексная и при исчерпании ресурса хотя бы по одной переменной x_i материал в целом становится непригодным к эксплуатации.

3. Условие статистичности. Под этим условием понимается возможность формулирования статистических гипотез о свойствах S_t : существенности различия средних значений S_t , построения доверительных интервалов для среднего значения S_t . Структура числителя исключает его отрицательность; случай $x_{it}=x_{ik}$ из рассмотрения можно исключить, т.к. в этом случае никакие статистические исследования не требуются. Тогда, применив [1] схему Кептейна [2], получим, что S_t имеет логарифмически нормальное распределение. Процедура проверки статистических гипотез для этого случая изложена в [3, 4, 5].

Таким образом, для оценки состояния S_t бетона можно эффективно использовать выражение (1). В этой связи считаем необходимым выразить следующие соображения специфического характера. Номенклатура параметров, определяющих характеристику функционального состояния бетона железобетонной конструкции, тесно связана с той задачей, которую он выполняет в конкретном конструктивном элементе, прежде всего, в обеспечении несущей способности, а также в качестве первичной защиты стальной арматуры. Бесспорно, что функциональное состояние бетона, как основного структурообразующего компонента строительных конструкций, эксплуатирующихся в условиях силовых и агрессивных воздействий, определяется упорядоченной совокупностью существенных признаков, представляющих *прочностные свойства, проницаемость и реакционную (химическую, физико-химическую) способность бетона* взаимодействовать с компонентами внешней среды. Все упомянутые характеристики имеют достаточно отработанную базу инструментальных определений, а их необходимость и достаточность для формирования меры функционального состояния бетона не вызывает сомнений. Согласно известным правилам диагностирования технических объектов, параметры, входящие в оценку S_t , должны быть *независимыми* (хотя бы условно).

Действующий нормативный документ (СНиП 2.03.11-85) регламентирует предельно допустимое значение $pH_k = 11,5$. Однако обзор научно-технической литературы показал, что известны случаи, когда при значениях pH водной вытяжки равных 11,0; 10,7; 10,2 и даже 9,8 единиц на арматурных стержнях следов продуктов коррозии не наблюдали. Все сказанное выше делает невозможным на сегодняшний день получить объективный результат прогнозирования, т.к. сведения о начальных характеристиках использованного семьдесят лет назад бетона и железобетона либо отсутствуют, либо носят описательный (часто субъективный) характер. Несмотря на это, авторы сделали первую попытку провести прогнозирование периода сохранения бетоном (по представленным заказчиком образцам) противокоррозионных свойств по следующим исходным характеристикам: время эксплуатации (70 лет); марка бетона по водонепроницаемости (W8); цемент — портландский; предельное значение щелочности вяжущей составляющей ($pH_k = 11$); предельное значение капиллярного водопоглощения ($w_k = 7\%$).

Прогнозируемый период сохранения бетоном свойств первичной защиты T_n определяется по формуле:

$$T_n = T_s \cdot \frac{S_t}{S_0 - S_t} \cdot K_p, \quad (2)$$

где T_s — время (годы) от начала эксплуатации до настоящего обследования;

S_0 — мера коррозионного состояния, соответствующая началу действия эксплуатационной среды;

S_t — характеристика коррозионного состояния на время обследования;

K_1 — коэффициент, учитывающий изменение степени агрессивности среды после обследования (в данном случае $K_1=1$).

Перед началом процедуры прогнозирования обязательно необходимо убедиться в том, что прочностные показатели бетона гарантируют несущую способность строительных конструкций. Если ответ окажется отрицательным, то прогнозирование коррозионного состояния бессмысленно. Кроме того, для бетона в сжатой зоне железобетонной конструкции существенной является величина проектной прочности, на основании которой вычисляется пороговое значение $R_k = 0,75R_0$.

На основании проведенных исследований 14 бетонных образцов был осуществлен многовариантный прогноз продолжительности сохранения бетоном защитных свойств T_n , результаты которого приведены в таблице 1. Ориентировочный расчет продолжительности сохранения бетоном противокоррозионных свойств показывает, что бетон, находящийся в среде потерны без каких-либо дополнительных внешних воздействий может сохранить на удовлетворительном уровне свои функциональные характеристики (прочность, проницаемость, коррозионную активность) в достаточно широком временном диапазоне, который при прочих равных условиях зависит от начальной прочности бетона.

Количественные оценки меры функционального состояния бетона являются источником сведений о ресурсе адаптивности бетона и могут эффективно использоваться при прогнозировании продолжительности периода сохранения прочностных и защитных свойств бетоном строительных конструкций в сложной эксплуатационной обстановке. При этом бетон защитного слоя железобетонных конструкций взаимодействует с эксплуатационной средой по адаптационно-коррозионному механизму.

Для бетона марки по водонепроницаемости W8 расчетное значение $S_0=0,062$.

По определению [6] адаптация любого технического объекта связана с его структурно-функциональной изменчивостью в среде и направлена на поддержание его внутреннего состояния и потребительских свойств в некоторых удовлетворительных пределах. Приспособление строительной конструкции к условиям внешней среды возможно лишь при наличии в ней системных признаков, к которым относятся материально-энергетическая база обеспечения адаптации, механизмы использования этой базы, а также возможность регулирования адаптационного процесса в целостных рамках объекта (здания, сооружения). Нами сформулированы необходимые условия адаптации,

Таблица 1

Номер образца	pH_t	w_t	R_t	$S_t=(2)*(3)*(4)$	T_n
1	2	3	4	5	6
1	11,33	4,5	433	0,0202	41
2	11,26	3,5	373	0,0176	24
3	11,19	3,6	359	0,0117	14
4	11,26	3,9	396	0,0172	28
5	11,26	3,7	244	0,0070	9
6	11,32	4,8	433	0,0172	44
7	11,34	3,2	353	0,0227	29
8	11,37	4,4	320	0,0142	25
9	11,35	5,2	316	0,0091	18
10	11,3	4,7	476	0,0195	54
11	11,33	5,2	285	0,0069	13
12	11,32	4,7	395	0,0156	28
13	11,37	4	303	0,0147	23
14	11,42	4	350	0,0218	40

системной основой которой является реализуемая возможность созидательного изменения структуры объекта, за счет которой обеспечивается необходимый уровень его эксплуатационных характеристик. Этого требует обязательное условие — адаптироваться могут лишь структурно изменяющиеся объекты, к которым несомненно принадлежит железобетон. Последовательность физико-химических и физических событий в железобетоне (как материале) и в железобетоне (как конструкции),

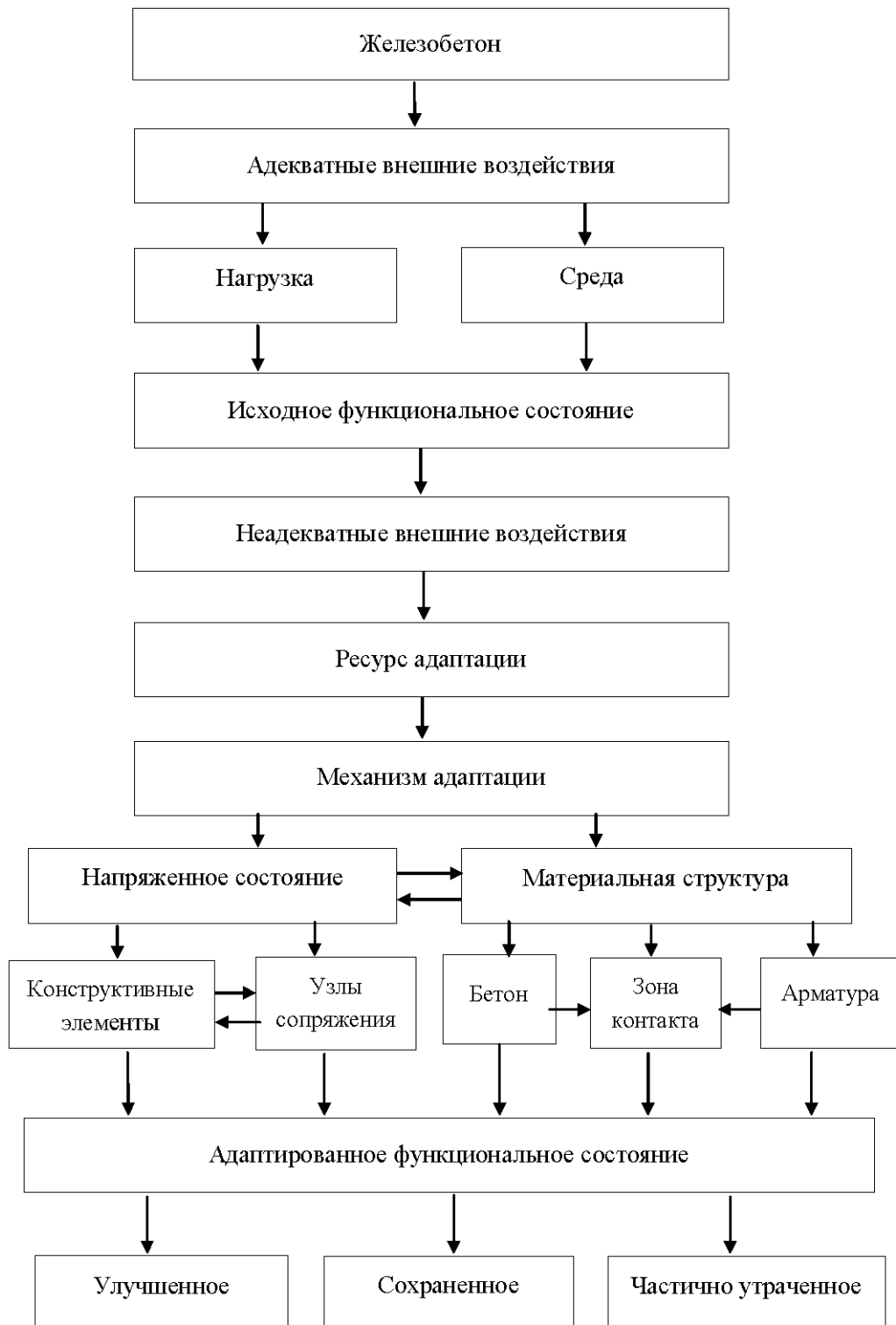


Рисунок 1 — Блок-схема структурно-функциональной адаптации железобетона.

происходящих при действии внешних нагрузок и эксплуатационной среды, приведены в блок-схеме на рис. 1.

Принцип адаптации железобетона сформулирован В. Л. Чернявским на основании собственных исследований, а также анализа сведений, опубликованных многими специалистами, которые в той или иной степени затрагивали приспособляемость к внешним (эксплуатационным) условиям железобетона как композиционного конструкционного материала.

Железобетон обладает способностью к структурно-функциональной адаптации, источниками которой является совокупность внутренних реакций и процессов, происходящих в бетоне и стальной арматуре, а также в зоне их соприкосновения. Структурно-функциональная адаптация железобетона приводит к удержанию его потребительских характеристик в диапазоне значений, обеспечивающих заданный уровень функционального состояния железобетонного элемента в здании или сооружении при эксплуатационном воздействии нагрузок и внешней среды.

Ресурсный потенциал адаптивности железобетона связан с природой, видом и взаимодействием (взаимосвязью) его структурных компонентов и включает:

- присутствие в вяжущей составляющей бетона активных, способных гидратироваться длительное время соединений (klinker, пуццоланы, трепел, шлак, зола и др.);
- образование в цементном камне и в зоне его контакта с заполнителями смешанных гидратов, модифицированных компонентами внешней среды;
- наличие в бетоне капиллярно-порового пространства в качестве демпфирующих зон, обеспечивающих поглощение энергии и способных заполняться продуктами поздней гидратации, продуктами коррозии и иными новообразованиями, полученными в результате взаимодействия бетона и среды;
- образование в бетоне уплотненных поверхностных слоев, включающих продукты коррозии и осадки, образовавшиеся из компонентов внешней среды;
- перераспределение внутренних напряжений между кристаллической и коллоидно-дисперсной ("гелевой") фазами вяжущей составляющей бетона;
- прочнение и уплотнение первичной структуры бетона под длительным действием нагрузки, особенно в ранний период эксплуатации;
- проявление ингибирующего эффекта пассивации стальной арматуры компонентами внутренней среды бетона (добавки, пропитки) и внешней (эксплуатационной) среды;
- кольматация капиллярно-порового пространства и иных дефектов структуры бетона продуктами коррозии стали непосредственно в зоне их соприкосновения;
- перераспределение усилий между бетоном и арматурой, между сечениями в пределах отдельного железобетонного элемента, в узлах сопряжения конструктивных элементов, а также собственно здания (сооружения) с соседствующими объектами и грунтовым основанием.

Концепция приспособительной изменчивости строительных объектов (материалов, конструкций, зданий и сооружений) к внешним силовым и агрессивным (химическим, физико-химическим) воздействиям не является новой темой в общей проблеме адаптивности абиотических систем. Приспособляемость строительных конструкций из различных материалов не была обойдена вниманием не только материаловедов, но и конструкторов-проектировщиков.

Упоминания о *естественной* адаптации абиотических систем давно встречаются в научной литературе. Наибольшую известность темы искусственной адаптации технических систем и конструкций принесли работы Л. А. Растригина [7], Я. З. Цыпкина [8], Дж. Холланда [9], В. В. Болотина [10] и их последователей, приуроченные ко второй половине прошлого столетия. Математическая база адаптивных систем регулирования, представляющая (в принципе) часть теории управления, возникла и развивается, благодаря широкому распространению ситуаций, в которых управление экологическими, техническими, социальными либо экономическими системами происходит при недостатке сведений не только о внешней среде, но и конкретном управляемом объекте.

При значительном сроке эксплуатации существенно меняются физические характеристики конструкционных материалов, в результате сложных физических и физико-химических процессов накапливаются эксплуатационные повреждения в виде трещин и иных зон ослабления структуры. Весьма опасными, особенно при циклических воздействиях на сталь и железобетон, могут сказаться усталостные повреждения. Даже в грамотно запроектированных строительных объектах возможны отказы (аварии), часто сопровождающиеся обрушениями с серьезными экологическими и материальными убытками, либо локальные (временные) отказы, вызывающие перераспределение

усилий с поврежденного на соседние элементы. Последнее при благоприятных обстоятельствах может привести к продлению периода эксплуатации объекта.

В заключение озвучим принцип адаптивности технических объектов (конструкций), применительно к сфере строительства, и сформулированный нами в развитие общей концепции приспособительной изменчивости абиотических структур [8]. В условиях действия внешней среды и нагрузок строительным конструкциям свойственна структурно-функциональная адаптивность, проявление которой связано с приспособительной изменчивостью их материальной структуры и напряженно-деформированного состояния за счет внутренних физико-химических и физических (релаксационных) процессов. Результатом этих процессов является удержание эксплуатационных свойств конструкций в диапазоне значений, обеспечивающих заданный (проектный) уровень их функционального состояния в строительном объекте.

Вывод. Надеемся, что в ближайшем будущем концептуальное внимание к триаде "материал-конструкция-среда" позволит создавать эстетически совершенные и надежные в эксплуатации оригинальные строительные объекты, в которых будут реализовываться наиболее передовые конструкторские замыслы. При этом концепция адаптивности абиотических систем, в частности строительных материалов и конструкций на их основе, может оказаться полезной в достижении для любого строительного объекта эксплуатационных целей: архитектурной привлекательности, несущей способности, долговечности и экологической безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернявский В.Л. Адаптация бетона. — Днепропетровск: Нова Ідеологія, 2002. — 116 с.
2. Вистелиус А.Б. Основы математической геологии. — М.: Наука, 1980. — 338 с.
3. Бондаренко В.Н. Статистические решения некоторых задач геологии. — М.: Недра, 1970.
4. Кочан Р.И. Интервальная оценка в геологических исследованиях. — М.: Недра, 1986. — 160 с.
5. Корчак М.Д., Чепцов А.Ф. Синергетика в теории и на практике. — Электросталь: ЭПИМИ-СиС. — 2006. — 434 с.
6. Чернявский В.Л., Дубницкий В.Ю., Гиль Ю.Б. К оценке ресурса противокоррозионных свойств бетона строительных конструкций // Экология и ресурсосберегающие технологии в строительном материаловедении. — Новосибирск: НГАСУ. — 2005. — С. 195-199.
7. Растринин Л.А. Адаптация сложных систем. Методы и приложения. — Рига: Зинатне, 1981.
8. Цыпкин ЯЗ. Адаптация и обучение в автоматических системах. — М.: Недра. — 1968. — 400 с.
9. Holland G.H. Adaptation in natural and artificial systems. — First MIT Press edition, 1992. — 236 p.
10. Болотин В.В. Статистические методы в строительной механике. — М.: Госстройиздат, 1961. — 202 с.

В. Л. ЧЕРНЯВСЬКИЙ^а, В. В. ГАЛАТ^б, Ю. Б. ГІЛЬ^а, Ю. О. СПІРІН^с
РЕСУРСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АДАПТИВНОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОНУ

^аХарківський державний технічний університет будівництва і архітектури, ^бПАО "Укргідропроєкт", ^сВАТ "УкрНІІвогнеупорів"

У статті викладені основні принципи адаптації залізобетону. Залізобетон володіє здібністю до структурно-функціональної адаптації, джерелами якої є сукупність внутрішніх реакцій і процесів, що відбуваються в бетоні і сталевій арматурі, а також в зоні їхньої взаємодії. Структурно-функціональна адаптація залізобетону приводить до утримування його споживчих характеристик в діапазоні значень, що забезпечують заданий рівень функціонального стану залізобетонного елементу в будівлі або споруді при експлуатаційній дії навантажень і зовнішнього середовища.

ресурс, адаптивність залізобетону, залишковий ресурс

V. L. CHERNYAVSKIY^a, V. V. GALAT^b, YU. B. GIL^a, YU. O. SPIRIN^c

RESOURCE PROVIDING OF THE REINFORCED CONCRETE ADAPTIVENESS

^aKharkov State University of Civil Engineering and Architecture,

^bPJC "Ukrhidroproekt", ^cOC of "UkrNIIogneuporov"

Basic principles of the reinforced concrete adaptation have been given in the article. The reinforced concrete possesses the capacity for structural- and functional adaptation, the sources of which is the combination of internal reactions and processes, taking place in the concrete and steel armature as well as in the area of their contact. The structural- and functional adaptation of the reinforced concrete leads to the retaining of its consumer characteristics in the range of values, providing the set level of the functional state of reinforce-concrete element in the building or structure while operating influence of loadings and environment.

resource, adaptiveness of the reinforced concrete, remaining resource

Чернявський В'ячеслав Леонідович — д.т.н., професор кафедри "Фізико-хімічної механіки і технології будівельних матеріалів і виробів" Харківського державного технічного університету будівництва і архітектури. Наукові інтереси: технологія будівельних матеріалів і виробів.

Галат Вадим В'ячеславович — головний інженер проекту, начальник відділу Прилюдного акціонерного суспільства "Укргідропроект. Наукові інтереси: гідротехнічні споруди.

Гиль Юрій Борисович — к.т.н., доцент кафедри "Фізико-хімічної механіки і технології будівельних матеріалів і виробів" Харківського державного технічного університету будівництва і архітектури. Наукові інтереси: фізико-хімічна механіка і технологія будівельних матеріалів і виробів.

Спирін Юрій Олександрович — к.т.н., зав. лабораторією хіміко-аналітичних і структурно-фазових досліджень вогнетривів ВАТ "Український науково-дослідний інститут вогнетривів ім. А.С. Бережного". Наукові інтереси: фізико-хімічні дослідження процесів служби гідротехнічних споруд.

Чернявский Вячеслав Леонидович — д.т.н., профессор кафедры "Физико-химической механики и технологии строительных материалов и изделий" Харьковского государственного технического университета строительства и архитектуры. Научные интересы: технология строительных материалов и изделий.

Галат Вадим Вячеславович — главный инженер проекта, начальник отдела Публичного акционерного общества "Укргідропроект. Научные интересы: гидротехнические сооружения.

Гиль Юрий Борисович — к.т.н., доцент кафедры "Физико-химической механики и технологии строительных материалов и изделий" Харьковского государственного технического университета строительства и архитектуры. Научные интересы: физико-химическая механика и технология строительных материалов и изделий.

Спирин Юрий Александрович — к.т.н., зав. лабораторией химико-аналитических и структурно фазовых исследований огнеупоров ОАО "Украинский научно-исследовательский институт огнеупоров им. А.С. Бережного. Научные интересы: физико-химические исследования процессов службы гидротехнических сооружений.

Chernyavskiy Vyacheslav Leonidovich — Dr. Sc., Professor, Head of the "Physical and Chemical Mechanics and Technology of Building Materials and Wares" Chair of Kharkov State University of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technology of build materials and wares.

Galat Vadim Vacheslavovych — main engineer of project, Chief of department of the Public joint-stock company of "Ukrhidroproekt. Scientific interests: hydrotechnical buildings.

Gil' Yuriy Borisovych — Candidate of science, assistant professor of the of "Physical and Chemical Mechanics and Technology of Building Materials and Wares" Chair of Kharkov State University of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: physical and chemical mechanics and technology of build materials and wares.

Spirin Yuriy Olexsandrovych — Candidate of sciences, the Head by laboratory of chemical and analytical and structural phase researches of refractoriess of CO "Ukrainian Research Institute of Refractoriess after name of A.S. Careful. Scientific interests: physical and chemical researches of processes of service of hydrotechnical buildings.

УДК 624.014

І. Д. ПЕЛЕШКО, І. Д. ІВАНЕЙКО, І. М. БАЛУК
Національний університет "Львівська політехніка"

ОПТИМАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ СТРИЖНЕВИХ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ З УРАХУВАННЯМ МОНТАЖНИХ СТАНІВ

У даній роботі запропоновано спосіб урахування монтажних станів стрижневих металевих конструкцій при формулюванні та розв'язуванні задач оптимального проектування їхньої реконструкції та підсилення. Цей спосіб зменшує кількість систем рівнянь методу скінчених елементів, що формуються та розв'язуються в процесі оптимізації.

Даний спосіб застосовано при оптимальному проектуванні реконструкції надземного переходу нафтогазопроводів через р. Стрий.

оптимальне проектування, стрижневі металеві конструкції, реконструкція та підсилення, монтажні стани конструкцій

Постановка проблеми. В Україні експлуатується близько 36 млн. тон несучих металевих конструкцій [1]. Серед них велика частка стрижневих металевих конструкцій, що мають широке застосування в багатьох галузях будівництва та промисловості. Звичайно, вони із часом потребуватимуть заміни, підсилення або реконструкції. При проектуванні реконструкції чи підсилення несучих елементів потрібно враховувати їхні різні стани, в яких вони можуть перебувати в процесі виконання будівельно-монтажних робіт, пов'язаних з необхідністю додавання чи видалення стрижнів, в'язей та опор, регулювання зусиль тощо. При цьому, зазвичай, розраховують декілька подібних конструкцій для однієї будівлі чи споруди з розрахунковими схемами, що можуть відрізнятися наявністю одного чи декількох шарнірів. Не зважаючи на таку подібність розрахункових схем, для кожної з них формують і розв'язують систему рівнянь, що збільшує час аналізу напружено-деформованого стану конструкції. Особливо відчутним є збільшення затрат часу при використанні методів оптимального проектування, при яких аналіз відбувається багаторазово. В методах оптимального проектування реконструкції та підсилення стрижневих металевих конструкцій треба враховувати різні їхні стани при виконанні робіт так, щоби загальний час пошуку оптимального розв'язку залишався в припустимих межах.

Аналіз існуючої літератури. Математична модель стрижневих металевих систем, що враховує їхні зміни, які пов'язані з монтажем системи та з процесом попереднього напруження, розглядається в [4].

В [5, 6] розглядаються схеми багаторазового перерахунку стрижневої системи за методом сил або переміщень при зміні жорсткості її елементів, пов'язаної з введенням чи видаленням частини стрижнів.

В [3] розроблено й обґрунтовано спосіб визначення зусиль від попереднього напруження (ПН) зайвих в'язей довільного типу в статично невизначуваних стрижневих конструкціях загального виду. Показано, що в процесі аналізу напружено-деформованого стану можна розв'язувати лише одну систему рівнянь методу скінчених елементів (МСЕ) з декількома правими частинами, без формування та розв'язування систем рівнянь МСЕ для кожної з схем із відкинутими зайвими в'язями.

Необхідна подальша розробка ефективних алгоритмів аналізу напружено-деформованого стану стрижневих конструкцій з подібними розрахунковими схемами з метою створення передумов для застосування методів оптимального проектування.

Формулювання цілей статті. Ціллю даної роботи є розробка ефективного в обчислювальному плані способу урахування монтажних станів стрижневих металевих конструкцій при оптимальному проектуванні їхньої реконструкції та підсилення, який зменшує кількість систем рівнянь МСЕ, що формуються та розв'язуються в процесі оптимізації.

Виклад основного матеріалу. Розрахункова схема конструкції, що підсилюється, може декілька разів змінитися при виконанні монтажних робіт у зв'язку з видаленням чи додаванням нових елементів, наприклад, в'язей, стрижнів тощо.

Задача полягає в тому, щоби враховувати зміни розрахункової схеми стрижневої системи, формулюючи та розв'язуючи лише одну матричну систему рівнянь МСЕ з декількома правими частинами. Матрицю жорсткості цієї системи рівнянь формуватимемо для кінцевої розрахункової схеми конструкції, що утворюється після завершення всіх робіт із реконструкції та підсилення, ураховуючи, що на таку схему прикладається більшість завантажень (назвемо її розрахунковою схемою № 1).

Приймемо, що інші розрахункові схеми конструкції відрізняються від схеми № 1 наявністю тимчасових монтажних шарнірів, які замикаються (ліквідуються) при виконанні будівельно-монтажних робіт із реконструкції та підсилення. Таке припущення охоплює достатньо широку множину способів реконструкції та підсилення стрижневих металевих конструкцій.

Нехай задана розрахункова схема відповідає певному монтажному стану конструкції (назвемо її розрахунковою схемою №2). Ця розрахункова схема відрізняється від схеми №1 наявністю n ($n \geq 1$) додаткових тимчасових шарнірів. Треба для розрахункової схеми №2 побудувати деяку епюру, що виникає від дії деякого завантаження у період реконструкції чи підсилення. Назвемо це завантаження монтажним. У точках шуканої епюри, що відповідають тимчасовим шарнірам, зусилля відсутні. Вказані точки назвемо нульовими точками.

Для побудови шуканої епюри використаємо епюру $\bar{B}^{(0)}$ від монтажного завантаження, побудовану в розрахунковій схемі №1, та n одиничних епюр попереднього напруження (ОЕПН) $\bar{A}_i^{(0)}$, $i = \overline{1, n}$ зайвих в'язей розрахункової схеми №1. При цьому розглядаються зайві в'язі, що утворилися внаслідок замикання (ліквідації) тимчасових шарнірів.

Основна ідея полягає в тому, що шукану епюру можна представити як суму лінійної комбінації n ОЕПН та епюри $\bar{B}^{(0)}$. Коефіцієнти лінійної комбінації (компоненти деякого вектора \bar{X}) визначаються із системи рівнянь, що враховує нульові значення шуканої епюри в нульових точках. Знайдені коефіцієнти можна використати у програмах оптимізації як коефіцієнти до відповідних ОЕПН при формуванні розрахункових сполучень завантажень.

Виведемо залежності для знаходження коефіцієнтів лінійної комбінації ОЕПН.

Сформуємо матрицю з ОЕПН $\bar{A}_1^{(0)}, \bar{A}_2^{(0)}, \dots, \bar{A}_i^{(0)}, \dots, \bar{A}_n^{(0)}$:

$$|A|^{(0)} = \begin{vmatrix} a_{11}^{(0)} & a_{21}^{(0)} & \dots & a_{i1}^{(0)} & a_{n1}^{(0)} \\ a_{12}^{(0)} & a_{22}^{(0)} & \dots & a_{i2}^{(0)} & a_{n2}^{(0)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{1j}^{(0)} & a_{2j}^{(0)} & \dots & a_{ij}^{(0)} & a_{nj}^{(0)} \\ a_{1n}^{(0)} & a_{2n}^{(0)} & \dots & a_{in}^{(0)} & a_{nn}^{(0)} \end{vmatrix}, \quad (1)$$

де $a_{ij}^{(0)}$ — зусилля (значення епюри) у в'язі j ($j = \overline{1, n}$) від дії одиночного зусилля ПН у в'язі i . Для ОЕПН $a_{ij}^{(0)} = 1$, якщо $i = j$.

Епюру від зовнішнього навантаження $\bar{B}^{(0)}$ запишемо так:

$$\bar{B}^{(0)} = [b_1^{(0)} \quad b_2^{(0)} \quad \dots \quad b_i^{(0)} \quad \dots \quad b_n^{(0)}]^T, \quad (2)$$

де $b_i^{(0)}$ — зусилля (значення епюри) у в'язі i ($i = \overline{1, n}$) від монтажного завантаження.

Сформуємо систему n лінійних рівнянь з n невідомими, що відображає нульові значення зусиль у нульових точках шуканої епюри:

$$|A|^{(0)} \cdot \bar{X} + \bar{B}^{(0)} = 0, \text{ або } \begin{cases} a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \dots + a_{i1}x_i + \dots + a_{n1}x_n = b_1; \\ a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{i2}x_i + \dots + a_{n2}x_n = b_2; \\ \dots \\ a_{1j}x_1 + a_{2j}x_2 + \dots + a_{ij}x_i + \dots + a_{nj}x_n = b_j; \\ \dots \\ a_{1n}x_1 + a_{2n}x_2 + \dots + a_{in}x_i + \dots + a_{nn}x_n = b_n, \end{cases} \quad (3)$$

де $a_{ij} = a_{ij}^{(0)}$, $b_i = -b_i^{(0)}$, x_i — невідоме значення i -го коефіцієнта лінійної комбінації при i -ій ОЕПН.

Систему лінійних рівнянь (3) розв'яжемо, використовуючи перетворення Жордана-Гауса. На першому кроці перетворень системи рівнянь виключимо невідому x_n з усіх рівнянь, крім рівняння n . Для цього за розв'язувальний елемент приймемо коефіцієнт a_{nn} ($a_{nn} \neq 0$) і поділимо почленно рівняння n на a_{nn} :

$$\frac{a_{1n}}{a_{nn}}x_1 + \frac{a_{2n}}{a_{nn}}x_2 + \dots + \frac{a_{in}}{a_{nn}}x_i + \dots + 1x_n = \frac{b_n}{a_{nn}}. \quad (4)$$

Тепер по чергово до кожного j -го рівняння системи (3), крім n -го, додамо рівняння (4), помножене на протилежне значення відповідного коефіцієнта a_{nj} . Так отримаємо систему рівнянь після першого кроку перетворень. У ній ненульовий коефіцієнт при x_n є тільки в рівнянні n . Уведемо позначення:

$$a_{ij}^{(1)} = a_{ij} - \frac{a_{in}}{a_{nn}}a_{nj}, \quad b_j^{(1)} = b_j - \frac{b_n}{a_{nn}}a_{nj}, \text{ де верхній індекс — номер кроку перетворення.}$$

Після послідовного здійснення кроків перетворення системи рівнянь (3), починаючи від розв'язувального елемента a_{nn} й закінчуючи $a_{22}^{(n-2)}$, отримаємо (5). При цьому рівняння j перетвориться $n-j$ разів.

$$\begin{cases} a_{11}^{(n-1)}x_1 + 0 + 0 + \dots + 0 = b_1^{(n-1)}; \\ a_{12}^{(n-2)}x_1 + a_{22}^{(n-2)}x_2 + 0 + \dots + 0 = b_2^{(n-2)}; \\ \dots \\ a_{1j}^{(n-j)}x_1 + a_{2j}^{(n-j)}x_2 + \dots + a_{ij}^{(n-j)}x_i + 0 + \dots + 0 = b_j^{(n-j)}; \\ \dots \\ a_{1n}x_1 + a_{2n}x_2 + \dots + a_{in}x_i + \dots + a_{nn}x_n = b_n, \end{cases} \quad (5)$$

де $a_{ij}^{(n-j)}$ — коефіцієнт для невідомого i в рівнянні j після $n-j$ кроків перетворень, $b_j^{(n-j)}$ — вільний член у рівнянні j після $n-j$ кроків перетворень.

Значення коефіцієнтів при невідомих $a_{ij}^{(k)}$ та вільних членів $b_j^{(k)}$ після k кроків перетворення системи рівнянь таким чином залежать від відповідних значень, отриманих на попередньому кроці:

$$b_j^{(k)} = b_j^{(k-1)} - \frac{a_{(n+1-k)j}^{(k-1)}}{a_{(n+1-k)(n+1-k)}^{(k-1)}} \cdot b_{n+1-k}^{(k-1)}. \quad (6)$$

$$a_{ij}^{(k)} = a_{ij}^{(k-1)} - \frac{a_{i(n+1-k)}^{(k-1)}}{a_{(n+1-k)(n+1-k)}^{(k-1)}} \cdot a_{(n+1-k)j}^{(k-1)}. \quad (7)$$

З системи рівнянь (5) з урахуванням (6) та (7) послідовно знаходимо невідомі x_i :

$$x_1 = \frac{b_1^{(n-1)}}{a_{11}^{(n-1)}}, \quad x_2 = \frac{b_2^{(n-2)} - a_{12}^{(n-2)}x_1}{a_{22}^{(n-2)}}; \quad x_i = \frac{b_j^{(n-j)} - \sum_{k=1}^{j-1} a_{kj}^{(n-j)}x_k}{a_{ij}^{(n-j)}}; \quad x_n = \frac{b_n - \sum_{k=1}^{n-1} a_{kn}x_k}{a_{nn}}. \quad (8)$$

Значення d зусилля у деякій точці шуканої епюри можна визначити за формулою

$$d = \sum_{i=1}^n a_i x_i + b, \quad (9)$$

де a_i — зусилля у вказаній точці в i -й ОЕПН, b — те саме, в монтажній епюрі.

Даний спосіб побудови епюр з нульовими точками застосовано при оптимальному проектуванні реконструкції надземного переходу нафтогазопроводів через р. Стрий на Стинавській ділянці Стрийського р-ну Львівської обл. Необхідність реконструкції переходу викликана поступовою прогресуючою зміною положення берегової лінії, що може ускладнити подальшу експлуатація даної конструкції (рис. 1). Відповідно до завдання запроєктовано два додаткових прольоти переходу з максимальною допустимою сумарною довжиною l_2 при заданих навантаженнях та розмірах поперечних перерізів існуючих та проєктованих несучих конструкцій з труб — кожуха нафтопроводу та труби газопроводу. Шуканими були два параметри — l_1 і l_2 .

Можна виділити такі основні укрупнені етапи технології виконання робіт із реконструкції надземного переходу: етап 1 — улаштування додаткових опор; етап 2 — відрізання компенсаторної (вертикальної) частини існуючих труб із наступним монтажем на додаткових опорах прольотів труб і компенсаторів; етап 3 — зварювання елементів додаткової труби між собою та з існуючими трубами переходу; етап 4 — монтаж конструкцій площадки обслуговування переходу.

Частина розрахункової схеми № 2 конструкції надземного переходу трубопроводу після завершення етапу 2 перед початком виконання етапу 3, де відбувається реконструкція, показана на рис. 2. Вона враховує рекомендоване кінцеве зварювання додаткових нових ділянок труб у трьох місцях. На схемі № 2 місцям з'єднання частин трубопроводу відповідають чотири тимчасові шарніри — три шарніри $ш1$, $ш2$, $ш3$, що дозволяють взаємний поворот суміжних із шарніром поперечних перерізів, та шарнір $ш4$, що відображає роботу компенсаторної частини труби в момент зварювання й забезпечує відсутність у ній сили стиску чи розтягу. Ці шарніри утворені монтажними пристосуваннями, які забезпечують правильне взаємне положення суміжних частин трубопроводів перед зварюванням. Зауважимо, що трубопроводи закріплені від поздовжнього зміщення на одній з опор, що не показані на рис. 2.



Рисунок 1 — Надземний перехід нафтогазопроводу через р. Стрий.

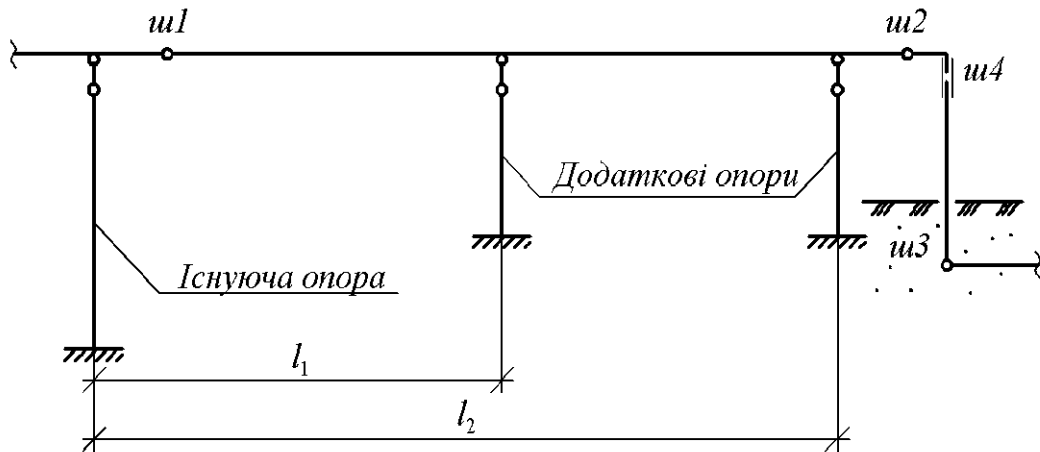


Рисунок 2 — Фрагмент розрахункової схеми № 2 надземного переходу трубопроводу.

При зварюванні ділянок труб у процесі виконання етапу 3 ліквідуються тимчасові шарніри в розрахунковій схемі №2 конструкції надземного переходу трубопроводу. Після цього утворюється розрахункова схема №1, яка при подальшому виконанні робіт із реконструкції та при експлуатації залишиться без змін.

Зауважимо, що накладання в'язей без введення в них додаткових зусиль ПН та без зміни зовнішніх навантажень залишає незмінним наявний розподіл зусиль. Тому епюра моментів в утвореній схемі №1 від навантажень, які були в момент зварки, також проходить через ті ж нульові точки - місця зварювання.

Після виконання етапу 4 на схему №1 трубопроводу прикладалась частина сталого навантаження від ваги площадки обслуговування на двох додаткових проєктованих прольотах. При подальшій експлуатації реконструйованого переходу на всі прольоти його надземної частини можуть діяти тимчасові навантаження.

Реконструкцію надземного переходу трубопроводу було оптимально запроектовано з використанням програмного забезпечення OptCAD (www.optcad.com), математичний апарат якого поєднує метод скінчених елементів для виконання статичного лінійного аналізу стрижневих систем та градієнтний метод для вирішення задачі оптимізації. За основу було прийнято розрахункову схему №1. Спосіб урахування монтажних станів конструкції за допомогою програми OptCAD включає наступні кроки:

1. Параметризація розрахункової схеми №1. Уведення інформації про змінні параметри i у вікні "Змінні проектування".

2. Уведення даних про розрахункову схему №1, що включає інформацію про вузлові та стрижневі елементи, матеріали трубопроводу, типи жорсткості, опори, шарніри тощо. При цьому інформація про тимчасові шарніри не вводиться, проте використовується на наступних кроках.

3. Уведення інформації про положення та тип зайвих в'язей для побудови одиничних епюр ПН. Наголосимо, що в процесі реконструкції, фактично, попереднє напруження не вводиться, а одиничні епюри ПН використовуються тільки для побудови епюр для розрахункової схеми №2.

4. Уведення інформації про завантаження трубопроводу. При цьому окремо виділяється монтажне завантаження частиною сталих навантажень, та завантаження рештою сталих навантажень (вагою площадки обслуговування). Ураховуються також тимчасові навантаження на площадку обслуговування та температурні впливи.

5. Записування у спеціальному вікні "Додаткові вирази та змінні стану" аналітичних виразів для визначення x_i , $i = \overline{1, 4}$ за формулами (8). Для доступу до значень зусиль a_y , b використовуються спеціальні функції [2].

6. Уведення у спеціальному вікні "Сполучення завантажень" відповідної інформації. Для кожного сполучення у цьому вікні виводиться список усіх завантажень. Для кожного завантаження слід увести коефіцієнт, з яким завантаження входить у сполучення завантажень. Усі ОЕПН та епюра від монтажного завантаження включалися у кожне сполучення завантажень з коефіцієнтами x_i , $i = \overline{1, 4}$

та 1,0 відповідно. Усі інші коефіцієнти сполучення приймалися згідно норм.

7. Формулювання функції мети $I_2 \rightarrow \max$. Пошук розв'язку задачі оптимізації градієнтним методом.

Побудована епюра зусиль із нульовими точками для надземного переходу трубопроводу, що відповідає певному монтажному стану конструкції та виникає від навантажень, що діють при реконструкції, зображена на рис. 3. Розрахунок здійснювався з урахуванням взаємодії трубопроводів з ґрунтом.

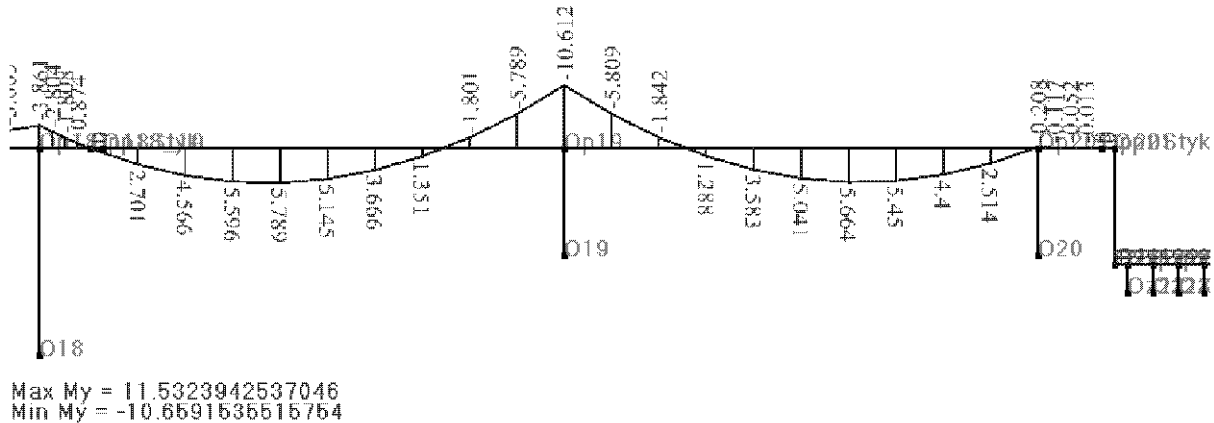


Рисунок 3 — Копія вікна OptCAD з фрагментом епюри моментів із нульовими точками.

Висновки. Розроблено спосіб урахування монтажних станів при оптимальному проектуванні реконструкції та підсилення стрижневих металевих конструкцій. Представлені формули для знаходження коефіцієнтів до епюр умовно введених у конструкцію попередніх напружень для побудови монтажної епюри. Запропоновано й впроваджено спосіб визначення напружено-деформованого стану конструкцій надземного переходу з урахуванням впливу технології монтажу додаткових прольотів нафтопроводу та газопроводу при виборі оптимальних рішень із його реконструкції.

У подальшому слід удосконалити запропонований спосіб з метою урахування інших видів змін розрахункової схеми та включити його у програму OptCAD.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналіз технічного стану та проблем експлуатації будівельних металевих конструкцій в Україні [Текст] / О.В. Шимановський, В.М. Гордєєв, М.О. Микитаренко та ін. // Будівельні конструкції. — К., 2001. — № 3. — С. 18-24.
2. Пелешко І.Д. Проблемно-орієнтована мова запису вихідних даних програми оптимізації стрижневих металевих конструкцій [Текст] / І.Д. Пелешко // Современные строительные конструкции из металла и древесины: Сборник научных трудов. — О., 2003. — С. 185-191.
3. Пелешко І.Д. Про один спосіб визначення зусиль від попереднього напруження при оптимізації стрижневих металевих конструкцій [Текст] / І.Д. Пелешко // Вісник Національного університету "Львівська політехніка" Теорія і практика будівництва, №495, 2004 р. — Л.: Вид-во НУЛП, 2004. — С. 151-153.
4. Перельмутер А.В. Управление поведением несущих конструкций [Текст] / А.В. Перельмутер. — К.: УФИМБ, 1998. — 148 с.
5. Сергеев Н.Д. К расчету статически неопределимых систем при их многоэтапной последовательной модификации [Текст] / Н.Д. Сергеев // Строительная механика и расчет сооружений. — М., 1976, №4. — С. 26-31.
6. Сергеев Н.Д. Расчет статически неопределимых систем при их многоэтапной последовательной модификации [Текст] / Н.Д. Сергеев // Строительная механика и расчет сооружений. — М., 1975. — №6. — С. 11-16.

И. Д. ПЕЛЕШКО, И. Д. ИВАНЕЙКО, И. М. БАЛУК
ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕРЖНЕВЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ
КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ МОНТАЖНЫХ СОСТОЯНИЙ
Национальный университет "Львовская политехника"

В данной работе предложен способ учета монтажных состояний стержневых металлических конструкций при формулировании и решении задач оптимального проектирования их реконструкции и усиления. Этот способ уменьшает количество систем уравнений метода конечных элементов, которые формируются и разрешаются в процессе оптимизации. Данный способ применен при оптимальном проектировании реконструкции надземного перехода нефтегазопроводов через р. Стрый.
оптимальное проектирование, стержневые металлические конструкции, реконструкция и усиление, монтажные состояния конструкций

I. D. PELESHKO, A. D. IVANEYKO, I. M. BALUK
OPTIMUM DESIGNING OF ROD METAL TAKING INTO ACCOUNT THE STATE
ASSEMBLING
National University "Lviv Polytechnics"

The method of taking into account the ASSEMBLING states of the ROD METAL structures while the formulation and problem solution of optimum designing of the reconstruction and reinforcement. This method reduces the number of equations of finished element method, which are formed and solved in the optimization process.
This method is implemented while the optimum designing of the reconstruction of the over land crossing of oil and gas lines across the river Stry.
optimal design, steel structures, reconstruction and reinforcement, mounting states of structures

Пелешко Иван Дмитриевич — кандидат технических наук, докторант, доцент кафедры строительного производства Национального университета "Львівська політехніка". Научные интересы: оптимальное проектирование сложных технических систем, оптимизация линейно-деформированных стержневых конструкций, различные методологии поиска оптимального решения.

Иванейко Игорь Дмитриевич — кандидат технических наук, доцент кафедры строительного производства Национального университета "Львівська політехніка". Научные интересы: технология и организация промышленного и гражданского строительства.

Балук Игорь Мирославович — аспирант кафедры строительного производства Национального университета "Львівська політехніка". Научные интересы: оптимальное проектирование стержневых металлических конструкций.

Пелешко Иван Дмитриевич — кандидат технических наук, докторант, доцент кафедры строительного производства Национального университета "Львовская политехника". Научные интересы: оптимальное проектирование сложных технических систем, оптимизация линейно-деформируемых стержневых конструкций, различные методологии поиска оптимального решения.

Иванейко Игорь Дмитриевич — кандидат технических наук, доцент кафедры строительного производства Национального университета "Львовская политехника". Научные интересы: технология и организация промышленного и гражданского строительства.

Балук Игорь Мирославович — аспирант кафедры строительного производства Национального университета "Львовская политехника". Научные интересы: оптимальное проектирование стержневых металлических конструкций.

Peleshko Ivan Dmytrovysh — CSc., a doctoral student, assistant professor of the "Building Production" Chair of National University "Lviv Polytechnics". Scientific interests: optimum designing of complex technical systems, optimization of linear deformed of rod structures, different techniques for optimum search solutions.

Ivaneyko Igor Dmytrovysh — CSc., assistant professor of the "Building Production" Chair of National University "Lviv Polytechnics". Scientific interests: technology and organization of industrial and civil engineering.

Baluk Igor Myroslavovych — a post-graduate Student of the "Building Production" Chair of National University "Lviv Polytechnics". Scientific interests: optimum designing of rod metal structures.

УДК 69.06:658.012.2

И. А. АРУТЮНЯН

Запорожская государственная инженерная академия

СОВРЕМЕННЫЕ ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ПО ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Исследование зависимости системы мероприятий на макро- и микро- уровнях с использованием квазинелинейной оптимизационной модели. Которая с достаточно высокой степенью надежности обеспечивает оптимальные условия принятия эффективных решений организационно-технического развития производства строительства с учетом управления материальными, информационными и финансовыми потоками, отвечающими технологии и организации строительного процесса. Модель будет учитывать условия поставки, производства и потребления на основе принципов системности, синергизма и адаптивности, включать "ничейные зоны" и таким образом, будет меньше сбоев, дублирования, неразберихи, враждебности, запутанности и неконтролируемых действий.

логистика, подходы, организационно-технические мероприятия, организационно-техническое развитие, строительное производство, модель

Постановка проблемы. При организации и управлении строительного производства неперенным этапом работы является экономическое обоснование наиболее выгодного использования ограниченных ресурсов, определение решений по максимизации экономических результатов.

Условия современных рыночных отношений, в которых в настоящее время функционирует капитальное строительство, сделали его более восприимчивым к требованиям логистики. Рыночные условия поставили перед строительством задачи, связанные со снижением стоимости, сокращения сроков строительства при обеспечении высокого качества строительно-монтажных работ.

Поэтому управление развитием строительного производства заключается, прежде всего, в изменении приоритетов между различными видами хозяйственной деятельности строительных организаций в интересах усиления значимости деятельности по управлению материальными, информационными, финансовыми и трудовыми потоками.

Анализ. Необходимым условием использования оптимального подхода к планированию и управлению (принципу оптимума) является гибкость, альтернативность производственно-хозяйственных ситуаций, в условиях которых принимаются управленческие решения. Разработка инновационных решений по улучшению, оптимизации строительного производства является сложной задачей для любой строительной организации [1].

Анализ организационно-технической проблематики строительной науки и направлений развития инноваций в области строительства и информационных технологий позволили обнаружить потребность и актуальность новых теоретических и методологических предпосылок (новой парадигмы) к разработке оптимальной стратегии организационно-технического развития (ОТР) строительного производства в условиях изменений внешней среды.

Поиск адекватных методов привел к потребностям управления логистизацией строительного производства, которые успешно функционируют в аналогичных условиях, что представляет научный и практический интерес для анализа закономерностей развития организационно-технических мероприятий строительства, где бы предусматривалась единая логика, единый почерк, единый взгляд [2, 5].

В связи с этим практика строительного производства нуждается в адекватном организационно-техническом и систематизированном экономическом инструментарии — логистике, что позволяет

более эффективно использовать научный потенциал, и в последующем развитии и разработке инструментов анализа методов и моделей формирования организационно-технического развития строительного производства. Оценка состояния вопроса и традиционных моделей разработки ОТР приобретает особенную актуальность с учетом методов и принципов анализа исследований ОТР, которым посвящены труды Е. К. Ивакина, В. Н. Стаханова, Е. П. Жаворонкова, В. Т. Вечерова, В. М. Кириоса, В. Р. Младецкого, И. Д. Павлова, В. И. Торкатюка, Р. Б. Тяна, В. Т. Шаленного и других. Невзирая на высокий уровень профессионализма названных авторов, еще существует широкий комплекс проблем относительно усовершенствования управления ОТР строительного производства на базе логистики.

Логистическая деятельность базируется на трех основах: техника как совокупность всех технических средств и оборудования, сопровождающих материальные ресурсы, информация как совокупность всей статистической и динамической информации о движении материальных и нематериальных потоков в системах, экономика предприятия и отрасли.

Предметом логистики является комплексное управление всеми материальными и нематериальными потоками в системах.

Логистика охватывает как сферу производства, так и сферу обмена материальных благ (подсистема материально-технического снабжения и сбыта продукции). Она нацелена на создание и контроль деятельности единой системы управления производством и маркетингом, финансовыми и экономическими расчетами и обработкой необходимой информации [3].

Будучи одним из крупнейших субъектов конечного потребления материальных ресурсов, строительная организация в наибольшей степени заинтересована в эффективных формах их приобретения и в рациональном использовании.

Решение этих задач применительно к разным видам ресурсов имеет свою специфику. Для машин и оборудования, подлежащих монтажу, используемых в процессе выполнения строительных работ, наиболее эффективной является лизинговая форма приобретения. Кроме того, для машин и оборудования, подлежащих монтажу, это организация поставок с максимальным приближением к моменту сдачи техники на монтаж.

Для материалов, строительных конструкций и деталей первостепенное значение имеет рационализация материальных потоков с целью минимизации связанных с ними затрат, что предопределяет целесообразность и необходимость применения логистики как эффективного научного инструментария управления формированием и движением материальных потоков.

В инвестиционном процессе значительная часть материального потока формируется внутри строительного комплекса и полностью зависит от действий звеньев и подразделений этого комплекса, выбора ими рациональных решений и их последовательной реализации.

Материальный поток в строительстве, начинаясь за ее пределами, завершается моментом использования материальных ресурсов в процессе создания (обновления, ремонта) основных фондов. В промышленности же материальный поток не завершается созданием готовой продукции в данном производстве, а лишь трансформируется его движение в другое производство в качестве элемента оборотных фондов. Поэтому применение логистики не распространяется на продукт труда.

Имея четко выраженную продуктивную неоднородность в процессе строительного цикла, состав материалов на каждой стадии цикла изменяется (при устройстве фундаментов, возведении стен, выполнении кровли, внутренних работах, строительстве коммуникаций и т.п.). Поэтому для каждого этапа строительного цикла необходимы адекватные ей логистические решения [5].

Материальный поток в строительстве непрерывно меняет свою пространственную направленность по мере перемещения производства работ с одного объекта на другой или разветвляется в пространстве при одновременном возведении нескольких объектов. Из этого следует, что по одним и тем же материалам производитель работ должен использовать различные логистические решения, что не исключает их совпадения в сходных условиях.

Важной составной частью поиска эффективных решений в области материально-технического обеспечения является построение рациональных логистических решений по внедрению оптимальных объемов инновационных организационно-технических мероприятий.

Формирование целей. Исследование зависимости системы мероприятий на макро- и микроуровнях, которая с достаточно высокой степенью надежности обеспечивает оптимальные условия принятия эффективных решений организационно-технического развития производства строительства.

Основной материал. Внедрение логистических подходов в управление организационно-технического развития строительного производства приобрело большую актуальность на современном

этапе развития экономики Украины. Это связано с интенсификацией и расширением товарно-денежных отношений, с динамичным увеличением горизонтальных хозяйственных связей между предприятиями и строительными организациями. Возросли возможности для улучшения их взаимодействия на основе расширения хозяйственной самостоятельности и инициативы посреднических структур и транспортных предприятий, совершенствование их договорных отношений и взаимного экономического стимулирования.

Основная идея — определение факторов логистической системы, влияющих на плановые задания, на обобщающие экономические показатели, отражающие конечные результаты строительного производства. Деятельность по управлению материальными потоками в строительных организациях, как правило, сопряжена с большими расходами. К ним относятся, прежде всего, снижение себестоимости строительно-монтажных работ и относительное уменьшение численности работников в результате повышения автоматизации процессов. В качестве обобщающего показателя технического уровня строительного производства рекомендуется использовать степень обновления техники и технологии, совершенствование организационных подходов [4].

Глобальная цель логистических подходов (решений) в строительстве — сокращение цикла, уменьшение запасов. На стадии строительного производства — за счет синхронизации процессов организационно-технических мероприятий (ОТМ); за счет определения оптимальных объемов потребности ОТМ; что требуется? когда? сколько?; за счет саморегулирования. Основная задача логистики — рациональное использование материалов, энергии, информации, персонала и средств производства при планировании и управлении ОТП.

Нами предложены модели, учитывающие и увязывающие инновационные мероприятия на макроуровне с производственными процессами организационно-технического развития на микроуровне, отображающие единство цикла: выбор мероприятия — производство — объемы распределение — эффективность от внедрения (рис. 1).

В настоящее время наиболее распространенной моделью для решения оптимизационных задач экономики строительства является линейная модель, состоящая из набора ограничений на значения изменяемых параметров в виде системы линейных неравенств и линейной целевой функции, значение которой необходимо оптимизировать. Решение такой задачи определяется основной теоремой линейного программирования. Существует достаточно много методов решения этой задачи.

Однако более углубленный анализ линейной модели и увеличение количества факторов, влияющих на поведение модели позволяет выделить два основных недостатка такого подхода к моделированию экономических процессов в строительстве.

Во-первых, применение только линейных ограничений и целевой функции сильно упрощает модель и усложняет поиск оптимального решения, если необходимо рассмотреть несколько наборов постоянных коэффициентов. При таком подходе модели с различными значениями коэффициентов неравенств и целевой функции — это разные модели. Для каждой из них можно найти оптимальное значение целевой функции, но как найти оптимальное решение для всех возможных наборов значений коэффициентов?

Конечно, можно сформировать массив наборов коэффициентов, для каждого набора найти оптимальное значение целевой функции и из них выбрать глобальный оптимум. Однако количество различных наборов коэффициентов экспоненциально возрастает с увеличением числа различных значений каждого коэффициента. Кроме того, в случае выбора значения коэффициента из непрерывного интервала такой подход просто неприменим.

Выходом из сложившейся ситуации может стать переход к использованию нелинейной целевой функции, но для таких задач отсутствуют общие методы решения.

Если же использовать в уравнении целевой функции вместо постоянных коэффициентов линейные уравнения, дополнив систему ограничений неравенствами, накладывающими ограничения на диапазон изменения коэффициентов, можно получить квазинелинейную оптимизационную модель, для которой поиск оптимального решения будет не намного сложнее, чем для линейной модели.

Во-вторых, использование скалярной функции в качестве целевой не позволяет оптимизировать модели сразу по нескольким параметрам, а это часто бывает необходимо.

В связи с этим представляет интерес использование вектор-функций (т.е. функции векторного аргумента, значением которой является вектор) в качестве целевой. При этом проблему упорядочивания векторов можно решить, вводя различные нормы на пространстве векторов-значений целевой функции, более того, используя разные нормы для одной модели, можно дифференцированно изменять значимость каждого параметра в оптимальном решении.

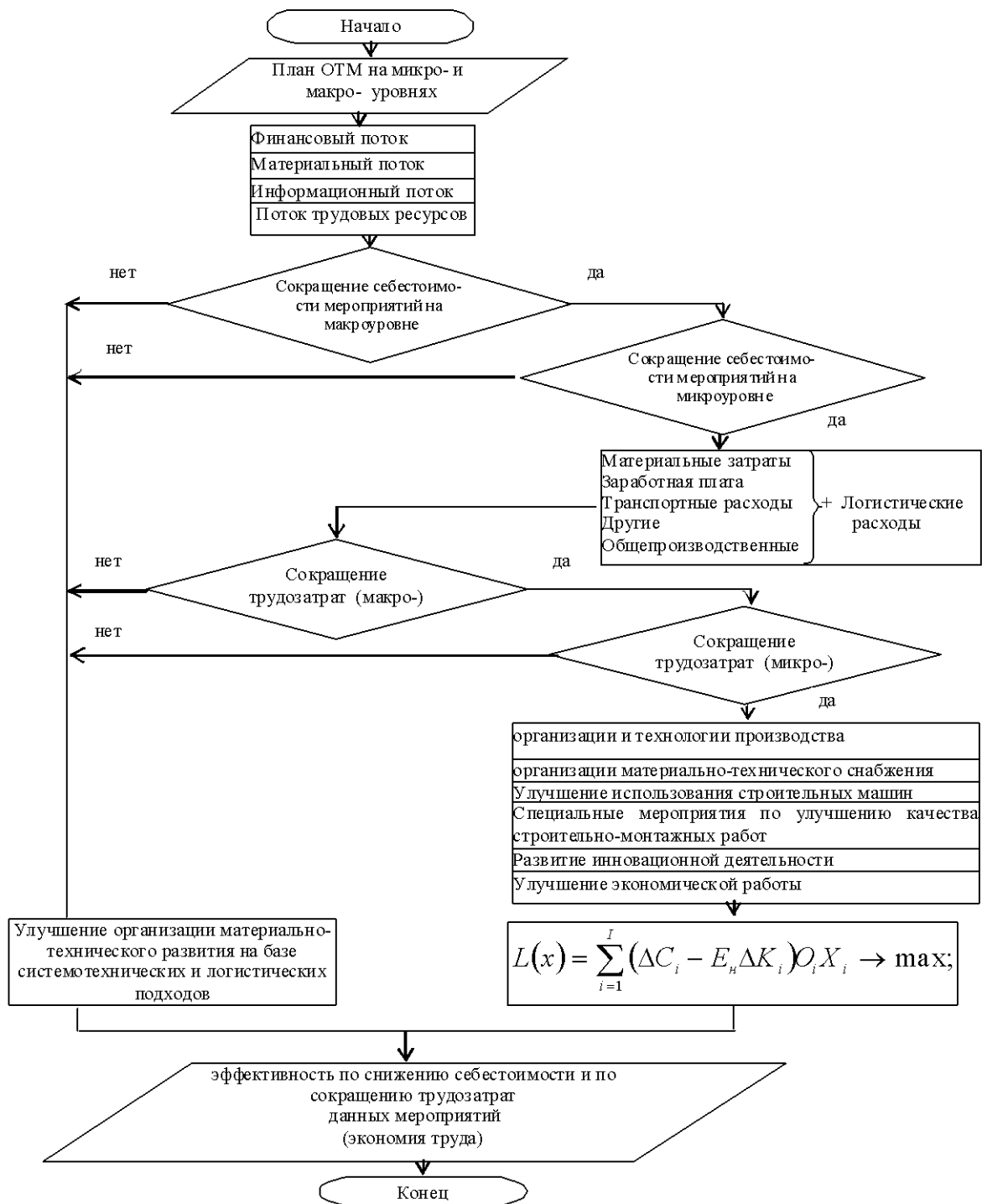


Рисунок 1 – Алгоритм задачи.

Таким образом, модель увязывает все процессы в их системной последовательности, а системотехнический подход позволяет создать модель, учитывающую "стыки и ничейные зоны" [3].

При таком подходе просматривается единая логика, единый почерк, единый взгляд на стратегию и организацию выработки и принятия решений по внедрению оптимальных объемов инновационных мероприятий.

Выводы. В результате выполненного исследования по размещению, развитию и интеграции производства предложен новый подход к разработке модели в составе подготовки строительного

производства. С учетом факторов (инвестиции, материальные потоки, трудовые ресурсы, информация, финансовые ресурсы) при разработке системы организационно-технического развития строительного производства ожидается результат эффективного распределения и управления материальными, информационными и финансовыми потоками, что в значительной мере определяет эффективность их управления и необходимость сокращения временных интервалов между приобретением строительных материалов и введением объектов в эксплуатацию.

Решение поставленной задачи позволит выбрать вариант организационно-технического развития производства, при котором выполняются необходимые условия функционирования системы — снижение материальных потоков (трудозатрат и себестоимости СМР) при ограниченном объеме капитальных вложений (финансовые потоки).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусаков А.А. и др. Организационно-технологическая надежность строительства. — М.: SVP Apsys, 1994. — 427 с.
2. Гаджинский, А. М. Логистика: Учебник. — 11 - е изд., перераб. и доп. — М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2005. - 432 с.
3. Логистика: Учебник / Под ред. Б.А. Аникина. — М.: ИНФРА-М, 2006. — 368 с.
4. Павлов И.Д., Радкевич А.В. Модели управления проектами: Учебное пособие. — Запорожье, ГУ "ЗИГМУ", 2004. — 320 с.
5. Стаханов В.Н., Ивакин Е.К. Логистика в строительстве: Учебное пособие. — М.: Изд. Приор, 2001. — 176 с.

І. А. АРУТЮНЯН

СУЧАСНІ ЛОГІСТИЧНІ ПІДХОДИ ПО ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Запорізька державна інженерна академія

Дослідження залежності системи заходів на макро- і мікрорівнях з використанням квазілінійної оптимізаційної моделі, яка з достатньо високим ступенем надійності забезпечує оптимальні умови ухвалення ефективних рішень організаційно-технічного розвитку виробництва будівництва з урахуванням управління матеріальними, інформаційними і фінансовими потоками, що відповідають технології і організації будівельного процесу. Модель враховуватиме умови постачання, виробництва і споживання на основі принципів системності, синергізму і адаптивності, включатиме "нічийні зони" і таким чином, буде менше збоїв, дублювання, плутанини, ворожості, заплутаності і неконтрольованих дій.

логістика, підходи, організаційно-технічні заходи, організаційно-технічний розвиток, будівельне виробництво, модель

I. A. ARUTYUNYAN

MODERN LOGISTIC APPROACHES ON ORGANIZATION OF A BUILD PRODUCTION

Zaporizhye State Engineering Academy

Research undertakings system dependence of on macro- and micro- levels, using quasilinear optimizational model, which with the high enough degree of reliability provides the optimum conditions of effective solutions acceptance of organizational- and technical development building production of taking into account financial, informative and financial streams management, responsible technology and organization of the building process. The model will take into account the delivery, conditions production and consumption on the basis of principles of the system, synergism and adaptiveness, to include the "no man's areas" and thus, there will be less failures, duplication, confusion, hostility, complication and out-of-control actions.

logistic, approaches, organizational and technical undertakings, organizational- and technical development, build production, model

Арутюнян Ирина Андріївна — кандидат технічних наук, доцент кафедри "Промислове й цивільне будівництво" Запорізької державної інженерної академії. Наукові інтереси: Розвиток логістизації будівельного виробництва в умовах ринкової економіки. Керування організаційно-технічним розвитком будівельного виробництва з урахуванням логістики й системотехніки.

Арутюнян Ирина Андреевна — кандидат технических наук, доцент кафедры "Промышленное и гражданское строительство" Запорожской государственной инженерной академии. Научные интересы: Развитие логистизации строительного производства в условиях рыночной экономики. Управление организационно-техническим развитием строительного производства с учетом логистики и системотехники.

Arutyunyan Irina Andriyivna — candidate of Engineering Sciences, the assistant professor of the "Industrial and Civil Engineering" Chair of Zaporizhye State Engineering Academy. Scientific interests: development of logystization of building production in the conditions of market economics. Management by organizational and technical development of building production taking into account logistics and system technique.

УДК 693.54:69.057.5

А. М. ЮГОВ^а, Г. Н. ТОНКАЧЕЕВ^б, В. В. ТАРАН^а

^аДонбасская национальная академия строительства и архитектуры, ^бКиевский национальный университет
строительства и архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПРОЦЕССА ВОЗВЕДЕНИЯ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

При рассмотрении комплекса операций по возведению сборно-монолитных зданий и сооружений следует четко разобраться в структуре операций и технологических процессов. При построении модели технологической системы выполняется исследование всех возможных технологических процессов, в совокупности определяющих технологию возведения зданий. Однако существуют значительные расхождения в том, каким образом следует моделировать технические (технологические) системы и, каковы, прежде всего, рамки модели. В виде модели системы преобразований рассмотрен процесс преобразования предмета труда в продукт (здание). При исследовании структуры процесса возведения сборно-монолитных зданий и сооружений учитываются его составляющие операции на стадиях подготовки, проведения и завершения. Варианты оснастки, обеспечивающие оптимальную себестоимость продукции при гарантированном качестве, повышают уровень надежности технологического процесса возведения сборно-монолитных зданий и сооружений.

технологический процесс, технологическая оснастка, сборно-монолитный железобетон, каркасные системы, социально-техническая модель, система преобразований

Технологический процесс возведения здания — элемент системы преобразований. Технологический процесс — превращение предмета труда (конструкций, материалов и полуфабрикатов) в продукцию (здания и сооружения) по заранее разработанному предписанию (алгоритму), определяющему режим, состав и способы выполнения процесса преобразования. В технологическом процессе предмет труда может подвергаться изменениям формы, размера, структуры, химического состава и т.п. под воздействием орудий труда и технологической оснастки.

Для определения функций технологической оснастки и их исследования сначала необходимо определиться с моделью технологической системы "технология возведения сборно-монолитного здания" и выявить все возможные связи оснастки с элементами системы преобразований.

Социально-технический тип модели (предложен впервые В.Хубкой) [1] исходит из социальной постановки цели и особенно ясно подчеркивает человеческое участие в техническом процессе. Исходным пунктом построения модели является здесь не искусственный предмет, соответствующий определенной цели, а процесс преобразования, который оформляется человеком, чтобы изменить существующее состояние мира для удовлетворения человеческих потребностей. Суть модели В.Хубки заключается в том, что существует процесс преобразования, который моделируется как система. Состояния, которые проходят преобразование, называются в модели операндами. Преобразование осуществляется благодаря тому, что различные операторы влияют на операнды. Они подразделяются на три класса и в то же время представляют собой систему. Это — человек, техническая система и действующее окружение. В этом месте построения модели появляется также техническая система, но лишь как часть общей модели. Преимущества модели Хубки в том, что фактически преодолевается ограниченность технического типа модели, поэтому такое представление модели приемлемо для исследования оснастки и принято для определения технологической системы "технология возведения сборно-монолитного здания" (рис. 1).

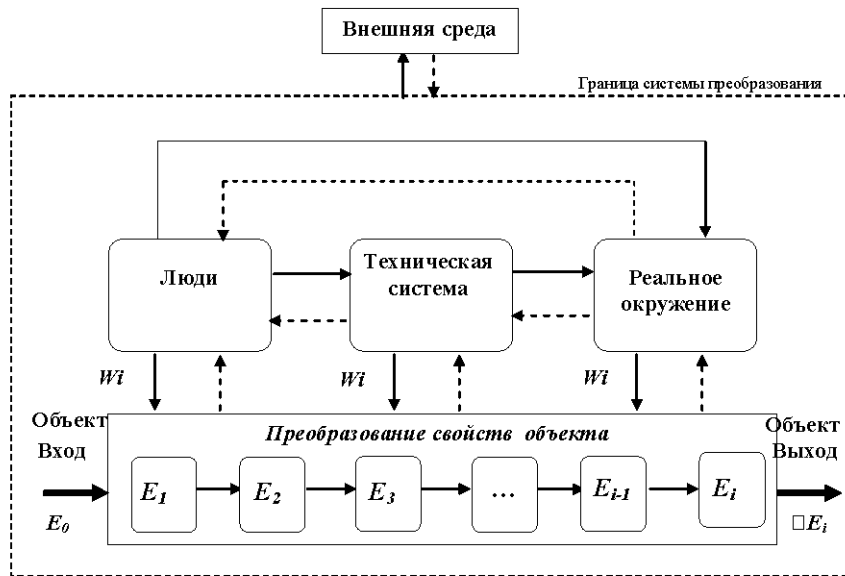


Рисунок 1 — Модель системы преобразования предмета труда в продукт: E_i — i -е свойство преобразованного объекта; W_i — i -е действия исполнителей на объект при его преобразовании.

Оператор *реальное окружение* охватывает все источники внешних воздействий в ближайшем окружении рабочих мест исполнителей процесса. В реальное окружение включаются только те элементы окружения, которые имеют связи с элементами системы преобразований.

Внешнее окружение системы преобразований характеризуется в основном временем и местом выполнения процесса возведения здания.

Главным и основным продуктом труда строителей есть здание или сооружение и для их создания существует потребность во множестве технологий.

Технологический процесс в системе преобразования охватывает все составляющие системы и может быть представлен в виде структуры. Наименьшим структурным элементом технологического процесса является движение. Это однократное непрерывное перемещение органов людей (поворот, наклон рук, ног, пальцев и кистей рук, корпуса, головы, глаз и т.д., если речь идет о людях) и органов машины (поворот ковша экскаватора, прямолинейное движение), если речь идет о машинах или механизмах.

При проектировании технологии строительства рассматривать процесс на уровне движений очень сложно по причине специфического характера строительного производства в отличие, например, от машиностроения. Одно движение не изменяет свойств объекта для этого нужно несколько движений, объединенных в комплекс движений. Такой комплекс технологически связанных движений, объединенных единой целью изменения единичного свойства предмета труда называется операцией. Поэтому в проектировании технологии строительства "операция" принята в качестве наименьшего элемента структуры и является первым уровнем структуры технологического процесса (рис. 2).

Операция — элементарный процесс, соответствующий одному рабочему действию и изменению одного единичного свойства предмета труда. Операция неразрывна во времени, выполняется операторами (людьми) на одном рабочем месте. Примерами операций могут служить действия по перемещению объекта с одной позиции на другую, по наведению объекта на опоры и т.п. Операции, связанные с преобразующими воздействиями на объект, относятся к рабочим операциям. Рабочие операции непосредственно связаны с изменением свойств объекта. В результате выполнения одной операции на выходе из системы преобразования получаем продукт в виде измененного единичного свойства предмета, что может быть описано следующим математическим выражением:

$$O_i = E_i - E_{i-1} = W_i, \quad (1)$$

где O_i — i -я операция;

E_i — i -е свойство объекта.

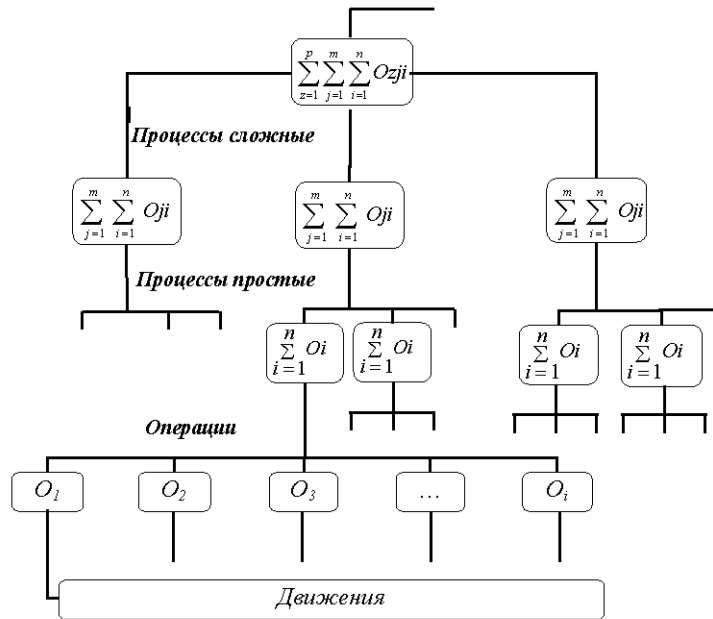


Рисунок 2 — Модель структуры технологического процесса "технология возведения сборно-монолитного здания.

Технологическая оснастка, как правило, предназначена для выполнения операций конкретного процесса.

На втором уровне структуры технологического процесса расположен простой процесс, который расчленяется на совокупность согласованных операций. Процесс в отличие от операции может быть разорван во времени. Такие разрывы, как правило, характеризуют технологические и организационные перерывы. В результате выполнения простых процессов на выходе из системы преобразования получаем продукт в виде установленной на опоры конструкции при сборке каркаса здания или выполненного отдельного конструктива здания.

Второй уровень структуры технологического процесса может быть описан следующими множествами:

$$TeP_j = \sum_{i=1}^n O_i, \quad (2)$$

где TeP_j — множество — j -й простой процесс.

$$P_j = \sum_{i=1}^n E_i, \quad (3)$$

где P_j — продукт — результат j -ого простого процесса.

Третий уровень структуры технологического процесса — сложный (комплексный) процесс, который расчленяется на совокупность согласованных простых процессов. В результате выполнения сложных процессов на выходе из системы преобразования получаем продукт в виде смонтированной конструкции с устройством постоянного ее закрепления к опорам, составляющей часть остова здания и характеризующейся как специализированный поток "монтаж конструкций" для сборных зданий и как "устройство монолитных конструкций" для монолитных зданий.

Третий уровень структуры технологического процесса может быть описан следующими множествами:

$$TeP_z = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n O_{ji}, \quad (4)$$

где TeP_z — множество — z -й сложный (комплексный) процесс.

$$P_z = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n E_{ji}, \quad (5)$$

где P_z — продукт — результат z -ого сложного (комплексного) процесса.

На четвертом уровне системы расположена совокупность сложных процессов, продуктом которой является часть здания, остов здания.

Технологический процесс возведения сборно-монолитных зданий со всей совокупностью технологий и специализированных потоков относится к пятому уровню структуры, из которой в данных исследованиях будут рассматриваться процессы четвертого уровня — монтаж сборных конструкций и возведения монолитных конструкций сборно-монолитных зданий.

Четвертый уровень структуры технологического процесса может быть описан следующими множествами:

$$TeP_v = \sum_{z=1}^P \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n O_{zji}, \quad (6)$$

где TeP_v — множество — v -й сложный (комплексный) процесс.

$$P_v = \sum_{z=1}^P \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n E_{zji}, \quad (7)$$

где P_v — продукт — результат v -ого сложного (комплексного) процесса.

В результате анализа множества процессов монтажа сборных и устройства монолитных конструкций установлено, что в этих процессах наблюдается относительно постоянная структура технологического процесса, содержащая примерно одни и те же операции, такие как захват, перемещение, установка, закрепление, обеспечение устойчивости, выверка и др.

Имея ограниченное число операций, можно сформировать множества процессов (4) и (6), которые представляют собой синтез технологических операций в процессы. Поскольку технологическая оснастка также реализует функции процесса на уровне операций, то формирование структуры (видов) оснастки может быть представлено процессом синтеза конструктивно-технологических решений оснастки на основе формирования структуры из ограниченного набора элементов, которые, в свою очередь, могут быть объединены в функциональные модули.

Операции процессов связаны между собой структурной (логической) и временной последовательностью. Если операция выполнена и достигнуто требуемое промежуточное состояние объекта, то после этого должна выполняться следующая за ней операция. При рассмотрении одного отдельно взятого простого процесса это положение справедливо и то, лишь для рабочих операций, которые можно определить как основные операции. Совмещение операций во времени для одного простого процесса возможно между основными (рабочими) и вспомогательными операциями, что подтверждается исследованиями Еремина и Амосова [2].

Действия по перемещению и приведению в работу оснастки как раз относятся к вспомогательным операциям, поэтому известные методы организации процесса (последовательный, параллельный и поточный) [3] могут быть использованы при эксплуатации оснастки и должны быть учтены при определении количественного состава комплектов оснастки и эффективности их применения.

Кроме этого следует учитывать, что каждый процесс его составляющие операции проходят во времени стадии подготовки, проведения и завершения, поэтому все возможные конструктивно-технологические решения оснастки могут быть представлены в виде бесконечного множества решений.

Таким образом, технологический процесс устройства конструкций довольно сложная совокупность различных операций, которая может характеризоваться определенным способом выполнения, который в абстрактном виде может быть представлен системой в виде модели (рис. 3).

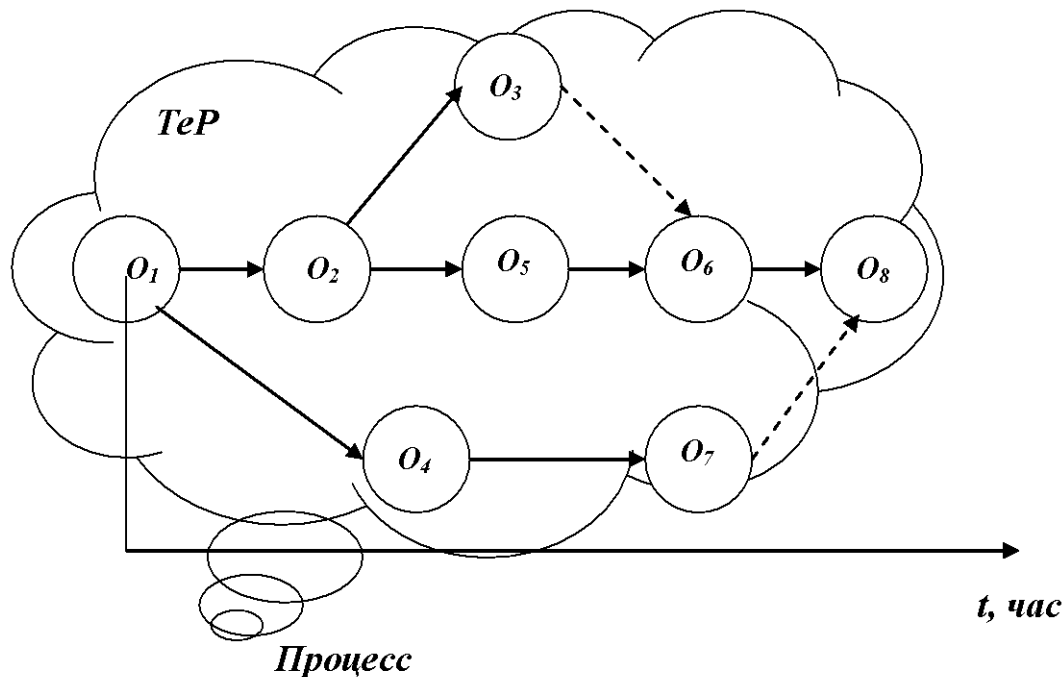


Рисунок 3 – Модель способа выполнения простого процесса: O_1, O_2, O_5, O_6, O_8 – основные операции простого процесса; O_3, O_4, O_7 – вспомогательные операции простого процесса.

На выходе системы преобразований получается продукт труда, который характеризуется качеством и количеством. Если все требуемые свойства объекта достигнуты, задача процесса выполнена. Это непереносимое условие каждого из вариантов технологического процесса. Общество должно быть заинтересовано в том, чтобы нужные качества объектов были достигнуты с минимальными затратами. Те или иные затраты могут быть описаны различными параметрами.

Совокупным показателем, характеризующим технологический процесс и обеспечивающим возможность сравнения с другими процессами, является его эффективность, определяемая как полезность процесса (затраты на преобразование, в котором оснастка принимает участие).

Затраты охватывают все расходы, связанные с системой преобразований. Это могут быть расходы по операциям, энергии, основным и вспомогательным материалам, заработной плате, оснастке, социальным затратам, затратам на обслуживание машин и оснастки, общепроизводственным затратам и др.

В масштабах общества (государства) основным показателем уровня его развития является производительность труда.

В качестве такого результирующего показателя при формировании комплектов оснастки может быть принята себестоимость продукта, как результат технологического процесса.

Минимальная себестоимость продукции не гарантирует требуемого качества, поэтому оптимизацию конструктивно-технологических решений оснастки следует проводить с ограничениями по достижению определенного уровня качества смонтированных сборных и выполненных монолитных конструкций. Для того, чтобы достичь требуемого качества продукции недостаточно только провести контроль свойств объекта при выходе из технологического процесса. Необходимо организовать входной контроль материалов, конструкций, пооперационный контроль качества каждого промежуточного состояния объекта. Контролируются в основном геометрические размеры, точность сборки конструкций, прочность конструкций, однородность, шероховатость и др.

Следует также отметить такой немаловажный параметр технологического процесса, как его надежность. Под надежностью технологического процесса понимают вероятность того, что процесс сохранит работоспособность на протяжении всего заданного периода. Технологический процесс подвергается воздействию внутренней и внешней среды, которые вызывают непредусмотренные перерывы (отказы системы преобразований). К факторам надежности можно отнести и конструктивно-технологическое решение оснастки.

Таким образом, технологическая оснастка реализует функции процесса на уровне операций, формирование структуры оснастки может быть выполнено путем синтеза конструктивно-технологических решений оснастки на основе формирования структуры из ограниченного набора элементов. Поэтому следует установить все возможные функции оснастки в системе преобразования "технология возведения сборно-монолитных зданий".

Для дальнейшего исследования в качестве результирующего показателя эффективности при формировании комплектов оснастки следует принять себестоимость продукта, как результат технологического процесса, при введении ограничений по качеству конструкций и надежности технологического процесса возведения сборно-монолитных зданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хубка В. Теория технических систем. — М.: Мир, 1987. — 208 с.
2. Еремин И.В. Научная организация труда и управление в строительстве. — М.: Высш. шк., 1970. — 260 с.
3. Будников М.С., Недавий П.И., Рыбальский В.И. Основы поточного строительства. К.: Госстройиздат, 1961. — 415 с.
4. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. — Київ: Мінбуд України, 2006. — 59 с.
5. ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Прогини і переміщення. Вимоги проектування. — Київ: Мінбуд України, 2006. — 11 с.

А. М. ЮГОВ^а, Р. Н. ТОНКАЧЕЄВ^б, В. В. ТАРАН^а
ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ПРОЦЕСУ ЗВЕДЕННЯ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

^аДонбаська національна академія будівництва і архітектури, ^бКиївський національний університет будівництва і архітектури

При розгляді комплексу операцій по зведенню збірно-монолітних будівель і споруд слід чітко розібратися в структурі операцій і технологічних процесів. При побудові моделі технологічної системи виконується дослідження всіх можливих технологічних процесів, що в сукупності визначають технологію зведення будівель. Проте існують значні розбіжності в тому, яким чином слід моделювати технічні (технологічні) системи і, які, перш за все, рамки моделі. У вигляді моделі системи перетворень розглянутий процес перетворення предмету праці в продукт (будівля). При дослідженні структури процесу зведення збірно-монолітних будівель і споруд враховуються його складові операції на стадіях підготовки, проведення і завершення. Варіанти оснащення, що забезпечують оптимальну собівартість продукції при гарантованій якості підвищують рівень надійності технологічного процесу зведення збірно-монолітних будівель і споруд.
технологічний процес, технологічне оснащення, збірно-монолітний залізобетон, каркасні системи, соціально-технічна модель, система перетворень

A. M. YUGOV^a, G. N. TONKACHEEV^b, V. V. TARAN^a
RESEARCH PROCESS STRUCTURE OF ERECTION OF ASSEMBLED-MONOLITHIC BUILDINGS AND STRUCTURES

^aDonbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, ^bKyiv National University of Civil Engineering and Architecture

While consideration the complex of operations on erection of assembled-monolithic buildings and structures it should make out to the structure of operations and technological processes. While model construction of the technological system the research of all possible technological processes, are carried out in compositions of determining technology of buildings erection. However there are considerable divergences in modeling the technical (technological) systems and first of all, what are model structures. As a model king of the system of transformations the process of transformation of the labour subject into the product (building) has been considered. While the structure process of erection of assembled-monolithic buildings and structures its compositional operations are taken into account on the stages of preparation, carrying out and completion. Variants of equipment, providing optimum prime cost at the guarantee of quality promote the level of reliability of technological process of erection of assembled-monolithic buildings and structures.
technological process, technological equipment, collapsible-monolithic reinforced concrete, framework systems, social-technical model, system of transformations

Югов Анатолий Михайлович — д.т.н., профессор кафедры "Технология, организация и охрана труда в строительстве" Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: техническая диагностика, мониторинг и оценка технического состояния конструкций зданий и сооружений, технология монтажа и расчеты на монтажные состояния конструкций зданий и сооружений, реконструкция зданий и сооружений, системы управления качеством.

Тонкачев Геннадий Миколайович — к.т.н., доцент кафедры "Технология строительного производства" Киевского национального университета строительства и архитектуры. Научные интересы: реконструкция жилых и промышленных объектов; проведение и оценка технического состояния зданий и сооружений.

Таран Валентина Володимирівна — ассистент кафедры "Технология, организация и охрана труда в строительстве" Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: технологический процесс устройства пустот в монолитных плитах перекрытия.

Югов Анатолий Михайлович — д.т.н., профессор кафедры "Технология, организация и охрана труда в строительстве" Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: техническая диагностика, мониторинг и оценка технического состояния конструкций зданий и сооружений, технология монтажа и расчеты на монтажные состояния конструкций зданий и сооружений, реконструкция зданий и сооружений, системы управления качеством.

Тонкачев Геннадий Николаевич — к.т.н., доцент кафедры "Технология строительного производства" Киевского национального университета строительства и архитектуры. Научные интересы: реконструкция жилых и промышленных объектов; проведение и оценка технического состояния зданий и сооружений.

Таран Валентина Владимировна — ассистент кафедры "Технология, организация и охрана труда в строительстве" Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: технологический процесс устройства пустот в монолитных плитах перекрытия.

Yugov Anatoliy Mykhaylovych — doctor of Engineering Sciences, professor, of the "Technology, Labour Organization and Protection in the Construction" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technical diagnostics, monitoring and estimation of the technical state of constructions of buildings and structures, technology of assembling and calculations on the assembling state of constructions of buildings and structures, reconstruction of buildings and structures, control quality system.

Tonkacheev Gennadiy Mykolayovych — cSc., the assistant professor of the "Technology of Building Production" Chair of Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reconstruction of dwellings and industrial objects; carrying out and estimation of the technical state of buildings and structures.

Taran Valentyna Volodymyrivna — an assistant of the "Technology, Labour Organization and Protection in the Construction" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technological process of cavities in monolithic slabs of floors.

УДК 624.012.45.046

В. И. ВЕРЕТЕННИКОВ, М. С. БУЛАВИЦКИЙ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ВЛИЯНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ МАСШТАБНОГО ФАКТОРА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН 400x400 ММ К НАЧАЛУ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В статье представлены результаты экспериментального исследования отношения прочности бетона контрольных образцов-призм и бетона вертикальных монолитных массивных стержневых конструкций — колонн 400x400 мм каркасно-монолитных зданий (т.н. масштабного фактора) с учетом влияния на него негативных технологических факторов, возникающих при их изготовлении и приобретаемой систематической неоднородности бетона по их объему (www.concreteresearch.org — www.concrete.org.ua). Установлены границы адекватной работы предложенных в нормах переводных коэффициентов, учитывающих действие масштабного фактора. Экспериментально уточнены переводные коэффициенты для тяжелого бетона массивных стержневых конструкций близких сечений к началу их эксплуатации.

масштабный фактор, переводные коэффициенты, прочность бетона, монолитные колонны, массивные стержневые элементы, технологические факторы, условия эксплуатации, систематическая неоднородность

ВВЕДЕНИЕ

"Действительная технология". Подразумевается, что просто "технология" изготовления исследуемых элементов состоит из нескольких возможных цепочек технологических операций и мероприятий, в результате выполнения которых производители работ получают элемент (конструкцию) с необходимыми свойствами, с минимальными потерями контролируемых свойств, по сравнению с потенциальными, заложенными при проектировании и приготовлении бетонной смеси (рис. 1). Под "действительной технологией" автор понимает те же самые запроектированные цепочки, но уже с учетом повсеместно и регулярно допускаемых отклонений от требований и рекомендаций технологических регламентов, карт, проектов производства работ.

Необходимо также сказать несколько слов о "масштабном факторе" и причинах его изменения. Вспомним, что начальная точка отсчета (и зона ответственности — интереса — влияния) для нас, как производителей работ — это момент выгрузки бетонной смеси из автобетоносмесителя. На этом этапе должны быть изготовлены контрольные образцы (в идеале бетонные призмы 150x150x600 мм — по ним должна контролироваться проектная прочность R_b , но чаще изготавливают 100x100x400 мм или даже просто кубики 100x100x100 мм), которые, как правило, хранятся затем в лаборатории. То. единственной зацепкой, позволяющей без дополнительных операций оценить и спрогнозировать прочность бетона уже в конструкции, является прочность данных контрольных образцов. Они же устанавливаются для нас фактический потенциал контролируемых свойств данной бетонной смеси. Теоретически, мы должны стремиться максимально приблизить свойства бетона в конструкции к свойствам бетона в контрольных образцах, изготовленных и хранящихся в оптимальных условиях в лаборатории, и, которые имеют (эталонную) оптимальную форму (за рубежом часто цилиндрическую). Благодаря им, сейчас не возникает вопрос: как определить прочность бетона в конструкции в проектном ее возрасте? При этом отсутствие рекомендаций по учету времени указывает на то, что ту же прочность бетон конструкции будет, по видимому, иметь и к началу эксплуатации объекта. Для каркасно-монолитных зданий — период от 10 месяцев до нескольких лет. Получается, что мы можем

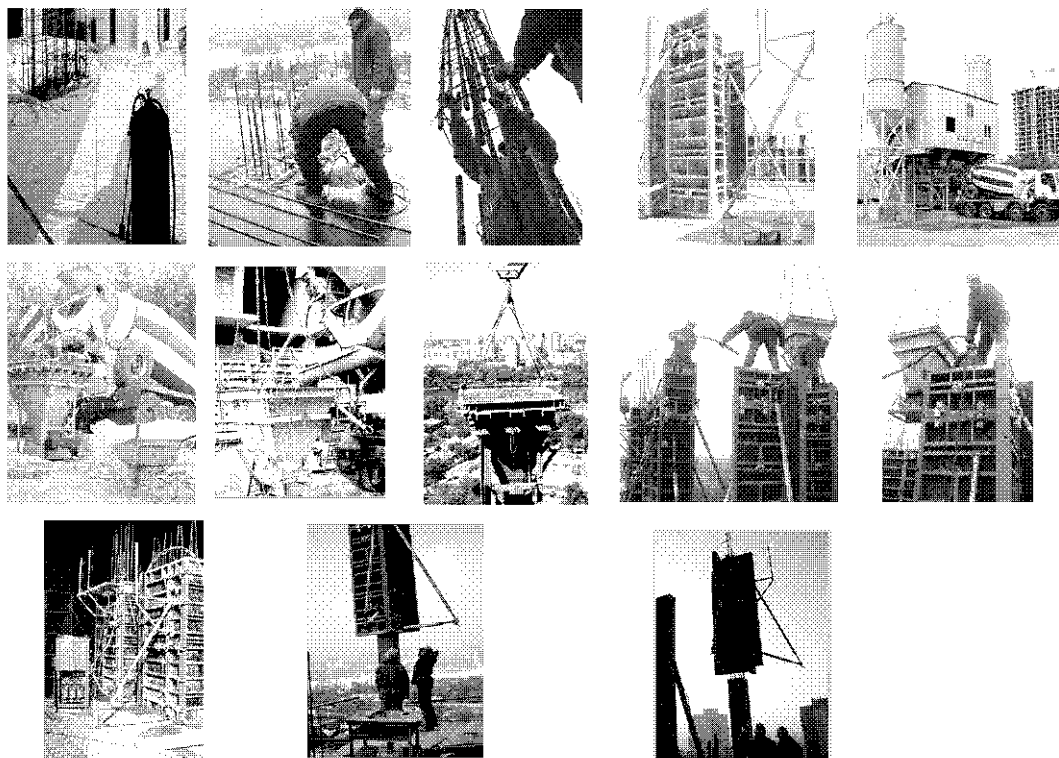


Рисунок 1 — Технологические операции: по изготовлению вертикальных монолитных конструкций (колонн): подготовка места примыкания, срубка и оголение крупного заполнителя, раскрепление укрупненного каркаса, приготовление и транспортировка бетонной смеси, установка и выверка опалубочного блока, укладка и уплотнение бетонной смеси, электродный прогрев в зимнее время, распалубливание, уход за бетоном.

узнать прочность и к этому моменту времени, имея лишь прочность контрольных образцов, испытанных в возрасте 28 суток и более. "И более" — потому что по данным многочисленных исследований изменение прочности для таких образцов в последующем незначительно. Для этого используются различные переводные коэффициенты (отражающие и учитывающие т.н. "масштабный фактор").

Масштабный фактор — от чего он зависит? В таблице 1 и на рис. 2а представлены нормативные переводные коэффициенты для образцов кубов различных размеров (они же могут быть применены и для призм, т.к. между кубической и призмной прочностями существует связь).

Прочность тяжелого бетона по результатам испытания на сжатие уточняется в зависимости от размеров образцов (действие масштабного фактора) по формуле 1 [1, 2].

$$R = \alpha \frac{F}{A} \quad (1)$$

где F — разрушающая нагрузка; A — площадь рабочего сечения образца; α — масштабный коэффициент для приведения прочности бетона к прочности бетона в образцах базового размера и формы.

Таблица 1 — Переводные коэффициенты для кубов из тяжелого бетона

Размер ребра куба, см	7	10	15	20	30
Рекомендуемые (минимальные [1]) значения α для тяжелого бетона	0,85	0,95	1	1,05	1,1
Свечин В.Н.	0,97	0,98	1,0	1,04	1,12

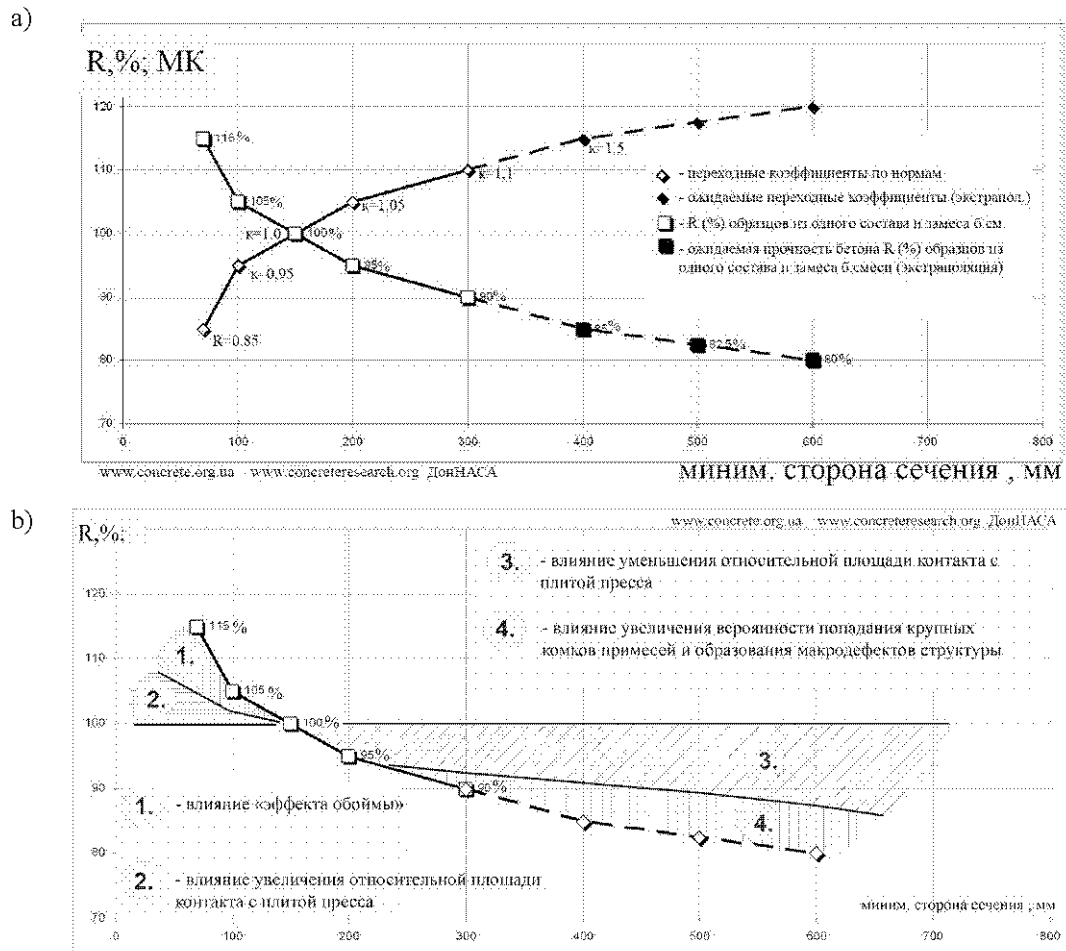


Рисунок 2 — а) Кривая изменение переводных коэффициентов для различных сечений образцов; б) основные причины, вызывающие отклонение показателей прочности образцов различных размеров.

Существуют рекомендации по учету *минимальных* т.н. масштабных переводных коэффициентов (α) для кубов (см. табл.1). По этому поводу, Ю. М. Баженов пишет, что "на практике наблюдаются отклонения от приведенных в таблице 1 коэффициентов, так как их значение в свою очередь зависит от жесткости плит пресса, марки бетона и *других факторов*." "Однако, то, что при испытании образцов разных размеров получаются разные показатели прочности, объясняется не только эффектом обоймы. Тут проявляются и другие факторы. Чем больше образец, тем больше вероятность появления в нем крупных дефектов (рис. 3), которые снижают прочность бетона (рис. 2б).

Также, как отмечает Баженов Ю. М., при испытаниях почти невозможно (достаточно затратно и трудоемко — прим. авт.) разделить влияние масштабного фактора, конструкций пресса, статистических и *технологических факторов*.

К *технологическим факторам* относятся факторы, связанные с изготовлением образцов и их качеством (для монолитных конструкций как факторы, связанные с изготовлением конструкций, так и технологические мероприятия по уходу за бетоном изготовленной конструкции до начала периода эксплуатации — прим. авт.) [1].

Для всех представленных размеров в таблице 1 проведены многочисленные исследования и они достаточно обоснованы. Следует обратить внимание на самый крупный размер — 300 мм. В некоторых исследованиях он указывается уже как размер массивных элементов. Для стержневых же конструкций, к которым относятся и колонны, граничным размером является 400 мм. При этом, если экстраполируя попытаться определить масштабный коэффициент для куба с гранью 40 см, то он будет равняться 1,17 (прочность куба 40 см будет на 17 % меньше, чем у куба 15 см). Справедливо ли это на практике и в каких случаях? Результаты предыдущих исследований автора [7, 8, 9, 10, 12] показали, что для колонн 400х400 мм (в стабильном возрасте при выдерживании в обычных воздушных усло-

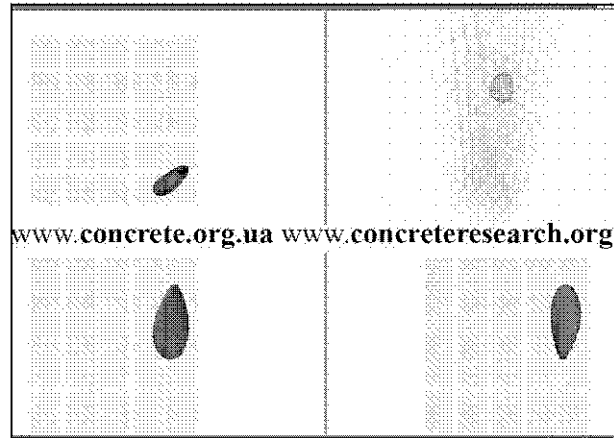


Рисунок 3 — Колонна с крупным комком примеси.

виях стройплощадки), некорректна *экстраполяция* данных таблицы 1 (рис. 2b) и соответственно их применение в формуле 1.

Было получено, что "масштабный фактор" (переводные коэффициенты) для массивных конструкций (для колонн 400 мм) изменяется во времени из-за развития характеристик бетона внутренних слоев конструкции [11] до периода стабилизации свойств. Это, для определенных условий и размеров, нивелирует негативное влияние на него известных факторов (на основании которых делались предпосылки о дальнейшем уменьшении переводных коэффициентов при увеличении сечений более 150 мм — табл. 1, рис. 2b). Основными являются уменьшение относительной площади контакта при испытании конструкций большего размера и, как уже отмечалось выше, увеличением вероятности попадания крупных комков примесей и образования макродефектов структуры.

Кроме этого, выяснилось, что приповерхностные слои бетона и в стабильном возрасте бетона близки по прочности к показателям бетона контрольных призм (R_b). Здесь также кроется интересный вывод: характеристики бетона контрольных образцов являются потенциалом для бетона немассивных стержневых конструкций, а для массивных они являются потенциалом только внешних слоев.

Как следует из комментариев Баженова Ю.М., невозможно или довольно сложно определить (вычленив) влияние технологических факторов (из их совместного влияния наряду с масштабным фактором, статистическими факторами и влиянием конструкции прессы) на изменение показателей прочности образцов различных размеров (но, несомненно, стоит — прим. авт.;). Первыми шагами в этом направлении должны, по-видимому, стать: анализ действительных технологических факторов и выявление наиболее частых и массовых отклонений от них с последующим моделированием их в условиях действующих строительных площадок на полномасштабных экспериментальных фрагментах монолитных конструкций и выдерживанием их в тех же условиях до периода стабилизации свойств. С помощью подобных экспериментальных исследований можно будет отследить и уточнить векторы влияния тех или иных факторов и что более существенно определить величину (потенциал, границы) влияния. Т.е. насколько могут свойства бетона и масштабный фактор конструкций быть подвержены их влиянию при различных комбинациях ТФ.

Цели исследования: Проверить факт и количественно оценить влияние на прочностные свойства бетона вертикальных конструкций, принятых для исследования технологических факторов, относительно свойств бетона экспериментальных фрагментов-близнецов (рис. 4), изготовленных без отклонений от технологии. Определить изменение масштабного фактора бетона конструкций, подверженных влиянию исследуемых технологических факторов.

ОПИСАНИЕ

В предыдущих работах были проведены: анализ технологии изготовления вертикальных монолитных конструкций, длительный мониторинг на строительных площадках отклонений от технологических факторов и мероприятий, экспертный опрос рабочих производителей работ, работников ИТР (мастеров, прорабов, начальников участков), проектировщиков каркасно-монолитных зданий, научных работников экспертов [3, 4, 5, 6, 7]. На основании этого были отобраны следующие технологические факторы: аварийное отключение прогрева в зимний период; отсутствие прогрева в зимний период; отсутствие ухода в летний период (увлажнения).

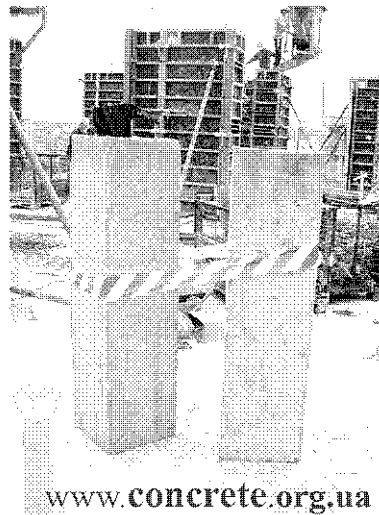


Рисунок 4 – Образцы-близнецы из одной серии.

Разработанная методика экспериментальных исследований описана в [8]. Следует заметить, что получение экспериментальных масштабных коэффициентов не полностью отвечает требованиям приложения 11 ГОСТ "Методика экспериментального определения масштабных коэффициентов и " из-за сравнительно небольшого количества фрагментов колонн (ФК) (рекомендуется 6-8 парных серий образцов) для каждого из прикладываемых технологических факторов (табл. 2).

Это связано с большим объемом, массой образцов, стоимостью материалов, рабочей силой и эксплуатацией оборудования, а для некоторых сечений — с пределом мощности прессового оборудования. Например, применявшиеся образцы $0,4 \times 0,4 \times 1,6$ м имеют $0,256 \text{ м}^3$ (610 кг); в случае сечения $0,5 \times 0,5 \times 2,0$ м — $0,5 \text{ м}^3$ (1200 кг) и т.д. Было применено минимально допустимое сечение из условия границы массивности стержневых элементов, а высота из условия подобия формы форме контрольных образцов (табл. 3).

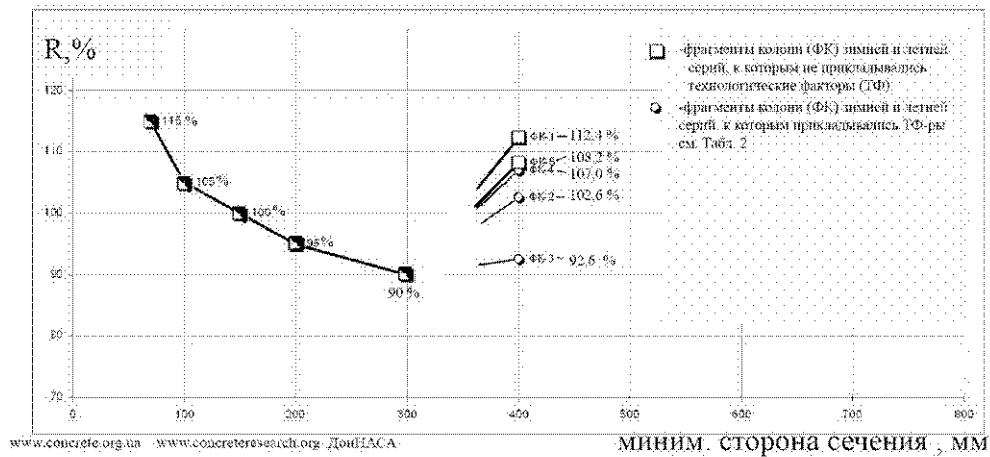
Таблица 2 — Значения прочностных характеристик опытных фрагментов и образцов

Шифр образца	Состав	Описание опытных образцов	ФК	Стандартные призмы
		Описание технологических факторов	Прочность, МПа	Призменная прочн-ть, МПа
ФК-1	зимний	Типовой прогрев с аварийным	35,11	31,24
ФК-2		Аварийное прерывание прогрева	38,94	37,9
ФК-3		Аварийное отсутствие прогрева	35,1	
ФК-4	летний	Уход. Увлажнение поверхности	26,0	24,3
ФК-5		Отсутствие ухода	26,33	
ФК-6		Отсутствие ухода	27,5	24,7

Таблица 3 — Соотношения прочности на сжатие экспериментальных фрагментов колонн и их контрольных образцов (масштабный фактор)

ФК-1	ФК-2	ФК-3	ФК-4	ФК-5
1,124	1,026	0,926	1,070	1,082

а.



б.

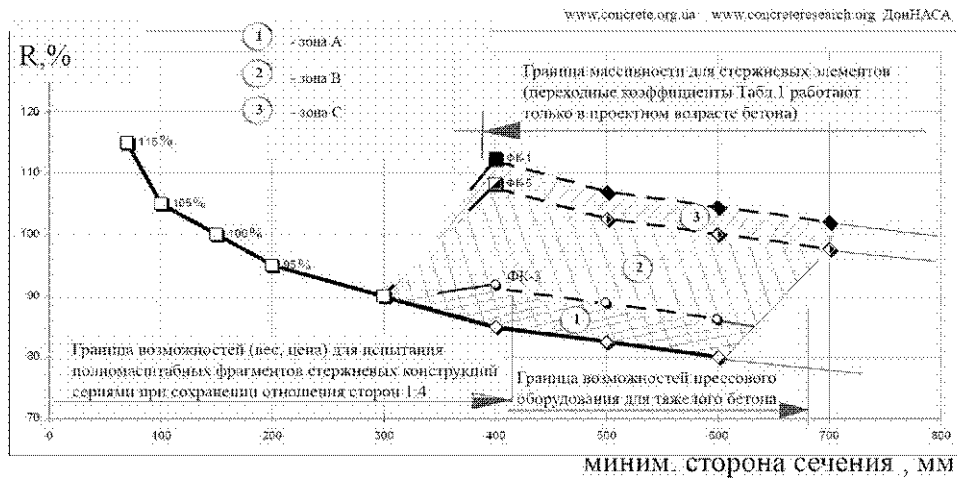


Рисунок 5 — а) экспериментально полученные значения МФ образцов с приложенными технологическими факторами и без приложения технологических факторов; б) причины изменения значений МФ, где: зона А — значения МФ в период стабилизации свойств при действии самого неблагоприятного ТФ; зона В — тоже, но для случая корректного выполнения требований технологии (зимняя серия); зона С — тоже, но для случая корректного выполнения требований технологии (летняя серия).

ВЫВОДЫ

1. Определено влияние некоторых негативных технологических факторов на прочностные свойства бетона массивных стержневых конструкций 400х400 мм (аварийный прогрев зимой, отсутствие увлажнения летом).
2. Установлено влияние принятых технологических факторов на изменение соотношения прочности бетона вертикальных конструкций каркасно-монолитных жилых зданий и призмочной прочности контрольных образцов 150х150х600 мм.
3. Установлено, что характеристики бетона контрольных образцов являются потенциалом (могут приниматься за 100%) для бетона немассивных стержневых конструкций, а для массивных они являются потенциалом только внешних слоев.
4. Обосновано, что переводные коэффициенты таблицы 1 корректны для массивных стержневых элементов, выдерживаемых в обычных воздушных условиях, только проектного возраста бетона.
5. Предложено, для возраста стабилизации свойств бетона в массивных стержневых конструкциях (к началу эксплуатации) использовать полученные экспериментально переводные коэффициенты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология бетона. Учебник. Ю.М. Баженов. — М.: Изд-во ABC, 2002. — 500 стр. с иллюстрациями. — 3-е изд. ISBN 5-93093-138-0.
2. Свечин В.Н. О природе переводных коэффициентов. Бетон и железобетон, 1976, № 10. ISSN 0005-9889.
3. Байбури А.Х., Никоноров С.В. Качество возведения монолитных жилых зданий // Жилищное строительство. — 2002. — №4. — С. 4-6.
4. Веретенников В.И., Долматов А.А., Булавицкий М.С., Хохрякова Д.А. Исследование прочностных и деформативных характеристик бетонных элементов, изготовленных в вертикально-подвижных опалубках. Материалы юбилейной Международной научно-практической конференции. — Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2004. — С. 36-37.
5. Веретенников В.И., Булавицкий М.С. Анализ технологических факторов, возникающих при возведении вертикальных конструкций каркасно-монолитных зданий // Сборник докладов 2-го Международного симпозиума "Современное высотное строительство. Эффективные технологии и материалы". — М., 2005. — С. 92-102.
6. Бабков В.В., Сахибгареев Р.Р., Кабанец В.В., Терехов И.Г. Технично-экономическая эффективность повышения прочности бетона в железобетонных конструкциях с учетом характера их нагружения // материалы 2-й Всероссийской (Международной) конференции "Бетон и железобетон — пути развития". — Том 2. — М., 2005. — С. 270-275.
7. Веретенников В.И., Долматов А.А., Булавицкий М.С. Технологические факторы, возникающие при возведении вертикальных конструкций каркасных зданий из монолитного железобетона и их последствия // Технологии бетонов. — №2(6). — 2006. — Москва. — С. 62-65 ISSN 1813-9798.
8. Веретенников В.И., Булавицкий М.С., Долматов А.О., Тахтай Д.О. Методика дослідження впливу технологічних факторів на міцність та деформативність бетону у вертикальних елементах монолітних будинків // Вісник ДонНАБА 2005-7 (55) "Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва". — С.129-136, ISSN 1814-3296.
9. В.И.Веретенников, М.С.Булавицкий, А.О.Долматов, Д.О.Тахтай, Міцнісні та деформативні характеристики бетону у залізобетонних вертикальних конструкціях житлових каркасно-монолітних будинків // Вісник Львівського державного аграрного університету: Архітектура і сільськогосподарське будівництво. — Львів: 2006. — №7. — С.67-74
10. M.Bulavytskyi, V.Veretennykov, A.Dolmatov 'Technological factors, arising under vertical members of the skeleton-type in-situ buildings production and influence of some onto strength and deformation characteristics of concrete' Сборник докладов 7-го Международного Конгресса "Бетон - жизнеутверждающий выбор строительства", Dundee, Scotland, 8-10 July 2008. — с. 10.
11. Vitaliy I.Veretennykov, Anatoliy M. Yugov, Andriy O. Dolmatov, Maksym S. Bulavytskyi, Dmytro I. Kukharev and Artem S. Bulavytskyi. Concrete Inhomogeneity of Vertical Cast-in-Place Elements in Skeleton-Type Buildings. Proc. of the 2008 Architectural Engineering National Conference "Building Integration Solutions", September 24-27, 2008, Denver, Colorado, USA; AEI of the ASCE.
12. Булавицкий А.С. Дипл. роб. на освітн.-кваліф. рівень Магістр буд-ва: "Вплив технологічних факторів на міцність та деформативність бетону в монолітних конструкціях" Керівн. Долматов А.О. (конс. Булавицкий М.С.), ДонНАБА (каф. "Технол., орган. і охор. праці в буд."), Макіївка, черв. 2009.
13. В.И.Веретенников, М.С.Булавицкий // Масштабный фактор массивных стержневых вертикальных монолитных конструкций в зрелом возрасте бетона и его изменение под влиянием технологических факторов // межд. научно-практ. конф. "Дни современного бетона", Запори́жжя, июнь 2010.
14. Вебсторінка досліджень автора: www.ConcreteResearch.org (www.concrete.org.ua)

В. І. ВЕРЕТЕННИКОВ, М. С. БУЛАВИЦЬКИЙ
ВПЛИВ ДІЙСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ НА ЗМІНУ
МАСШТАБНОГО ФАКТОРУ ВАЖКОГО БЕТОНУ МОНОЛІТНИХ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОЛОН 400Х400 ММ ЩОДО ПОЧАТКУ ЇХ
ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

В статті наведені результати експериментального дослідження співвідношення міцності бетону контрольних зразків-призм і бетону вертикальних монолітних масивних стрижневих конструкцій — колон 400х400 мм каркасно-монолітних будівель (т.з. масштабного фактору) з урахуванням впливу на нього негативних технологічних факторів, що виникають при їх виготовленні та систематичної неоднорідності бетону з їх об'ємом (www.concretereasearch.org — www.concrete.org.ua). Встановлені межі адекватної роботи запропонованих у нормах перевідних коефіцієнтів, що враховують дію масштабного фактору. Експериментально уточнені перевідні коефіцієнти для важкого бетону масивних стрижневих конструкцій близьких перетинів щодо початку їх експлуатації.

масштабний фактор, перевідні коефіцієнти, міцність бетону, монолітні колони, масивні стрижневі елементи, технологічні фактори, умови експлуатації, систематична неоднорідність

V. I. VERETENNIKOV, M. S. BULAVYTSKYI
INFLUENCE OF ACTUAL TECHNOLOGY OF MONOLITHIC REINFORCED
CONCRETE COLUMNS OF 400X400 MM MANUFACTURING ONT CHANGING OF
HEAVY CONCRETE SCALE FACTOR BEFORE THE BEGINNING OF THEIR
EXPLOITATION

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Results of experimental research of ratio between control samples-prisms concrete strength and concrete strength of vertical monolithic mass rod elements – columns 400x400 mm of frame type monolithic buildings (so called "scale factor"), taking into account influence onto it of negative technological factors, which occur during their execution and of developing systematic inhomogeneity of concrete (characteristic strength distribution) by their volume are presented in the article (www.concreteresearch.org – www.concrete.org.ua). Limits of adequate work of given in norms conversion factors, which take in the account scale factor action, are determined. Conversion factors for heavy concrete of massive rod structures with similar cross-section for the beginning of their exploitation are experimentally improved.

scale factor, conversion factors, concrete strength distribution, monolith columns, massive rod elements, technological factors, exploitation conditions, systematic inhomogeneity

Веретенников Віталій Іванович — доктор технічних наук, професор кафедри "Технологія, організація і охорона праці в будівництві" Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Професор ДонНАБА. Наукові інтереси: розрахунок будівель і споруд з монолітного залізобетону. Демонтаж будівельних конструкцій будівель і споруд.

Булавицький Максим Сергійович — н.с., ас. каф. "Технологія, організація і охорона праці в будівництві" Донбаської національної академії будівництва і архітектури (www.donnasa.edu.ua), член ТК RILEM (Асоціація лабораторій та експертів з будівельних матеріалів), представник від України та член ТК 71 "Бетон, залізобетон та переднапружений бетон" Міжнародної організації зі стандартизації ISO (www.bulavytskyi.com). Наукові інтереси: вплив дійсної технології виготовлення й умов роботи конструкцій на фізико-механічні властивості важкого бетону елементів несучої системи каркасно-монолітних будівель та споруд в експлуатаційний період. Систематична неоднорідність властивостей бетону з об'ємом вертикальних елементів каркасно-монолітних будівель.

Веретенников Виталий Иванович — доктор технических наук, профессор кафедры "Технология, организация и охрана труда в строительстве" Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Профессор ДонНАСА. Научные интересы: расчет зданий и сооружений из монолитного железобетона. Демонтаж строительных конструкций зданий и сооружений.

Булавицкий Максим Сергеевич — н.с., асс. каф. "Технология, организация и охрана труда в строительстве" Донбасской национальной академии строительства и архитектуры (www.donnasa.edu.ua), член ТК RILEM (Ассоциация лабораторий и экспертов по строительным материалам), представитель от Украины и член ТК 71 "Бетон, железобетон и преднапряженный бетон" международной организации по стандартизации ISO (www.bulavytskyi.com). Научные интересы: влияние действительной технологии изготовления и условий работы на физико-механические свойства тяжелого бетона элементов несущей системы каркасно-монолитных зданий и сооружений в эксплуатационный период. Систематическая неоднородность свойств бетона по объему вертикальных элементов каркасно-монолитных зданий.

Veretennikov Vitaly Ivanovych — the doctor of Engineering Sciences, professor, of the "Technology, Labour Organization and Protection in the Construction" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: design of buildings and structures of monolithic reinforced concrete; disassembly of building structures.

Bulavyts'kyi Maksym Sergiyovych — (Dr.Eng.) Research fellow, Lecturer of the "Technology, Labour Organization and Protection in the Construction" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture (www.donnasa.edu.ua), a member of RILEM, the representative of Ukraine and a member of TC 71 "Concrete, Reinforced Concrete and Prestressed Concrete" International Standardization Organization "ISO" (www.bulavytskyi.com). Scientific interests: influence of actual manufacturing technology and of structures working conditions physical- and mechanical properties of heavy concrete of loading system elements of frame type buildings and structures at the exploitation period. Systematic inhomogeneousness (characteristic distribution) of concrete properties as for the volume of vertical elements of frame-type monolithic buildings.

УДК 69:003.12

В. М. КИРНОС^а, П. Е. УВАРОВ^б, М. Е. ШПАРБЕР^с

^аПриднепровская государственная академия строительства и архитектуры, ^бВосточнотракийский
национальный университет им. В. Даля, ^сГлавной институт "Академпромжилреконструкция"

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИНДИКАТОРОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В СИСТЕМЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЗНП — КБИ

Рассматривается одна из "стыковых" задач модульного метода инвестиционно-строительного проектирования: исследование инвестиционного замысла на стадии разработки и согласования технико-экономических обоснований эффективности инвестиций (ТЭОИ) и проекта-объекта строительства (ТЭОП) производственных зданий нового поколения в комплектно-блочном исполнении (ПЗНП-КБИ).

комплексный анализ, системотехнический подход, целеполагание, закономерности оценки и обоснований, методические принципы, организационно-технологическое проектирование, методы-способы планирования и организации производства

Постановка проблемы. В период 1992-1993 г.г. было снято с производства и отменено в проектной практике применение унифицированных габаритных схем типовых секций и пролетов из ж/б и металлических конструкций (УТС, УТП) промышленных зданий и сооружений отраслевого и межотраслевого назначения. Экономические условия и особенности рыночной ориентации общества предопределили и сказались на новых концепциях, специфике и методологии создания производственных зданий нового поколения (ПЗНП) в комплектно-блочном исполнении (КБИ) и вызвали необходимость проведения дополнительных исследований в области принципов и качества обоснований и согласования инвестиционного замысла моделей технико-экономической эффективности инвестиций (ТЭОИ — прединвестиционный период) и ТЭОП проекта-объекта строительства (инвестиционный период) в промышленно-экономической системе инвестиционно-инновационной проектно-строительной деятельности (ИИПСД — далее ИСД) и научно-технического сопровождения жизненного цикла проекта-объекта строительства (ПЖЦ П-ОС) [4-8].

Успешное решение этой задачи в контексте исследования способов рационального использования инвестиционных ресурсов и природы экономической и социальной эффективности в прединвестиционном периоде осуществляется на внешнем уровне проектирования, а последующие результаты инвестиционно-экономического анализа в задачах организационно-технологического проектирования инвестиций (экономической жизнеспособности, эксплуатационной рентабельности проекта и его жизнедеятельности) на внутреннем уровне проектирования) [1, 2, 6, 7, 12].

Эволюция развития и связь с научными и практическими заданиями. Модульный (в отечественной терминологии — комплектно-блочный) метод организации жизненного цикла проектирования, создания и реализации ПЗНП-КБИ определен как генеральное направление инновационной политики в проектной системологии ИСД и современной доктрины индустриализации и информатизации в цикле интенсификации инвестиционно-строительного производства и принципов гармонизации стандартов стран Евросоюза и СНГ [2, 5].

Усложнение условий и специфика особенностей промышленного строительства в экономике рыночной ориентации стран сообщества СНГ требуют постоянного развития методологии обеспечения и сопровождения методов оценки и технико-экономических обоснований ПЗНП-КБИ

(инструментария обоснования экономических решений).

Предложенная концепция цикличности рассматривается как исходная методологическая предпосылка и универсальная закономерность установления причинно-следственных отношений между объектом (П-ОС) и субъектом (ИСД) и характеристиками внешнего и внутреннего проектирования, раскрывающие эти отношения на примере ПЗНП-КБИ (рис. 1).

Эволюция критериальных основ оценки эффективности решений в проектировании и строительстве, методов и нормативно-законодательной базы ИСД являются следствием учета фактических изменений условий, ресурсных и прогнозных ограничений, что стимулирует необходимость изысканий новых резервов и разработок в области системного проектирования.

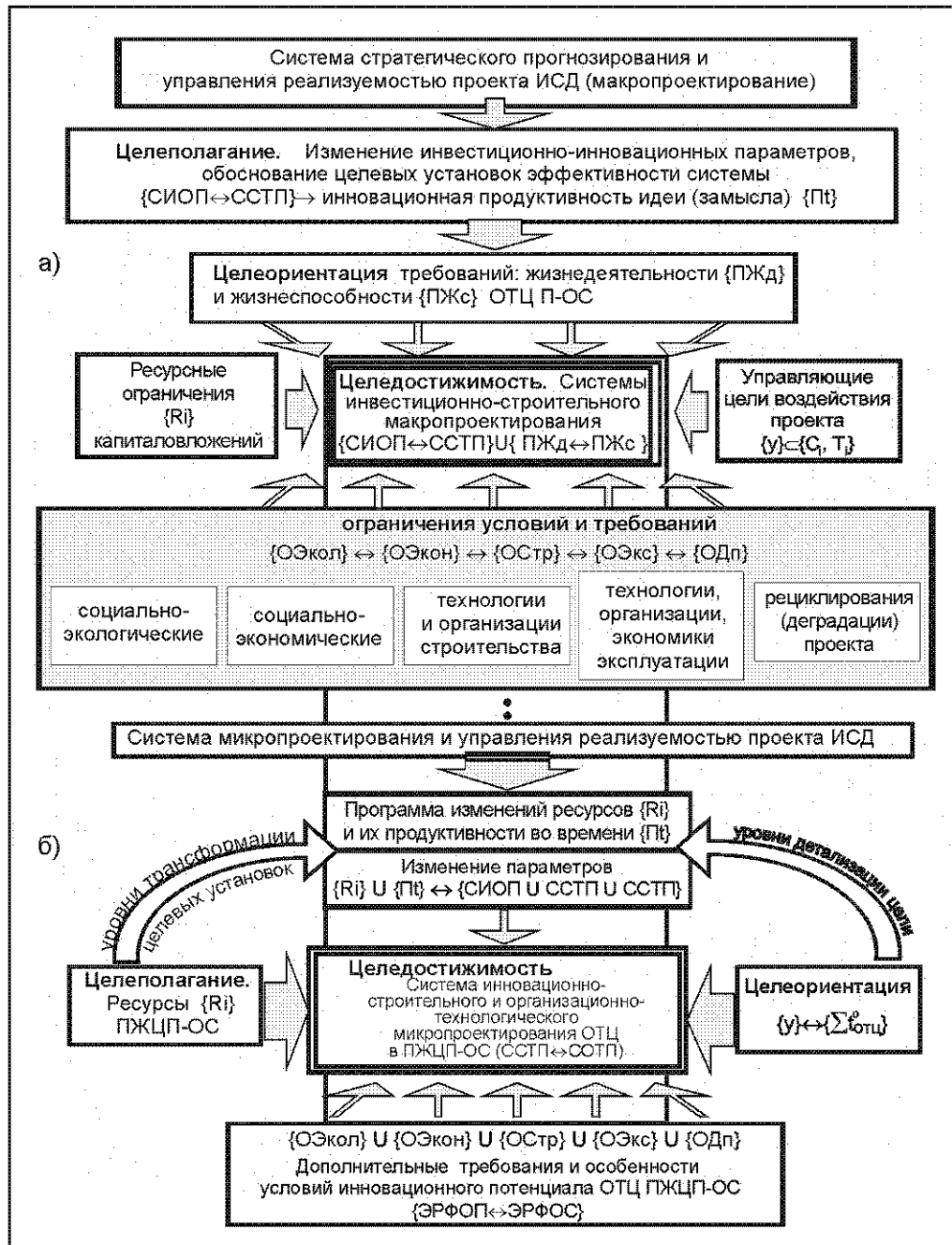


Рисунок 1 — Логическая схема взаимосвязи системы внешнего и внутреннего уровней системного проектирования и управления проектом: а) структура прогнозных параметров и ограничений; б) взаимосвязи в системе эффективно-рационального использования ПЖЦП-ОС.

Анализ принципов и моделей развития комплектно-блочного метода создания промышленных объектов, интегрированных методов организационно-технологического проектирования ИСД и обоснования комплексности жизнеспособности строительных решений ПЗНП-КБИ позволяют систематизировать их по установочным приоритетам (индикаторам-указателям), составляющим эффективность и реализацию эффекта во времени, выделить три основных подхода к оценке с критериями эквивалентности (цели-затраты-результат) на уровне идей, гипотез и решений (рис. 2).

При этом, инвестиционный подход опирается на организационно-экономическую составляющую; инженерно-инновационный на организационно-технологическую составляющую экосистемный — на стратегическое управление развитием жизненного цикла П-ОС и ИСД, в части надежности и безопасности эксплуатации ПЗНП-КБИ.

Результаты аналитических исследований методов комплексного поиска, оценки и обоснований эффективности инвестиционных решений показывают, что главным критерием эффективности П-ОС являются как финансовый результат — жизнеспособность (прибыль, доход), так и материально-вещественный результат — жизнеобеспеченность (новые или реконструируемые здания и сооружения).

Однако в условиях ускорения изменений, вызванных сокращениями инновационного цикла, именно критерий комплексной технологичности П-ОС может составить необходимую организационно-методологическую основу динамической адаптации и инновационного потенциала к НТП в полном жизненном цикле (ПЖЦ) П-ОС, т.е. позволяет решить противоречия между его недвижимой формой существования и усилением динамики его внешней среды в научно-техническом сопровождении этапов организации жизненного цикла [12].

Целью работы явилась необходимость в исследовании методологических аспектов организационно-технологического проектирования эффективности инвестиционной составляющей деятельности жизненного цикла производственных зданий нового поколения в комплектно-блочном исполнении и повышение на этой основе эффективности капитальных вложений путем применения концептуальных принципов трехаспектных качеств модульного системно-комплексного проектирования [2, 5, 7, 9, 15].

Основной материал исследований. Производственные здания нового поколения - это пришедшие на смену регламента УТС-УТП отраслевого назначения, новый тип быстровозводимых, ресурсоэкономичных производственных зданий мобильного (зально-павильонного) типа, многоцелевого назначения, с повышенной гибкостью архитектурно-строительных решений. Решение этих условий достигается использованием параметрических рядов конструктивно-технологических модулей здания различных схем блокировки системы базового модуля с размерами в плане от 36х36 м до 120х120 м, бескрановые или с использованием полноповоротных башенных кранов вместо опорных и, в основном, напольного подъемно-транспортного оборудования многофункционального назначения для зданий модулей и монтажа оборудования (КБИ) и внутри цеховых строительных конструкций и коммуникаций. Изложенные принципы (и в первую очередь — автономное конструирование технологической и строительной части ПЗНП базового модульного построения) создают необходимые условия для преобразований в ЖЦ — модернизации, реконструкции или замены технологической части производства без реноваций (переустройства) его конструктивной части, т.е. оптимальные условия для трансформаций и реноваций аппаратурно-технологической компоновки (АТК) различных отраслевых производств не только линейной, но и замкнуто-кольцевой, радиальной, роторной и др. схем в традиционной схеме, или модульного (комплектно-блочного) метода проектирования и возведения (КБМ) П-ОС.

Модульный метод проектирования и возведения ПЗНП-КБИ рассматривается как система формирования базовых конструктивно-технологических модулей здания (ПЗНП), строительно-технологических модулей технологической части проекта или всего объекта (П-ОС) из комплекта агрегированного оборудования по функционально-строительному принципу из блоков высокой заводской готовности и модулей организационно-технологических циклов их сборки (возведения, эксплуатации и т.д.) при совокупности взаимоувязанных технических, экономических и организационно-технологических решений и мероприятий по максимальному переносу основной массы строительных, монтажных и пуско-наладочных работ со строительной площадки в сферу промышленного производства предприятий-поставщиков, предприятий-заказчиков или ("под ключ", "под мощность") сборочно-комплектно-монтажных предприятий строительной индустрии и практической реализуемости П-ОС (рис. 3) [2, 6, 8, 10, 12, 16].

Инвестиционно-организационное проектирование

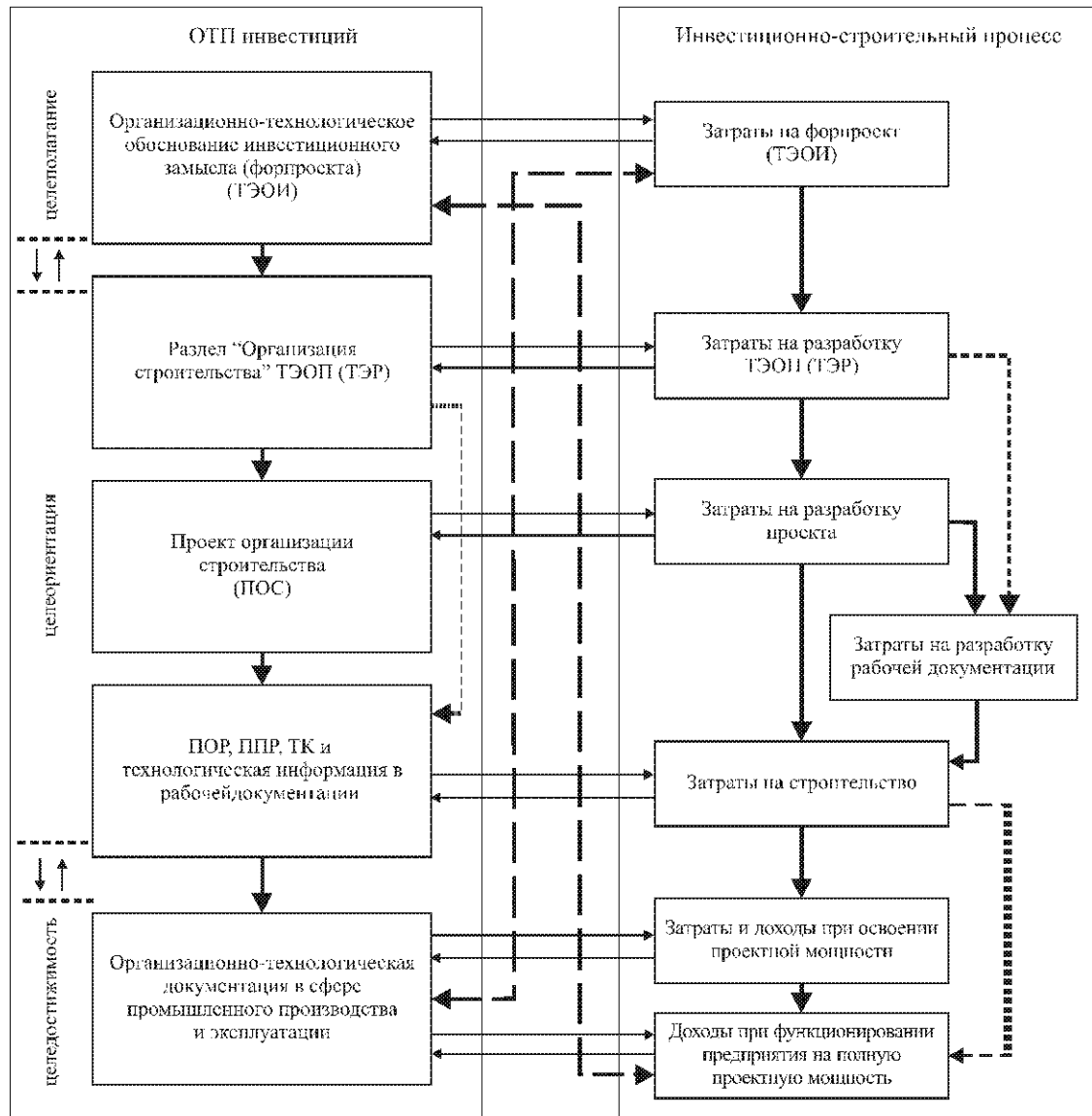


Рисунок 2 — Схема обобщенной инфраструктуры проектной системологии среды организационно-экономической подготовки производства по созданию и реализации П-ОС.

Это позволяет перераспределить капитальные вложения и без увеличения материальных затрат добиться значительного сокращения сроков строительства, а также поднять уровень производительности труда и сократить расход основных строительных материалов (бетона, металла).

Определяющей особенностью изложенных положений моделирования ПЗНП-КБИ является то, что весь процесс комплексного модульного проектирования характеризуется разделением ведущей роли технологического (производственно-эксплуатационного) проектирования при разработке проектных решений модулей агрегированных блока оборудования и архитектурно-строительного блока — здания проектных решений технологических установок, производств и предприятия в целом, и гибких модулей организационно-технологических решений по реализации П-ОС в ПЖЦ его развития. Тем самым, устанавливается четкая целеориентация избирательно вовлеченных модулей-элементов в последовательности системного проектирования технологической, как первичной, архитектурно-строительной и организационно-технологической, как вторичной, частей проекта.

Соответственно, технолог-проектировщик определяется как лицо, принимающее решение (ЛПР)

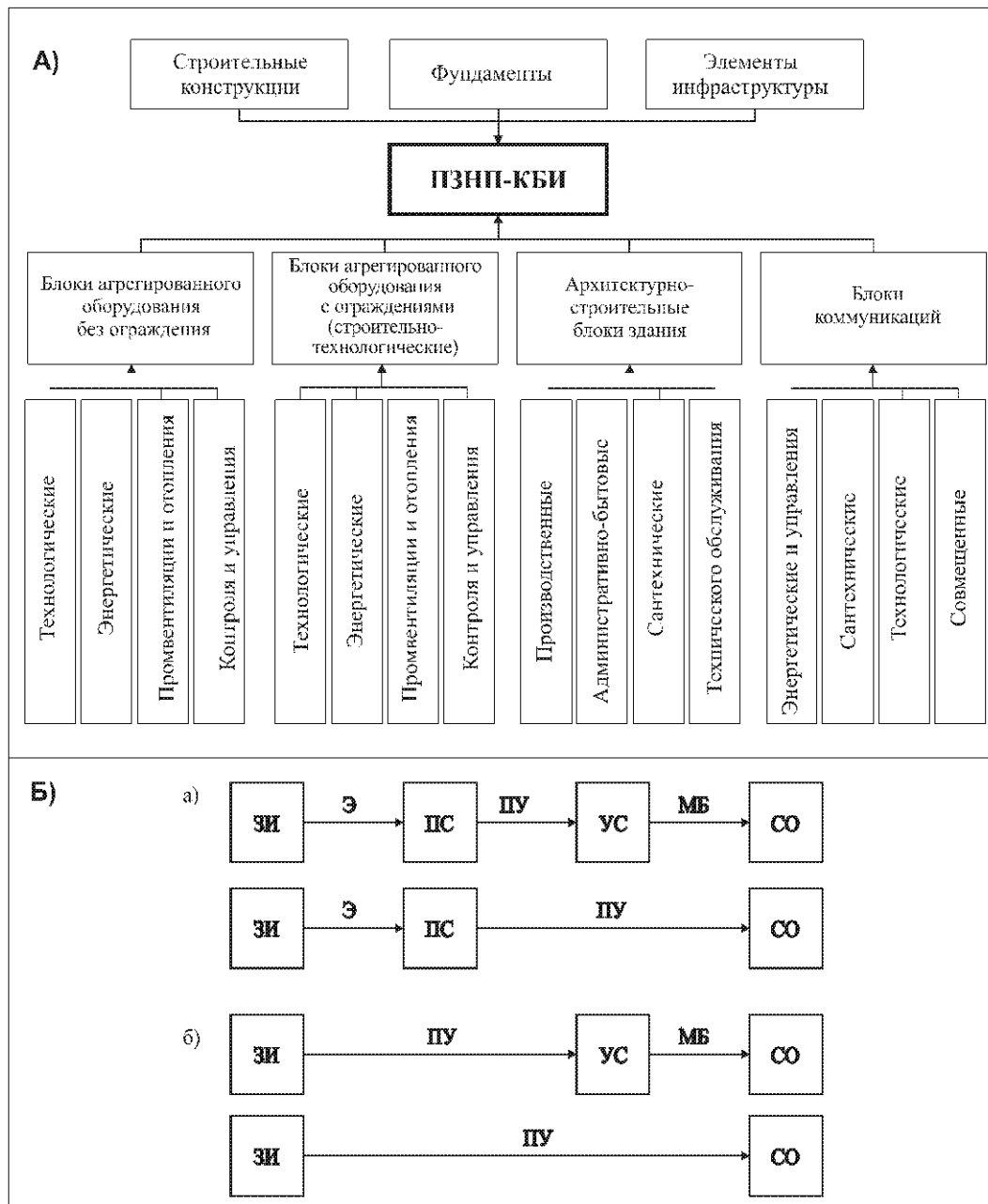


Рисунок 3 – Схемы системной организации циклов формирования модулей ПЗНП – КБИ: А – модульный принцип формирования блоков; Б – ресурсный принцип организации производства модулей; а – в сфере строительства; б – на машиностроительных предприятиях, где: ЗИ – завод изготовитель, радиус действия неограничен; ПС – предприятия стройиндустрии или производственные базы монтажных организаций; УС – укрупнительная сборка, располагается при объекте; Э – отдельные элементы; ПУ – поставочные узлы; МБ – монтажные блоки; СО – строительные объекты.

при компоновке блоков (КБИ), архитектор-конструктор как ЛПР при компоновке П-ОС (ПЗНП-КБИ), и организатор-менеджер производства – при управлении П-ОС. Разработка компоновочного решения модулей, являясь задачей технолога, выполняется в рамках архитектурно-строительных требований и ограничений со стороны технологов-организаторов строительного производства и экономистов, в части комплексной технологичности П-ОС менеджеров, управляющих изменениями проекта ИСД в процессе его реализации.

Таким образом, функционально-структурный системный подход, определяющий процесс проектирования модуля агрегированного блока оборудования и коммуникаций, как главный и самостоятельный этап в общем проектировании П-ОС, предполагает рассмотрение подсистемы

аппаратурно-технологической компоновки (АТК — уровня "блок") как закрытой системы комплектно-блочного исполнения ПЗНП.

Исследуя природу экономической эффективности применения КБМ проектирования и строительства при технико-экономических обоснованиях инвестиционного замысла бизнес-процесса и П-ОС (ТЭОИ \leftrightarrow ТЭОП), особо следует остановиться на индикаторах — различных способах функционирования ресурсов в инфраструктуре проектной системологии (рис. 4) и методах возведения, эксплуатации и реновации на всем пространстве и времени циклов ИСД и подготовки производства по обоснованию, разработке и созданию ПЗНП-КБИ.

В рассматриваемом случае в основе организационно-экономического анализа использована экономико-математическая модель, состоящая из двух подсистем "промышленное производство" (СПП) и "строительное производство" (ССП) с пятью элементами, показанными на рисунке 4.

Эти пять элементов в двух подсистемах функционально взаимосвязаны в последовательную цепь и являются уровнями промышленно-строительной системы (ПСС) инвестиционного и строительного организационно-технологического циклов (ОТЦ), в которых перерабатываются ресурсы обоснования эффективности инвестиций в процессе формирования замысла создания ПЗНП-КБИ [4, 6].

В качестве ресурсов, функционирующих в системе, приняты к рассмотрению: трудозатраты, затраты материалов, энергии, управленческие затраты. Анализ проводился по приведенным затратам ПСС. За исходный принят способ функционирования ресурсов, при котором все ресурсы поступают из позиции 1 на стройплощадку (поз. 5), минуя другие уровни переработки. Относительно этого способа определялся экономический эффект способов функционирования ресурсов, при котором та или иная доля "перерабатываемых ресурсов" распределялась в различных операторах системы. Всего было выявлено 25 возможных вариантов — способов функционирования ресурсов, при которых часть ресурсов "перерабатывается" в элементах пп. 2, 3, 4. [3, 4, 6, 8, 10, 16].

Наиболее высокий эффект достигается при переработке 90% ресурсов на промышленном предприятии (поз. 2) и 10% на стройплощадке (поз. 5 схема 4). Эффект в этом случае составляет 38% по сравнению с исходным способом. Характерно, что концентрация 90% перерабатываемых ресурсов на укрупнительной площадке (поз. 4, схема 4), относящихся к подсистеме "строительное производство", повышает эффективность функционирования ресурсов лишь на 8-12%. Характер распределения ресурсов между поз. 2 и 3 в системе "промышленное производство" в незначительной степени влияет на общий экономический эффект, однако, концепция перерабатываемых ресурсов (90%) на сборочно-комплектно-монтажном предприятии все же снижает эффект на 2-3%. ***Прослеживается четкая тенденция понижения экономического эффекта при переносе даже небольшой части ресурсов (АТК) в подсистему "строительное производство".*** Так, распределение ресурсов между поз. 2 и 4 соответственно 81% и 9% (схема 8) уменьшает экономический эффект. Функционирование ресурсов в инвестиционном цикле подвержено влиянию таких факторов, как серийность продукции и природные условия. При повышении серийности ($n \geq 10$) экономический эффект от перераспределения ресурсов в сферу промышленного производства может значительно возрасти, и вместе с тем при размещении мощностей производственной сферы (поз. 2 и 3) в неблагоприятных природных условиях эффект может понизиться до двух раз. Учет этих факторов является задачей исследований целей инвестирования и проектирования на стадии создания ТЭОП в стандартах технического регулирования в строительстве [2, 5, 10, 12-15].

Принятая модель инвестиционно-строительного цикла позволяет исследовать взаимосвязь экономического эффекта, получаемого при обосновании эффекта П-ОС —? (ПЗНП в КБИ), и соотношения долей функционирования ресурсов, распределенных в элементах системы и последующих методах возведения и строительства — ОТЦ их реализации. Иными словами, на стадии прединвестиционных обоснований организационно-экономической подготовки (ТЭОИ), модель позволяет определить рациональность инвестиционных целей — экономический эффект от переноса части инвестиционных ресурсов из сферы строительного (ССП) в сферу промышленного производства (СПП), что является одним из основных индикаторов целеориентации ТЭОИ технико-экономического анализа возможности создания промышленного объекта (ПЗНП) в комплектно-блочном исполнении.

Экономический эффект, получаемый при инновационном потенциале перераспределения инвестиционных ресурсов из подсистемы "строительное производство" в подсистему "промышленное производство" в ПЖЦ П-ОС, обуславливается более высокой по сравнению со строительным производством производительностью труда (в 3-4 раза), энерговооруженностью (в 10-11 раз), технологичностью производства и механовооруженностью (в 10-11 раз), квалификацией работников

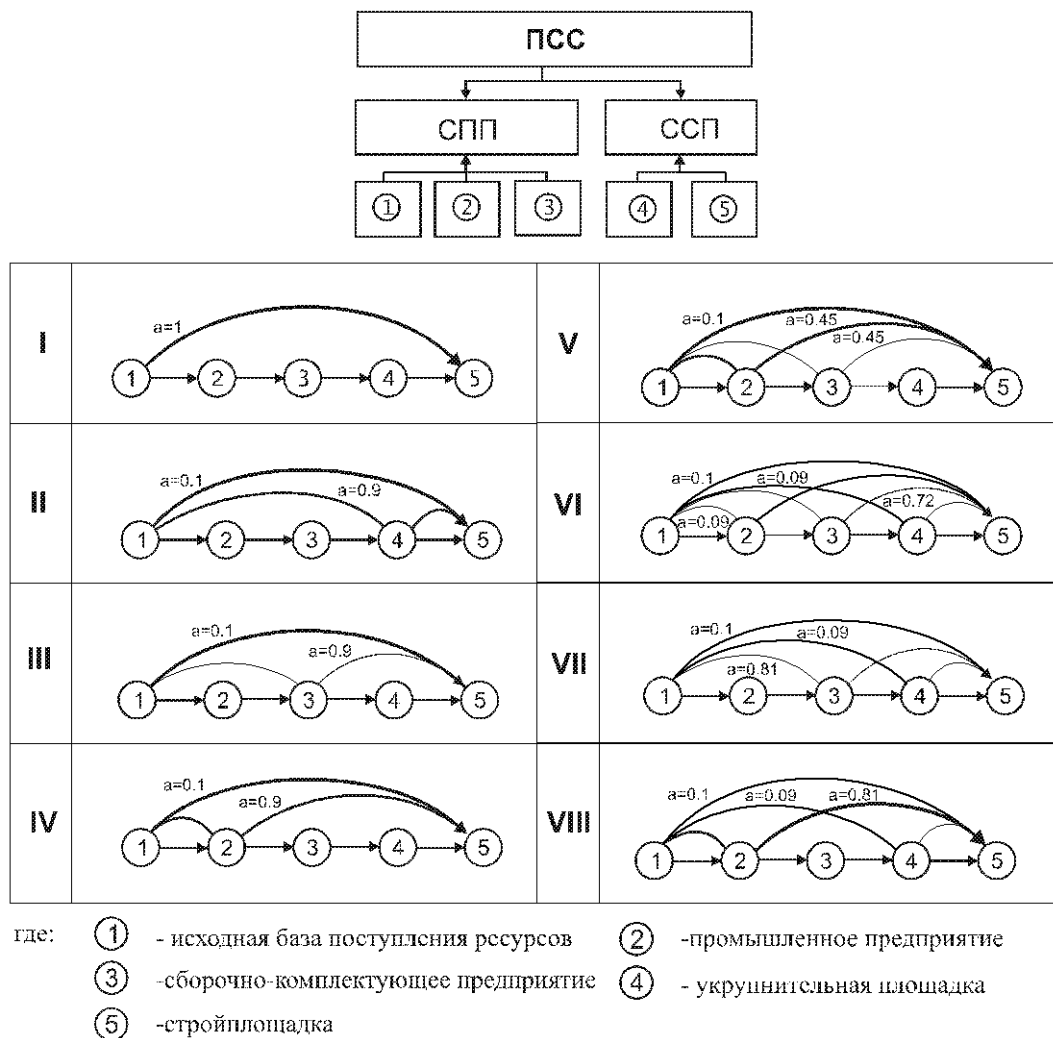


Рисунок 4 — Способы функционирования ресурсов и природа их экономической эффективности в жизненных циклах (смещениях, перемещениях и совмещениях) в фазовом пространстве проекта (СПП и ССП) ИСД.

в промышленном производстве (средний стаж работы выше в 2-3 раза). При этом следует отметить, что более высокие накладные расходы в промышленном производстве, а также возрастающие транспортные расходы и расходы на строительство дополнительных производственных мощностей не оказывают заметного влияния на общий экономический эффект [4, 11, 16].

При определении зависимости экономического эффекта от способа распределения ресурсов в инвестиционно-строительном циклах учитываются разнообразные факторы, воздействующие на последующие в жизненном цикле экономические характеристики процесса создания, возведения и ввода в эксплуатацию объекта, этапах реноваций, вывода из эксплуатации и ликвидации П-ОС.

Разработанные методологические принципы интегрированного организационно-технологического проектирования и управления П-ОС, комплексный подход к обоснованию эффективности жизнеспособности и жизнедеятельности проекта и др. факторов-индикаторов продуктивности инвестиций позволили выявить особенности и резервы повышения инновационных качеств проектных решений ПЗНП-КБИ не только по экономическим критериям, но и по характеристикам комплексной технологичности — степени соответствия П-ОС будущим организационно-технологическим требованиям жизненного цикла — возведения, эксплуатации, реконструкции и ликвидации за счет применения критерия адаптивности для оценки способности П-ОС к преобразованиям такого рода [12-15].

Установленная взаимосвязь и закономерности формирования способов функционирования ресурсов и организационно-технологических решений возведения ПЗНП-КБИ (строительной и

технологической части П-ОС) в модульном (комплектно-блочном) использовании позволили выявить принципы формирования гибких технологий, соответствующих классификационным признакам (группировкам) аппаратурно-строительной компоновки (АСКО) П-ОС и организационно-технологических решений циклов (ОТЦ) в терминологических семантических определениях: способ строительства, метод возведения, схема возведения, монтажа и др. структурообразующих решений агрегирования комплексных видов модулей: конструктивно-технологического использования здания, функционально-блочного исполнения агрегированного оборудования и коммуникации организационно-технологических циклов (ОТЦ) — последовательности этапов монтажа, возведения, реконструкции, поточно-совмещенной их организации, создания готовой продукции П-ОС "под ключ" или "мощность" [8, 10, 14] (табл. 1).

Гибкие технологии возведения — это информационные модули технологии виртуального проектирования П-ОС, способные адаптироваться к изменяющимся организационно-технологическим и ресурсным параметрам с сохранением заданных или проектно-прогнозируемых результатов в процессе управления ситуацией — изменениями решений организации проекта при его реализации и оценкой их критерием адаптивности ПЗНП-КБИ [10, 12].

В этих закономерностях семантических понятий способ строительства определяется как организационно-технологические решения по проектированию и строительству объемно-конструктивной компоновки (ОКК) здания, при котором выполняется взаимосвязывающий комплекс основных процессов по возведению подземной и наземной части здания и правила их взаимодействия (открытый, закрытый, смешанный и др.)

Метод возведения — определяется организационно-технологической взаимосвязью сложных процессов по возведению элементов АТК различной степени заводской готовности наземной части здания во времени и пространстве, включающей ограничения и правила их взаимодействия с ОКК, результатом которых является готовая продукция (участки, цеха, отделения "под ключ" или "мощность") и др. функционально-технологические части П-ОС (раздельный, совмещенный, комбинированный).

Метод строительства (модульный, комплектно-блочный) — новая организация проектирования и строительства из изделий АТК и ОКК высокой степени заводской готовности в виде базовых модулей блочно-комплектных устройств оборудования, укрупненных монтажных узлов и заготовок инженерных коммуникаций и строительных конструкций, поставляемых на общей схеме специализированными потоками — предприятиями, основанными на принципах агрегирования, концентрации ресурсов и современных организационных структур планирования и управления проектом.

Результаты обобщений и анализ выполненных научно-исследовательских и проектно-экспериментальных проработок, организационно-технологических обоснований методов и способов возведения, строительства и реконструкции ПЗНП и уровней сложности КБИ, выполненные в "Академпромжилреконструкция" (г. Луганск), ИХТЭП проект (г. Рубежное), ПКТИ Стройпроект (г. Северодонецк) на опыте и примерах большепролетных зданий павильонного типа химических производств [3, 4, 8, 9, 10-14] показали, что:

- оценка совокупности всех затрат и результатов в народнохозяйственном экономическом эффекте региона в зависимости от сложности объекта (без учета дополнительной прибыли) может составлять от 4 до 10% капитальных вложений;

- экономически целесообразно перераспределять традиционно сложившееся в ПСС "машиностроение-строительство" соотношения в сторону концентрации наиболее трудоемких работ в машиностроении как для звена с более высоким инновационным потенциалом эффективности. Трудозатраты на единицу модулей функциональных блоков агрегированного оборудования и строительных конструкций ПЗНП-КБИ и целевого агрегирования технологических процессов, организационных структур и функций управления — в 4...8 раз ниже, чем в строительстве;

- гибкая технология модульного метода проектирования и строительства ПЗНП-КБИ повышает производительность труда во всей системе ИСД, в том числе циклов: создания ПЗНП — КБИ на 30-40%, на строительстве в 1,5...2 раза; эксплуатации — до 2 раз. Этому способствует формирование положительного потенциала эффекта за счет сокращения продолжительности всего инвестиционного процесса на 20...35%, обеспечивая сокращение потребности в рабочей силе на строительной площадке до 45% повышения мощности строительных организаций, а также концентрации ресурсов и увеличения организационной маневренности их использования (табл. 1) в управлении П-ОС.

Таблица 1 – Матричные структуры оценки взаимосвязи гибких модулей технологий возведения производственных зданий нового поколения (на опыте и примерах химических производств ИХТЭП проект)

№ п/п	Организационно-технологические и ресурсные параметры оценки {ТЭОИ ↔ ТЭОП}	Структура и функции моделей ОТЦ в гибких технологиях возведения					
		Методы возведения					
		Раздельный		Поточно- совмещенный		Комплектно- блочный	
		Способы организации производства					
		откры- тый	закры- тый	откры- тый	закры- тый	откры- тый	закры- тый
1.	Продолжительность строительства (ТЭОИ - заданный директивный результат) (месяц)	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
2.	Продолжительность строительства (ТЭОП - заданный директивный результат) (месяц)	15,0	16,0	13,6	14,0	8,4	9,6
3.	Общая сметная стоимость (ОСС) строительства (расчетная) тыс. грн.	Исходные (расчетные) данные на 10-13% выше ОСС					
4.	Стоимость единицы готовой строительной продукции (ОКК) тыс. грн./ м³	18,9	19,9	18,2	18,0	16,3	17,2
5.	Стоимость единицы готовой промышл. продукции (АТК) чел. дн./тн.	16,0		15,2		13,8	
6.	Коэффициент отвлечения (замораживания) кап. вложений	0,39		0,26		0,16	
7.	Расчетная продолжительность возведения строительной части проекта (ОКК) (мес.)	10,0 - 11,0		9,5 - 10,5		8,0	
8.	Расчетная продолжительность возведения технологической части проекта (АТК) (мес.)	6,0 - 5,5		3,5 - 4,0		1,8	
9.	Трудоемкость ед. готовой строительной продукции (ОКК) чел. дн./м³	5,91	6,03	5,6	5,65	4,3	4,5
10.	Трудоемкость ед. готовой промышленной продукции (АТК) чел. дн./тн	100% традиционная (раздельная) технология		на 8-15% эффективнее традиционной технологии		до 35% эффективнее традиционной технологии	
11.	Коэффициент совмещения (Кспп) продолжительности ОТЦ в фазовом пространстве (прединвест. ↔ инвест.)	0,1		0,2		0,45	
12.	Коэффициент совмещения (Ксэс) продолжительности ОТЦ в фазовом пространстве (инвест. ↔ эксплуатац.)	≤ 0,15		≤ 0,40		≤ 0,75	
13.	Коэффициент, учитывающий период продолжительности освоения АТК проектных мощностей (мес.)	≤ 4,0		≤ 2,8		≤ 1,2	
14.	Срок окупаемости кап. вложений (лет)	1,68		1,33		0,92	
15.	Коэффициент совмещения (Ксст) строительной и технологической частей проекта (ОКК → АТК)	0,18		0,45		0,8	

Однако следует учесть, что возможности такого перераспределения ресурсов могут быть ограничены экономически целесообразным уровнем специализации, кооперирования и размещения предприятий машиностроения в региональном аспекте и принципами гармонизации состава структур и проекта ПЗНП-КБИ.

Отмечается, что в ряде случаев модульное строительство ПЗНП-КБИ по опыту химических предприятий несколько дороже традиционного (от 1,5 до 4,5%), но эти затраты компенсируются получением прибыли от дополнительно произведенной продукции за счет сокращения продолжительности строительства и от снижения затрат на создание производственных мощностей и объектов инфраструктуры подрядной организации непосредственно на строительной площадке и последующих этапах жизненного цикла.

Определяющим показателем оценки эффективности проектов ПЗНП-КБИ проектирования, строительства, модернизации, реконструкции, эксплуатации и ликвидации т.е. этапах жизненного цикла научно-технического обеспечения и сопровождения выступает показатель ресурсо- и энергосбережения [5, 7, 9, 11].

Очевидной становится ведущая роль заказчика (инвестора), подрядчика, машиностроительных министерств, особенно при формировании концепции "генеральной технологии" строительства ПЗНП-КБИ на длительную перспективу.

По предварительным оценкам специалистов, область возможного проектно-технического применения ПЗНП-КБИ сегодня может охватывать свыше 70% объектов капитального строительства [6, 8, 16]. Границы рассматриваемой области не постоянны. Они последовательно расширяются, главным образом за счет использования более современных транспортных средств и монтажных систем, применения новых образцов модулей оборудования и строительных конструкций в КБИ и поточно-совмещенного уровня планирования, организации производства и управления П-ОС в ПЖЦ ПЗНП-КБИ.

Выводы

1. Выполненные аналитические исследования комплекса многолетних обобщений и проектно-экспериментальных исследований показали, что эффективность и целесообразность организационно-экономической подготовки инвестиционно-строительного производства зависят от того, насколько комплексно в проекте ПЗНП-КБИ будут представлены принципы и качества модели системного формирования способов функционирования ресурсов активной и пассивной частей основных фондов П-ОС в фазовом пространстве жизненного цикла ИСД (прединвестиционные исследования), а также насколько учтена специфика их влияния (взаимосодействия) на формирование и рациональный выбор организационно-технологических решений ПОС-ППР (методах, способах, схемах и т.п.) по реализации ПЗНП в комплектно-блочном исполнении (инвестиционный цикл).

2. Представление функционирования взаимосодействия (СПС \leftrightarrow ССП) как совокупности причинно-следственных отношений ПСС, способных реализовывать их развитие и преобразование в новые потребности ресурсов (инновационный сдвиг потенциала), делает возможным достижение фактора динамической адаптивности в организации максимальной гибкости всех составляющих модулей инвестиционно-строительного производства, что позволяет осуществлять их техническую, экономическую и ресурсную адаптации к инновационным преобразованиям НТП в полном жизненном цикле сопровождения П-ОС.

3. Современная парадигма ИСД (совокупность теоретических и методологических предпосылок) в проектной системологии ПЗНП-КБИ должна рассматриваться на основе новой концепции цикличности и ее базового принципа — модульной динамической адаптации к инновационным преобразованиям НТП в полном жизненном цикле П-ОС. Преобразования организационно-технологически осуществимы, и экономически особенно эффективны на данном этапе рыночной экономики развития ИСД, в теории и практике системно-комплексного проектирования и принятия комплексных решений в организации и управлении жизненным циклом П-ОС, поскольку в них учитываются существующий и перспективный уровень развития строительной науки и практики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булгаков С.Н. Философия, концепция и принципы создания современных производственных зданий // Промышленное и гражданское строительство. — 2001. — №8. — С. 17-20.
2. Булгаков С.Н. Технологические инновации в инвестиционно-строительном комплексе. — М.: Изд-во РААСН, 1998. — 547 с.
3. Инструкция по разработке проектной документации для строительства объектов химической промышленности с применением блоков. Технология производства. ВСН 66-86. Минхимпром СССР, ВСН 482-86. Минмонтажспецстрой СССР. — М.: ЦБТИ ММСС, 1986. — 56 с.
4. Методические рекомендации по разработке организационно-технологических решений в составе ПОС и ППР для объектов в комплектно-блочном исполнении. — М.: ЦНИИОМТП, 1986. — 72 с.
5. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. ДБН В.1.2-5: 2007.

6. Рекомендации по применению комплектно-блочного метода в строительстве предприятий, зданий и сооружений. — М.: ЦНИИОМТП, 1989. — 48 с.
7. Рекомендации по формированию инвестиционного замысла (целей формирования) в строительстве предприятий, зданий и сооружений. — М.: Центринвестпроект, 1997. — 12 с.
8. Рекомендации по классификации архитектурно-строительных решений промышленных объектов в комплектно-блочном исполнении. — М.: ЦНИИпромзданий, 1986. — 32 с.
9. Родкина Т.А. Информационная логистика. — М.: Экзамен, 2001. — 288 с.
10. Системотехника. / под ред. А.А.Гусакова. — М.: Фонд "Новое тысячелетие", 2004. — 768 с.
11. Уваров П.Е., Шпарбер М.Е., Уваров Е.П. Технология и организация комплексного проектирования возведения производственных зданий нового поколения в комплектно-блочном исполнении. (учебно-методическое пособие). — Луганск: АПЖР, 2010. — 186 с.
12. Уваров П.Е. Технический прогресс и динамическая адаптация в теории и практике системного проектирования зданий нового поколения / Вестник ХГПУ, Вып. 93 "Технический прогресс и эффективность производства". Спец. выпуск "Интеллектуальная собственность". — Харьков: ХПТУ, 2000. — С. 144-150.
13. Уваров Е.П., Уваров П.Е. Теоретические основы и практика комплексного проектирования возведения и реновации промышленных объектов. / Вестник Восточнотурецкого государственного университета. — Луганск: ВУГУ, 1996. — С. 195-202.
14. Уваров П.Е., Гаведас В.М., Католикова И.Е. Практическое приложение методики комплексного проектирования инвестиционно-строительного производства и управления проектами (микроэкономический аспект) / Вісник ДонДАБА "Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва". — №6(36). — Майдівка: ДонДАБА, 2002. — С. 44-52
15. Уваров Е.П., Воронин В.П., Уваров П.Е. Принципы классификации и терминологические определения методов строительного обеспечения возведения и реконструкции промышленных предприятий / Межведомственный научно-технический сб. "Строительное производство". — Вып. 34. — К.: НИИСП, 1994. — С. 70-79.

В. М. КІРНОС^а, П. Є. УВАРОВ^б, М. Є. ШПАРБЕР^с

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ ІНДИКАТОРІВ
ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙ В СИСТЕМІ КОМПЛЕКСНОГО
ПРОЕКТУВАННЯ ПЗНП — КБІ

^аПридніпровська державна академія будівництва і архітектури,

^бСхідноукраїнський національний університет ім. В.Даля,

^сГоловний інститут "Академпромжиреконструкція"

Розглядається одне з "стикових" завдань модульного методу інвестиційно-будівельного проектування: дослідження інвестиційного задуму на стадії розробки і узгодження техніко-економічних обґрунтувань ефективності інвестицій (ТЕОІ) і проекту-об'єкту будівництва (ТЕОП) виробничих будівель нового покоління в комплектно-блокового виконання (ПЗНП-КБІ)

комплексний аналіз, системотехнічний підхід, цілеполагання, закономірності оцінки і обґрунтувань, методичні принципи, організаційно-технологічне проектування, методи-способи планування і організації виробництва

V. M. KIRNOS^a, P. YE. UVAROV^b, M. YE. SHPARBER^c

THE ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF INDICATORS OF
EFFICIENCY OF INVESTMENTS IS IN THE SYSTEM OF THE COMPLEX
DESIGNING OF PZNP — KBI

^aPridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture (Dnepropetrovsk), ^bEast
Ukrainian National University named after V. Dal, ^cLugansk National Agrarian University,

^dLeading Research Institute of Academpromgireconstruction

One of "butt" tasks of module method of an investment-build planning is examined: research of investment project on the stage of development and concordance of feasibility studies of efficiency of investments (TEOI) and project-object of building (TEOP) of production buildings of new generation in complete-sectional execution (PZNP-KBI)

complex analysis, systemotechnic approach, teleologism, conformation to law of estimation and grounds, methodical principles, organization technology designing, methods-methods of designing and organization of production

Кирнос Володимир Михайлович — д.т.н., професор, завідувач кафедри планування та організації виробництва Придніпровської державної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: економіка у будівництві, будівельні ресурси, управління будівельним виробництвом.

Уваров Павло Євгенович — к.т.н., доцент кафедри будівництва Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, дійсний член Академії будівництва України. Наукові інтереси: розвиток загальної методики інтегрованого організаційно-технологічного проектування і управління проектами інвестиційно-будівельної діяльності. Участь у розробці будівельних норм проектування.

Шпарбер Марина Євгенівна — науковий співробітник головного інституту "Академпромжитлореконструкція". Наукові інтереси: підвищення ефективності керування вартістю реалізації проектів інвестиційно-будівельної діяльності.

Кирнос Владимир Михайлович — д.т.н., профессор, заведующий кафедрой планирования и организации производства Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: экономика в строительстве, строительные ресурсы, управление строительным производством.

Уваров Павел Евгеньевич — к.т.н., доцент кафедры строительства Восточноукраинского национального университета им. В. Даля, действительный член Академии строительства Украины. Научные интересы: развитие общей методики интегрированного организационно-технологического проектирования и управления проектами инвестиционно-строительной деятельности. Участие в разработке строительных норм проектирования.

Шпарбер Марина Евгеньевна — научный сотрудник головного института "Академпромжилтреконструкция". Научные интересы: повышение эффективности управления стоимостью реализации проектов инвестиционно-строительной деятельности.

Kirnos Volodymyr Mykhaylovych — Dr. Sc.(Eng.), professor, the Head of the "Designing and the Enterprise Organization" Chair of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economics in building, building resources, management of building operations.

Uvarov Pavlo Yevgenovych — candidate of Engineering Sciences, the assistant professor of the "Building" Chair of East Ukrainian National University named after Volodymyr Dal', Academician of Academy of Building in Ukraine. Scientific interests: development of the general technique of the integrated organizational- and technological designing and management of projects of investment-building activity. Participation in elaboration of building designing standards.

Shparber Marina Yevgenivna — the scientific employee of the Head Research Institute of "Academpromgireconstruction". Scientific interests: enhancing of the management efficiency in cost of realization projects of investment-building activity

УДК 614.8.084

Л. М. ДИДЕНКО, Е. А. РЫБАЛКА

Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", Обособленное структурное подразделение "Институт непрерывного специального образования"

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПРИ РЕМОНТЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Проведен анализ статистических данных по травматизму при выполнении строительно-монтажных работ в условиях ремонта и реконструкции зданий и сооружений. Предложена конструкция защитного коридора, что обеспечивает повышение эффективности выполнения строительно-монтажных работ, снижение числа несчастных случаев при выполнении реконструктивных и ремонтных работ.

охрана труда, строительно-монтажные работы, реконструкция, безопасность, рабочее место

Проблема. Социальная и техническая политика в строительной отрасли Украины ориентирована в большей степени на проведение капитального ремонта и реконструкцию существующего жилого фонда страны. Проведение комплекса строительных работ в этом случае сопровождается воздействием на рабочих значительно большего количества опасных и вредных производственных факторов, чем при новом строительстве, что отражается на показателях производственного травматизма.

Актуальность. Анализ статистических данных по травматизму при выполнении строительно-монтажных работ свидетельствует, что 60% их происходит при капитальном ремонте зданий и сооружений различного функционального назначения. Исследования травмоопасных факторов свидетельствуют о том, что 6,75% от общего количества несчастных случаев со смертельным исходом на строительной площадке происходит при падении предметов с высоты; около 40% из 60%, приходится на несчастные случаи, произошедшие вследствие падения рабочих с высоты (при выполнении работ по ремонту и окраске фасадов зданий, утеплении наружных стен, ремонту кровель, замене водосточных систем, надстройке одного или нескольких этажей, замене инженерного оборудования и др.). Особенно остро стоит проблема обеспечения безопасности как работающих рабочих-строителей, так и жителей, проживающих в реконструируемом здании, и работающего персонала в случае проведения ремонтных и реконструктивных работ без отселения жильцов и без прекращения работы вышеотмеченного персонала, располагающихся на первом этаже.

Это весьма характерно для зданий областных центров и городов областного подчинения (торгового, административного и обслуживающего назначения).

Учитывая, что при проведении текущих ремонтов, перепланировки, осуществлении надстроек строители вынуждены пользоваться существующим входами в здание имеет место слияние производственных потоков работающих с потоками жителей и потоками работающих в административных и торговых помещениях, располагаемых на первом этаже, приводящее не только к значительным неудобствам, но и последствиям, связанных с травмами и несчастными случаями. Устраиваемые при этом временные защитные козырьки (как правило неинвентарные) не решают полностью проблему безопасности как рабочих строителей, так и жильцов и работников действующих организаций (располагающихся на 1-м этаже) реконструируемого здания. Кроме этого, устройство защитных козырьков весьма трудоемко и требует большого расхода пиломатериалов, использование которых весьма проблематично.

Цель исследований. Для повышения безопасности труда при реконструкции и капитальном ремонте жилых зданий, а также с целью повышения производительности труда, сокращения времени

нахождения людей в зоне потенциального воздействия опасных факторов и улучшения условий труда при выполнении строительно-монтажных работ и, соответственно, снижения уровня производственного травматизма на строительных площадках требуется решение двух технических задач:

- первой задачей является обеспечение безопасности как работающих строителей, так и жителей и работников организаций, располагаемых на первом этаже реконструируемого или отремонтированного здания при входе и выходе из последнего;
- второй задачей является разделение производственных от непроизводственных потоков (жителей и работников организаций, располагаемых на первом этаже здания) при входе и выходе из здания.

Методика исследований. Решение первой задачи представлено в работе [2], которое подтверждено полученным декларационным патентом Украины [3] на конструкцию защитного коридора. Одним из преимуществ данного решения является возможность просто и быстро устанавливать его у входов в здание, значительно сокращая трудоемкость его возведения, и получать экономический эффект за счет многократного использования. Предложенная конструкция коридора получила положительную оценку в ремонтно-строительных организациях г. Днепропетровска.

Решение второй задачи представлено на рис. 1, где предложена конструкция дополнительной секции защитного коридора, позволяющая направить производственные потоки рабочих – строителей по вертикали, т.е. без пересечения с гражданским населением. Решение этой задачи подтверждено декларационным патентом Украины [4].

Предлагаемый защитный коридор устанавливают следующим образом.

Защитный коридор содержит внешнюю и внутреннюю секции, каждая из которых состоит из каркаса, обшитого металлическими листами с окнами, при этом внешняя секция оснащена монтажными петлями, а внутренняя секция оборудована ходовым механизмом 7. Внешняя секция каркаса оснащена отверстием для входа 8, вертикальными направляющими в виде швеллеров 9, приставной лестницей с перилами 10, соединенной с помощью площадки 11 со стационарной выдвигной двухсегментной лестницей внутренней секции 12, которая содержит поворотную часть 13, выполненную с возможностью установки в оконный проем и оборудованную выдвигным защитным козырьком 14.

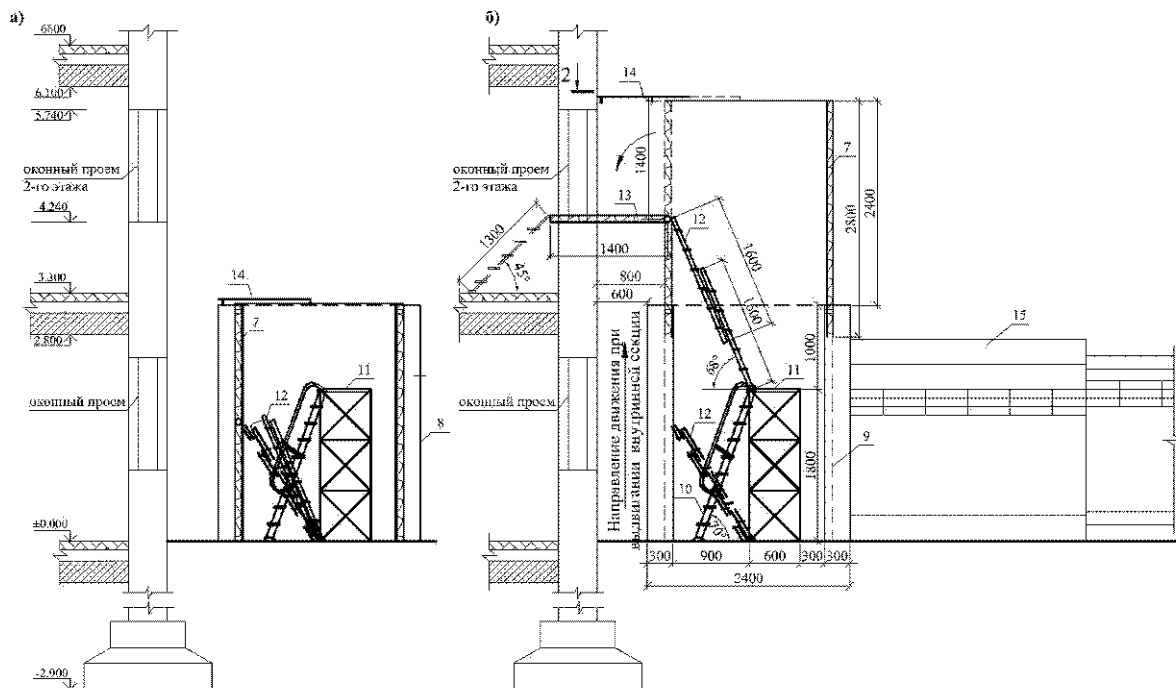


Рисунок 1 – Конструкция защитного коридора в начальном и рабочем положениях и его стыковка с другими элементами коридора: а) начальное положение; б) стыковка с другими элементами коридора.

С помощью грузового автомобиля конструкцию перевозят к месту назначения, где грузоподъемным механизмом за монтажные петли выгружают его с одновременной установкой в проектное положение. Путем выдвижения его внутренней телескопической части на необходимую высоту.

Предложенная конструкция является универсальной и инвентарной, ее можно использовать многократно, за счет чего срок окупаемости значительно сокращается. Масса секций защитного коридора составляет около 3000 кг, что позволяет смонтировать и демонтировать его с использованием кранов грузоподъемностью до 7,5 т, используя при этом стандартные грузозахватные приспособления в виде четырехветвевых строп.

Габаритные размеры конструкции позволяют перевозить ее с объекта на объект обычными серийно выпускаемыми автотранспортными средствами. Предложенная конструкция секций позволяет устроить защитный коридор высотой 5,5 м, тем самым обеспечить подъем рабочих — строителей сразу на второй этаж реконструируемого здания, т.е. на отметку оконного проема +4,200 м.

При необходимости переноса входа от реконструируемого здания на большее расстояние в предложенной конструкции предусмотрена возможность стыковки ее с ранее разработанной конструкцией 15 [3].

Предложенные конструкции секций защитного коридора позволяют:

- 1) сэкономить материальные затраты, снизить трудоемкость по устройству защитных средств от возможного падения предметов при выполнении работ по ремонту и утеплению наружных стен здания;
- 2) сократить фонд заработной платы, повысить производительность труда, разделив производственные потоки, связанные с выполнением строительно-монтажных работ и проживающими жителями реконструируемого жилого здания;
- 3) улучшить условия труда и создать безопасные условия при капитальном ремонте или реконструкции жилых или общественных зданий;
- 4) получить экономический эффект от внедрения защитного коридора в строительно-технологический процесс в размере 5 902,65 грн.

Таким образом, предложенные конструкции защитных коридоров обеспечивают повышение эффективности выполнения строительно-монтажных работ, снижение числа несчастных случаев при выполнении реконструктивных и ремонтных работ, что обеспечивает безопасные условия труда при реконструкции не только жилых, но и зданий другого функционального назначения. Внедрение предложенных конструкций в условиях сложившейся городской застройки способствует сокращению производственного травматизма, что является важной предпосылкой сохранения и укрепления здоровья работников, повышения их благосостояния и трудовой активности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диденко Л. М. обеспечение безопасности при выполнении ремонтных и реконструктивных работ жилищных объектов / Л. М. Диденко, Р. Б. Папірник, А.Ю. Войнаков // Строительство, материаловедение, машиностроение. — 2008. — Вып. 46. — С. 117 - 121.
2. Диденко Л.М., Сафонов В.В., Каховський В.Г. і ін. Охорона праці при реконструкції і капітальному ремонті виробничих будинків / Під ред. Л.М. Диденко. — К.: Будівельник. — 1994. — - 192 с.
3. Пат. 33598 А Україна, 6 Е 04 Н 15/00. Захисний коридор / Березюк А.М., Діденко Л. М., Папірник Р. Б., Шкадовський Д. А.
4. Пат. 40404 Україна, МПК Е04Н 15/00. Захисний коридор / Мелашич В. В., Діденко Л. М., Папірник Р. Б., Рибалка К. А.; замовник та патентоволодар Придніпровська державна академія будівництва та архітектури. — № u200812041; заявл. 10.10.2008; опубл. 10.04.2009, Бюл. № 7.
5. Бутырин А. Ю. Проблема травматизма в строительстве / А. Ю. Бутырин // Строительный эксперт. — 2003. — №21. — С. 8-9.

Л. М. ДІДЕНКО, К. А. РИБАЛКА

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ВИКОНАННЯ РОБІТ ПРИ РЕМОНТІ І РЕКОНСТРУКЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва і архітектури", Відособлений структурний підрозділ "Інститут безперервної спеціальної освіти"

Проведений аналіз статистичних даних з травматизму при виконанні будівельно-монтажних робіт в умовах ремонту і реконструкції будівель і споруд. Запропонована конструкція захисного коридору, що забезпечує підвищення ефективності виконання будівельно-монтажних робіт, зниження числа нещасних випадків при виконанні реконструктивних і ремонтних робіт.

охорона праці, будівельно-монтажні роботи, реконструкція, безпека, робоче місце

L.M. DIDENKO, K.A. RYBALKA

PROVIDING OF SAFETY WORKS IMPLEMENTATION WHILE REPAIRING AND RECONSTRUCTION OF DWELLINGS

State Higher Educational Establishment "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", Isolated structural subdivision "Institute of the Continuous Special Education"

The analysis of statistical data was carried out on traumatism while implementation of building and assembling in the condition of repairing and reconstruction of buildings and structures. The construction of protective corridor is offered, that provides the efficiency inherence of implementation of buildings and assembling, reducing accidents while implementation of reconstruction and repairing works.

labour protection, buildings and assembling works, reconstruction, safety, workplace

Діденко Леонід Михайлович — к.т.н., доцент, завідувач кафедри "Будівництво і архітектура Державного вищого навчального закладу "Придніпровської державної академії будівництва та архітектури" відокремленого структурного підрозділу "Інституту безперервної фахової освіти". Наукові інтереси: розробка інженерно-технічних рішень щодо модернізації існуючих засобів праці та поліпшення її організації, які дозволяють підвищити безпеку виконання будівельно-монтажних робіт та поліпшити умови праці будівельників під час ремонту та реконструкції житлових будинків.

Рибалка Катерина Анатоліївна — к.т.н., доцент кафедри "Будівництво і архітектура Державного вищого навчального закладу "Придніпровської державної академії будівництва та архітектури" відокремленого структурного підрозділу "Інституту безперервної фахової освіти". Наукові інтереси: розробка інженерно-технічних рішень щодо модернізації існуючих засобів праці та поліпшення її організації, які дозволяють підвищити безпеку виконання будівельно-монтажних робіт та поліпшити умови праці будівельників під час ремонту та реконструкції житлових будинків.

Диденко Леонид Михайлович — к.т.н., доцент, заведуючий кафедри "Строительство и архитектура государственного высшего учебного заведения "Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры" отдельного структурного подразделения "Института непрерывного профессионального образования". Научные интересы: разработка инженерно-технических решений относительно модернизации существующих средств труда и улучшения ее организации, которые позволяют повысить безопасность выполнения строительно-монтажных работ и улучшить условия труда строителей во время ремонта и реконструкции жилых домов.

Рыбалка Екатерина Анатольевна — к.т.н., доцент кафедры "Строительство и архитектура государственного высшего учебного заведения "Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры" отдельного структурного подразделения "Института непрерывного профессионального образования". Научные интересы: разработка инженерно-технических решений относительно модернизации существующих средств труда и улучшения ее организации, которые позволяют повысить безопасность выполнения строительно-монтажных работ и улучшить условия труда строителей во время ремонта и реконструкции жилых домов.

Didenko Leonid Mykhaylovych — CSc., an assistant professor, the Head of the "Building and Architecture" Chair of State Higher Educational Establishment "Prydniprov'sk State Academy of Civil Engineering and Architecture" of Separated Structural Subdivision "Institute of Continuous Trade Education". Scientific interests: elaboration of technical solutions in relation to modernization of existent facilities of labour and improvement its organizations which allow to promote safety of implementation of building and assembling and to improve of labour of builders conditions during repairing and reconstruction of dwellings.

Rybalka Katerina Anatol'evna — CSc., an assistant professor, of the "Building and Architecture" Chair of State Higher Educational Establishment "Prydniprov'sk State Academy of Civil Engineering and Architecture" of Separated Structural Subdivision "Institute of Continuous Trade Education". Scientific interests: elaboration of technical solutions in relation to modernization of existent facilities of labour and improvement its organizations which allow to promote safety of implementation of building and assembling and to improve of labour of builders conditions during repairing and reconstruction of dwellings.

УДК 614.89:669

А. С. БЕЛИКОВ, С. Ю. РАГИМОВ, В. А. ШАЛОМОВ

ГБУЗ "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры"

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ РАБОЧЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Рассматривается усовершенствование методики исследования термодинамической напряженности на рабочих местах с использованием физического моделирования и энергетической освещенности с учетом параметров источников теплового излучения.

термодинамическая напряженность, моделирование, теплоизлучение, оптическая освещенность, энергетическая освещенность

Источниками инфракрасного излучения являются значительная часть производственных процессов, поверхности оборудования и т.д.

Анализ исследований показал, что не менее 60% всей потерянной теплоты от энергетических установок распространяется путем инфракрасного излучения. Поток теплового излучения рабочего пространства характеризуется энергетической освещенностью, которая зависит от расстояния до теплового источника.

Для решения задачи по энергетической освещенности (облученности) используют формулу:

$$E_0 = L \int_{\Omega} \cos \alpha d\Omega, \quad (1)$$

где E_0 — энергетическая освещенность; Вт/м²;

L — яркость, излучения источника; Вт/(ср • м²);

α — угол, под которым облучается объект относительно нормали; °;

Ω — телесный угол, под которым виден источник излучения;

Интегрируя выражение (1), при условии, что $E_0 = \max$ и $\cos \alpha = 1$, а облученность практически не изменяется для формы поверхности источника излучения близкой к квадрату, получим:

$$E_0 = \frac{4L_a}{\sqrt{4l^2 + a^2}} \arctg \frac{a}{\sqrt{4l^2 + a^2}}, \quad (2)$$

где a — сторона площадки источника излучения; м;

L — расстояние от центра излучающей поверхности до облучаемой точки; м;

Определение значения E_0 , а и L на практике часто связано со значительными трудностями, особенно на расстоянии ≤ 1 м, ввиду специфики работы тепловых агрегатов, что отмечалось ранее.

Характер изменения интенсивности теплового излучения источников от расстояния до рабочего места подчиняется квадратичной зависимости и совпадает с кривыми, полученными нами при физическом световом моделировании. Рассмотрим эти зависимости в плане математического моделирования, что по нашему мнению позволит расширить энергетические диапазоны исследования

и получить результаты с большим квантованием по расстоянию и по пределам интенсивности теплового излучения. Рассмотрим процесс излучения энергии от объекта к поглощаемой площадке облучаемого объекта. Телесный угол измеряется площадью, определяемой телесным углом по сфере единичного радиуса с центром и вершиной (рис. 1).

При этом с увеличением угла зрения, определяемого отношением сторон с линейными размерами a, b, h, R , телесный угол сохраняется даже при бесконечном уменьшении элементарных площадок излучаемой поверхности.

$$R = \sqrt{h^2 + \frac{a^2}{4}}. \quad (3)$$

Если $R=1$, то линейные размеры изменяются при том же телесном угле, тогда получим:

$$b = \frac{\frac{a}{2}}{\sqrt{h^2 + \frac{a^2}{4}}} = \frac{a}{\sqrt{4h^2 + a^2}}. \quad (4)$$

Если примем $\frac{a}{2}/b = \frac{R}{1}$; $b = \frac{a}{2}/R$.

То все размеры элементарной единичной сферы вписываются в уравнение единичной сферы.

$$S = \iint \sqrt{1 + \left(\frac{df}{dx}\right)^2 + \left(\frac{df}{dy}\right)^2} dx dy, \quad (5)$$

где $f = z = \sqrt{1 + x^2 + y^2}$ — уравнение единой части сферы.

Размещение осей (рис. 2) на элементарной площадке и координат представляет полярную область, в которую проектируется кусок сферы.

Переходя к полярным координатам элементарной площадки после ее интегрирования и проводя соответствующее преобразование, мы получим следующее выражение

$$s = 8 \int_0^{\pi/4} d\phi \int_0^{b/\cos\phi} \frac{\rho d\rho}{\sqrt{1-\rho^2}} = -8 \int_0^{\pi/4} \sqrt{1-\rho^2} d\phi = -8 \int_0^{\pi/4} \sqrt{\cos^2\phi - b^2} \frac{d\rho}{\cos\phi} + 2\pi. \quad (6)$$

После преобразования мы уже можем записать формулы определения E_0 в следующем виде:

$$E_0 = 4ha * (4h^2 + a^2)^{-1} * \arctg(a * (4h^2 + a^2)^{-\frac{1}{2}}), \quad (7)$$

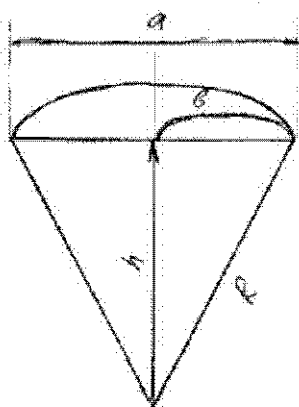


Рисунок 1 — Схема расчета энергетической освещенности элементарной площадки.

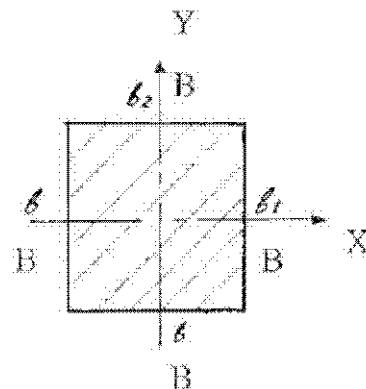


Рисунок 2 — Полярные коэффициенты элементарной площадки.

где a — сторона квадрата, м;

h — расстояние от центра излучающей поверхности до освещаемой (облучаемой точки), м.

Согласно предварительным условиям постановки задачи, мы знаем расстояние до источника излучения h : энергетическая освещенность (облученность) E_0 и размер источника. Исходя из положения взаимосвязи тепловых величин, яркость источника L может быть определена из данного выражения, а значение $4L$ представим как какую-то безотносительную величину A и зададим ее как характеристику источника в широких границах заданного предела существования.

В отличие от работ Стрежекурова Э. Е., Бабаева А. Ф. и др., нами учитывались различные формы источников, а также суммарное воздействие теплового излучения от нескольких источников.

Источники могут быть прямоугольными, вытянутыми с соотношением сторон 1:4 и более. Также часто отверстия (окна) печей могут быть круглыми, овальными и квадратными. Исходные формулы в таких случаях отличаются.

Рассмотрим основополагающие формулы излучающего тела. Также рассмотрим пример суммарного облучения от нескольких источников принимаем 2, хотя возможно и большее количество источников.

Если же источник будет прямоугольником, то формулы несколько изменятся. Освещенность точки, находящейся на расстоянии h от одной из вершин светящегося прямоугольника:

$$E = \frac{L}{2} \left(\frac{a}{\sqrt{h^2 + a^2}} \arctg \frac{b}{\sqrt{h^2 + a^2}} + \frac{b}{\sqrt{h^2 + a^2}} \arctg \frac{a}{\sqrt{h^2 + a^2}} \right), \quad (8)$$

где a, b — размеры прямоугольника.

Если имеем квадрат, то получим следующую зависимость:

$$E = 4L \frac{a}{\sqrt{h^2 + a^2}} \arctg \frac{a}{\sqrt{h^2 + a^2}}. \quad (9)$$

Если круглый диск, то

$$E = \frac{\pi L a^2}{h^2 + a^2}. \quad (10)$$

Освещенность от круглого диска радиуса a на диске радиуса a' , находящегося на расстоянии h :

$$\Phi_{1-2} = \frac{\pi^2 L}{2} \left[(h^2 + a^2 + a'^2) - \sqrt{(h^2 + a^2 + a'^2)^2 - 4a^2 a'^2} \right]. \quad (11)$$

Эта формула следует из общей формулы

$$\Phi_{1-2} = \iint_{AA'} \frac{L \cos \theta' \cos \theta}{l^2} dA dA'. \quad (12)$$

Данная общая зависимость — это левая часть интегрального уравнения, полученного при рассмотрении обратной задачи радиационного излучения, состоящей в отыскании температурного распределения на поверхности по известному полю полусферической плотности падающего излучения на них. Из закона сохранения энергии получено интегральное уравнение первого рода.

Рассмотрим общее положение системы источника излучения и облучаемого объекта.

Пусть имеется некоторая произвольная замкнутая система серых диффузно излучающих тел, разделенных прозрачной средой (рис. 3-4). Одна из постановок обратной задачи в этом случае заключается в отыскании температурного распределения на поверхностях тел $T(M)$ по известному полю полусферической плотности падающего излучения $E_{\Pi}(M)$ на них. На основании закона сохранения энергии эта задача в стационарном случае сводится к решению интегрального уравнения первого рода

$$\int_F E_{\text{зф}}(N) \frac{\cos \theta_M \cos \theta_N}{r_{MN}^2} dF_N = E_{\Pi}(M), \quad (13)$$

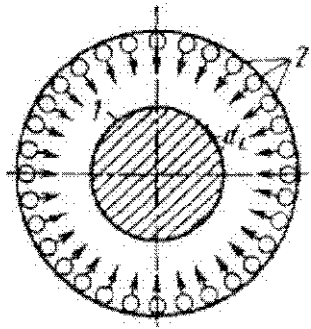


Рисунок 3 — Инфракрасный имитатор:
1 — испытываемый образец; 2 — излучатели.

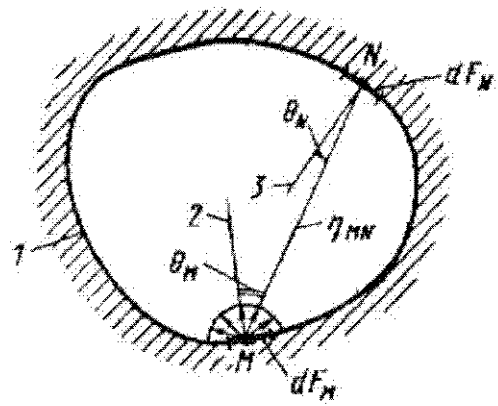


Рисунок 4 — Замкнутая система тел: 1 — диффузно излучающая поверхность F; 2, 3 — нормали к поверхностям в точках M и N соответственно.

относительно полусферической плотности эффективного излучения $E\mathcal{E}_\phi$ с последующим расчетом поля температуры $T(M)$ по формуле

$$T(M) = \left\{ \frac{1}{\varepsilon\sigma} [E_{\mathcal{E}_\phi} - 1(1-A)E_\Pi] \right\}^{1/4}. \quad (14)$$

Здесь под падающим излучением E_n понимается сумма поглощенного и отраженного поверхностью излучений. Эффективное излучение, исходящее с поверхности серого тела, представляет собой сумму собственного и отраженного излучений.

Задачи подобного типа возникают при определении режимов работы радиационных нагревательных устройств в экспериментальных стендах и различных технологических процессах.

Сформулированные обратные задачи радиационного теплообмена — это стационарные и линейные задачи, в которых лучеобменивающиеся тела считаются непрозрачными.

После преобразований зависимости (13), получим зависимость:

$$E_{\mathcal{E}_\phi}(M) = \iint_F E_{\mathcal{E}_\phi}(N) \frac{\cos \theta_M \cos \theta_N}{\pi r_{MN}^2} dF_N. \quad (15)$$

Рассмотрим систему дискретно излучающих источников (для примера два источника) с одинаковой интенсивностью излучения. Допустим также есть два облучаемых объекта. Тогда на основе зонального метода составления уравнения теплового баланса, характеризующего равенство тепловых потоков, воспринимаемых каждым элементом в условиях облученности и заданных тепловых потоков q_1, q_2 (рис. 5).

Приходим к системе линейных уравнений

$$\begin{cases} J_1 A_{11} \cos \theta_{11} + J_2 A_{12} \cos \theta_{12} = \frac{1}{\pi} q_1 \\ J_1 A_{21} \cos \theta_{21} + J_2 A_{21} \cos \theta_{21} = \frac{1}{\pi} q_2 \end{cases}, \quad (16)$$

A_{ij} — поглощательная способность i -того элемента по отношению к j -тому излучателю;

θ_{ij} — угол направления от j -того излучателя на i -тый облучаемый элемент;

J_x — искомая интенсивность K излучателя.

Эта задача решается достаточно просто, так как является линейной системой уравнений.

Так в случае двух источников излучения и двух объектов облучения имеем

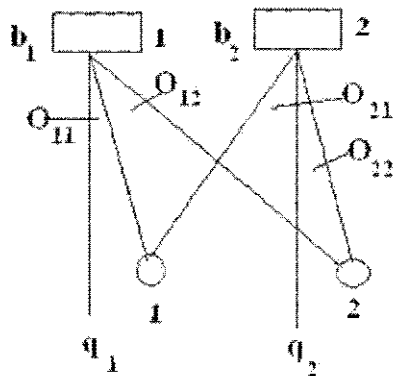


Рисунок 5 — Система дискретно излучающих источников.

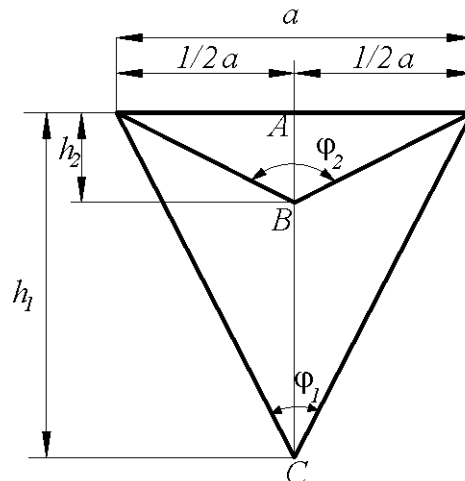


Рисунок 6 — Схема измерения и определения теплового излучения.

$$J_1 = \frac{1}{\pi} \frac{q_2 A_{11} \cos \theta_{11} - q_1 A_{21} \cos \theta_{21}}{A_{11} A_{22} \cos \theta_{11} \cos \theta_{22} - A_{12} A_{21} \cos \theta_{12} \cos \theta_{21}}, \quad (17)$$

$$J_2 = \frac{1}{\pi} \frac{q_1 A_{22} \cos \theta_{22} - q_2 A_{12} \cos \theta_{12}}{A_{11} A_{22} \cos \theta_{11} \cos \theta_{22} - A_{12} A_{21} \cos \theta_{12} \cos \theta_{21}}. \quad (18)$$

Общая система уравнений для n облучаемых элементов и m облучателей примет вид:

$$\pi \sum_{j=1}^m J_j A_{ij} \cos \theta_{ij} = q_i, \quad i = 1, n. \quad (19)$$

Для наглядности изобразим схему проведения измерения энергии излучения от источника теплового излучения от источника теплового излучения по нормали (рис. 6). Где a — сторона источника излучения; точка A — центр источника; точка B — место, где производится замер энергии; точка C — расчетное значение величины энергии измерения; h_2 — расстояние, с которого проводились экспериментальные замеры; h_1 — расстояние до расчетной точки; углы ϕ_1 и ϕ_2 , под которыми виден источник с точки C и B .

Более безопасно и удобно измерение угла ϕ под которым виден источник излучения с некоторого расстояния h_1 (рис. 6) при условии, что измерение проводится по нормали к нему.

Яркость излучения источника L содержит в себе значения энергетической силы, температуры, степени черноты. Все эти величины в отдельности уже несут в себе погрешности измерения, но входят в величину энергетической освещенности E .

Величину E с достаточной точностью мы можем определить приборными средствами.

Для этого преобразуем уравнение следующим образом: разделим числитель и знаменатель обеих дробей на a , получим

$$E = \frac{A}{\sqrt{4 \operatorname{ctg}^2 \frac{\phi}{2} + 1}} \operatorname{arctg} \frac{1}{\sqrt{4 \operatorname{ctg}^2 \frac{\phi}{2} + 1}}. \quad (20)$$

Для определения величины A применим метод наименьших квадратов. Будем изменять и измерять интенсивность теплового облучения E_0 на разных расстояниях от источника. Получим ряд E_0 и обозначим эти значения через y_i .

Рассмотрим функцию

$$S(\varphi, A) = \sum_{i=1}^k [x_i - \phi(\varphi_i)]^2, \quad (21)$$

где $f(\varphi_i, A) = A * \left[\left(\frac{4 + 4 \cos \phi}{\sin \phi} \right)^2 + 1 \right]^{-\frac{1}{2}} * \arctg \left[\frac{4 + 4 \cos \phi}{\sin \phi} + 1 \right]^{-\frac{1}{2}}.$

Продифференцируем функцию $S(\varphi_i, A)$ по A и приравняем к нулю, т.к. производная функции в точке минимума равна нулю. Из полученного уравнения определим

$$\frac{dS}{dA} = 2 \sum_{i=1}^k [X_i - \phi(\varphi_i)] * \left[\left(\frac{4 + 4 \cos \phi_i}{\sin \phi_i} \right)^2 + 1 \right]^{-\frac{1}{2}} * \arctg \left[\left(\frac{4 + 4 \cos \phi_i}{\sin \phi_i} \right)^2 + 1 \right]^{-\frac{1}{2}} = 0. \quad (22)$$

После преобразования формулы (21), мы сможем получить реальное выражение A через угловые коэффициенты

$$A = \frac{\sum_{i=1}^k x_i \left[\left(\frac{4 + 4 \cos \phi_i}{\sin \phi_i} \right)^2 + 1 \right]^{-\frac{1}{2}} * \arctg \left[\left(\frac{4 + 4 \cos \phi_i}{\sin \phi_i} \right)^2 + 1 \right]^{-\frac{1}{2}}}{\sum_{i=1}^k x_i \left[\left(\frac{4 + 4 \cos \phi_i}{\sin \phi_i} \right)^2 + 1 \right]^{-1} * \arctg \left[\left(\frac{4 + 4 \cos \phi_i}{\sin \phi_i} \right)^2 + 1 \right]^2}. \quad (23)$$

Преобразовав и упростив формулу (22), мы получим зависимость для аналитического расчета искомой интенсивности теплового облучения на рабочем месте:

$$E_b = A * \left[\left(\frac{4 + 4 \cos \phi_i}{\sin \phi_i} \right)^2 + 1 \right]^{-\frac{1}{2}} * \arctg \left[\left(\frac{4 + 4 \cos \phi_i}{\sin \phi_i} \right)^2 + 1 \right]^{-\frac{1}{2}}, \quad (24)$$

где B — точка в рабочем пространстве источника или в рабочей зоне обслуживания, в которой определяется облученность, рис. 6.

Определив любым радиометром, тепломером значение E_c на базовом расстоянии h_i под углом видения ϕ_i , вычисляем значение A (рис. 6):

$$A = E_c \left[\left(\frac{4 + 4 \cos \phi_i}{\sin \phi_i} \right)^2 + 1 \right]^{-\frac{1}{2}} * \left[\arctg \left[\left(\frac{4 + 4 \cos \phi_i}{\sin \phi_i} \right)^2 + 1 \right]^{-\frac{1}{2}} \right]^{-1}. \quad (25)$$

Полученное значение A подставив в формулу (23), получим зависимость:

$$E_b = E_c \left[\left(\frac{4 + 4 \cos \phi_i}{\sin \phi_i} \right)^2 + 1 \right]^{-\frac{1}{2}} * \left[\arctg \left[\left(2 \frac{h_2}{h_1} \frac{1 + \cos \phi_1}{\sin \phi_1} \right)^2 + 1 \right] \right]^{-\frac{1}{2}} * \left[\arctg \left[\left(\frac{4 + 4 \cos \phi_1}{\sin \phi_1} \right)^2 + 1 \right] \right]^{-\frac{1}{2}} * \left[2 \frac{h_2}{h_1} \left(\frac{1 + \cos \phi_2}{\sin \phi_2} \right)^2 + 1 \right]^{-\frac{1}{2}} . \quad (26)$$

Полученная зависимости позволяет определить интенсивность теплового облучения на рабочем месте с учетом значения ϕ_i и базового расстояния.

Расчет интенсивности теплового облучения на рабочем месте по формуле (25) трудоемок и поэтому на практике удобнее пользоваться номограммой, которую, на основании светового моделирования, необходимо разработать и построить.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. — К.: МОЗ, — 1999.
2. Герашенко О. А. Царенко Н. В., Сажина С. А., Грабовский В. В. Измерения лучистой составляющей в диапазоне спектра 1-8 мкм. Вестник Киевского политехнического института. Серийного приборостроения, 1977. — Вып. 7. — С.40-42.
3. Межгосударственный стандарт. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. ГОСТ 30494-96. Госстрой России, ГУП ЦПП, 1999.
4. International standard. Moderate thermal environments — Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. ISO 7730. Second edition. 1994-12-15.
5. ASHRAE Handbook of Fundamentals, 1993.

А. С. БЕЛИКОВ, С. Ю. РАГИМОВ, В. А. ШАЛОМОВ
ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ
ОСВІТЛЕНOSTІ РОБОЧОГО ВИРОБНИЦТВА
ДВНЗ "Придніпровська державна академія будівництва і архітектури"

Розглядається удосконалення методики дослідження термодинамічної напруженості на робочих місцях з використанням фізичного моделювання і енергетичної освітленості з врахуванням параметрів джерел теплового випромінювання.

термодинамічна напруженість, моделювання, тепловипромінювання, оптична освітленість, енергетична освітленість

A. S. BELIKOV, S. YU. RAGIMOV, V. A. SHALOMOV
THEORETICAL RESEARCHES OF INTENSITY OF POWER LUMINOSITY OF
WORKING PRODUCTION
SHEE "Prydniprovsk'sk State Academy of Civil Engineering and Architecture"

The improvement of research method of thermodynamic tension is considered on workplaces using physical modelling and power illumination taking into account the parameters of sources of thermal radiation.

thermodynamic tension, modelling, thermal radiation, optical illumination, power illumination

Беликов Анатолий Серафимович — д.т.н., профессор кафедры "Безпеки життєдіяльності" Придніпровської державної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: охорона праці і екологія.

Рагимов Сергій Юсубович — підполковник служби цивільного захисту Науково-дослідного інституту пожежної безпеки Міністерства по надзвичайних ситуаціях України. Наукові інтереси: пожежна безпека і охорона праці.

Шаломов Володимир Анатольєвич — к.т.н., доцент кафедри "Безпеки життєдіяльності" Придніпровської державної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: охорона праці і екологія.

Беликов Анатолий Серафимович — д.т.н., профессор кафедры "Безопасности жизнедеятельности" Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: охрана труда и экология.

Рагимов Сергей Юсубович — подполковник службы гражданской защиты Научно-исследовательского института пожарной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Украины. Научные интересы: пожарная безопасность и охрана труда.

Шаломов Владимир Анатольевич — к.т.н., доцент кафедры "Безопасности жизнедеятельности" Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: охрана труда и экология.

Belikov Anatoliy Serafimovych— Dr. Sc.(Eng.), professor, the Head of the ""Safety of vital to live" Chair of Prydniprov's'k State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: labour protection and ecology.

Ragimov Sergiy Yusubovych — a lieutenant colonel of Service of Civil Defence of the Research Institute of Fire Safety of Ministry on the Extraordinary Situations in Ukraine. Scientific interests: fire safety and labour protection.

Shalomov Volodymyr Anatol'evych — candidate of Engineering Sciences, the assistant professor of the "Safety of vital to live" of Prydniprov's'k State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: labour protection and ecology.

УДК 614.89:669

С. Ю. РАГИМОВ

ГБУЗ "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры"

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНЫХ НОМОГРАММ ДЛЯ ОЦЕНКИ ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕПЛООВОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

Рассматривается построение универсальных номограмм для оценки интенсивности теплового облучения на рабочих местах.

инфракрасное излучение, радиационное излучение, энергетическая освещенность

Актуальность. На сегодняшний день в Украине более 3 млн. человек работают в условиях, не удовлетворяющих требованиям санитарно-технических норм, которые приводят к массовым профессиональным заболеваниям. Оценка негативного влияния инфракрасного излучения на работающих и защита от него является одной из важнейших задач охраны труда и безопасности жизнедеятельности.

Анализ последних исследований и публикаций. Анализ оценки интенсивности теплового облучения на рабочих местах показал, что применяемые приборы и оборудование и сам процесс измерения из-за конструктивных недостатков и влияния теплового поля имеет значительные погрешности. Поэтому нами проведены исследования оценки интенсивности облучения рабочих мест и выведены универсальные номограммы, которые должны упростить процесс измерений.

Цель работы. Разработать универсальные номограммы для оценки интенсивности теплового облучения на рабочих местах, которые упростят процесс измерений.

Методика исследования. Используя допущения о том, что размеры теплового излучения принимаем максимальные 6х6 метров, а минимальные — 0,2х0,2 м, интенсивности теплового облучения $E_{0\max} = 16000 \text{ Вт/м}^2$; $E_{0\min} = 100 \text{ Вт/м}^2$; расстояния от источника до точки замера не более 20 м, получим значение $A_{\max} = 2900000$; $A_{\min} = 10,0$; $\Delta A = 100000$.

$$\varphi_{1\max} = 58^\circ; \quad \varphi_{1\min} = 1^\circ; \quad \max \Delta\varphi = 1^\circ$$

Внешний цикл расчета меняется A с шагом ΔA .

Внутренний цикл расчета меняется φ_1 с шагом 1° .

На рис. 1 получено семейство кривых, характеризующих источники теплового излучения. Однако пользоваться ею не очень удобно, особенно в области от 30° до 0° и $E_0 = 7 \times 10^3 \text{ Вт/м}^2$ до 0 . Высокая насыщенность и близость расположения кривых друг от друга усложняет работу и вносит существенную погрешность.

Согласно разработанной схемы измерения выбираем точки замеров h_1 и h_2 .

Следующей важной характеристикой моделирования является влияние зависимости углов зрения φ_1 и φ_2 от отношения δ расстояний точки замеров h_1 до искомой точки замера h_2 .

$$\delta = \frac{h_1}{h_2} = \frac{\operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\varphi_2}{2}}. \quad (1)$$

Для построения этого семейства кривых принимаем:

$$\varphi_{2\max} = 60^\circ; \quad \varphi_{2\min} = 0^\circ; \quad \Delta\varphi_2 = 2^\circ;$$

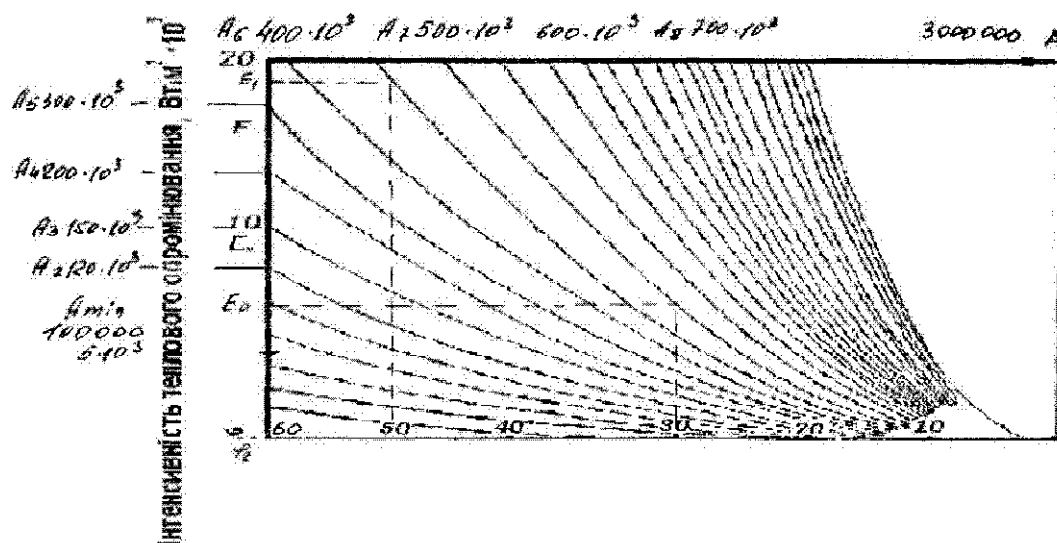


Рисунок 1 – Зависимость изменения величины A от угла зрения φ .

$$\varphi_{1\max} = 60^0; \quad \varphi_{1\min} = 1^0; \quad \Delta\varphi_1 = 1^0.$$

Здесь мы так же сталкиваемся с проблемой погрешности колебания на участке φ_1, φ_2 от 10^0 до 0: и δ — от 10 до 60. Аналогично зависимости приведенной на рис. 2.

Решаем эту проблему аналогично с предыдущими рисунками и переводим значения кривых на рис. 3 в логарифмический масштаб и получаем рис. 4.

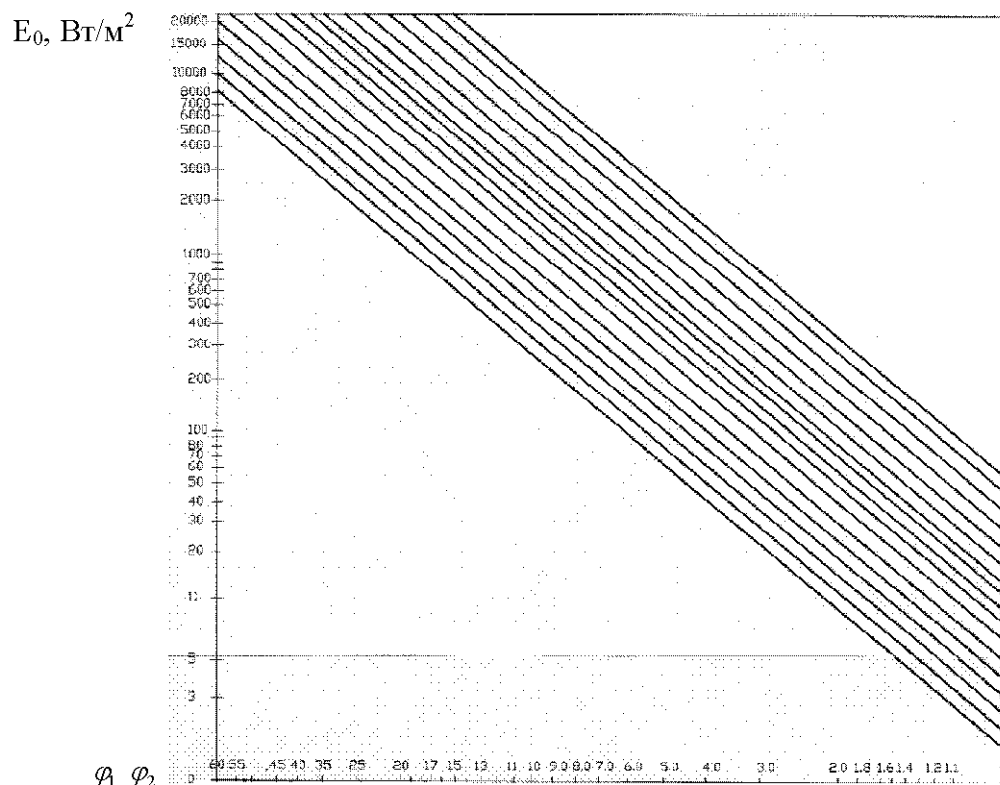
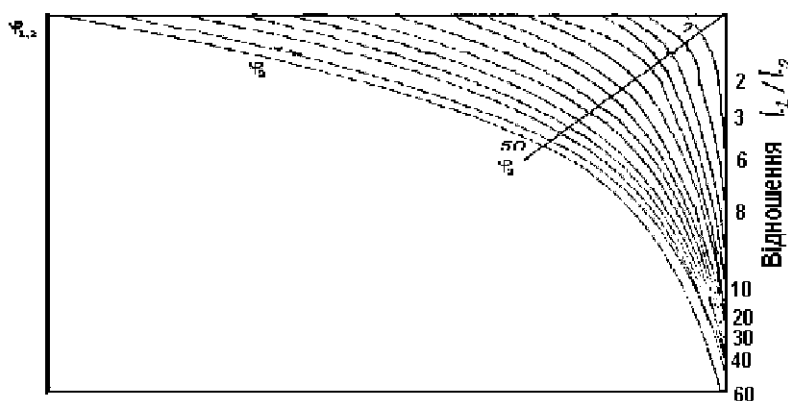


Рисунок 2 — Зависимость изменения величины A от угла зрения φ_1 и φ_2 в логарифмическом масштабе.

Рисунок 3 — Зависимость изменения углов φ_1 и φ_2 .

Для удобства работы объединим оба рисунка рис. 2. и рис. 4, выполненных в логарифмическом масштабе, и получим универсальную номограмму, полученную на основе экспериментальных замеров по световому моделированию и кривых, построенных на основе расчетов.

Проверка экспериментальных данных светового моделирования, экспериментальных замеров в производственных условиях и теоретических расчетных данных по номограмме показывают хорошую сходимость. Теоретические кривые адекватно описывают терморadiационный процесс. Проверка на адекватность проводилась по критерию Фишера и корреляционному отношению. Корреляционное отношение не ниже 0,98. Проверка на нормативность распределения проводилась по критерию X^2 — квадрат.

Корреляционные отношения R рассчитывались по формуле

$$R = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k (x_i - x_p)^2}{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2} \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (2)$$

x_p — расчетное значение облученности точки.

Критерий Фишера рассчитывали по формуле:

$$F = \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x})^2 * \left[\sum_{i=1}^k (x_i - x_p)^2 \right]^{-1}. \quad (3)$$

Полученная номограмма позволяет оперативно, точно определять интенсивность типового облучения на любом расстоянии от источника теплового излучения и создавать безопасные условия труда для исследователей.

Для пользования номограммой в случае сложности и опасности измерения величины тепловой облученности необходимо от значения E_b (рис. 2) провести горизонталь до пересечения с углом видения источника излучения φ_1 , от точки пересечения восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с прямыми. Прямые характеризуют безотносительные кривые характеризующие источник излучения.

Затем определяем отношение величин — $\delta = \frac{l_1}{l_2}$ от точки δ проводим горизонталь до пересечения

с прямой пересечения φ_1 ; точка пересечения покажет угол φ_2 от точки пересечения δ и φ_2 , восстанавливаем перпендикуляр до линии A , с которой пересеклась линия E_b , определяем искомое значение E_e .

Для определения погрешностей расчета, подставив ранее полученные выражения, получим:

$$\left(\frac{4 + 4 \cos \phi_i}{\sin \phi_i} \right)^2 + 1 = \frac{4L_1^2 + a}{a^2}.$$

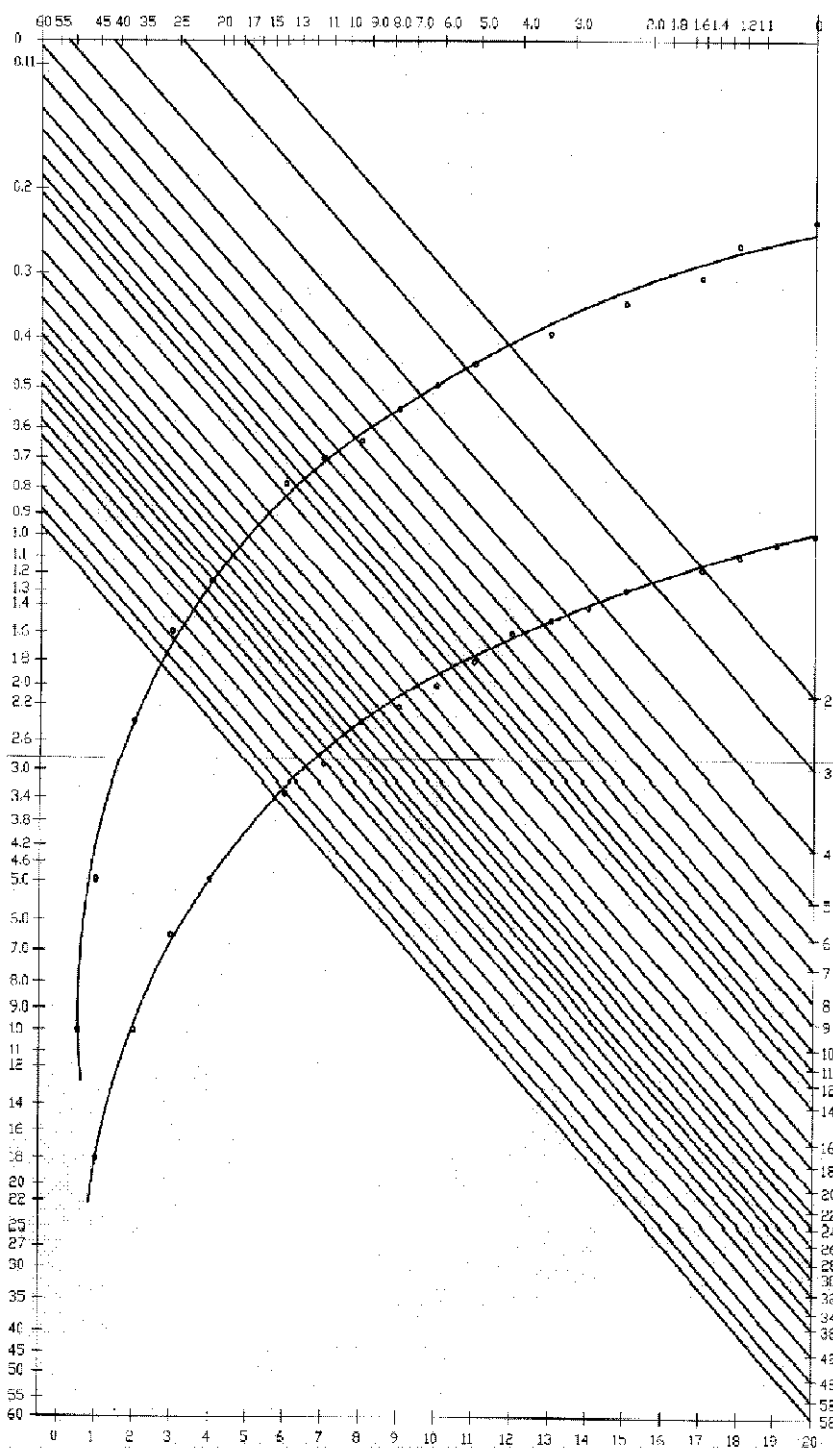


Рисунок 4 — Зависимость изменения углов φ_1 и φ_2 от отношения δ в логарифмическом масштабе.

$$A = E_0 \frac{\sqrt{4L_1^2 + a^2}}{a * \arctg \frac{1}{\sqrt{4L_1^2 + a^2}}} \quad (4)$$

Подставляя значение A в формулу, получим окончательную зависимость:

$$E = E_0 \frac{\sqrt{4L_1^2 + a^2} \operatorname{arctg} \frac{a}{\sqrt{4L_2^2 + a^2}}}{\sqrt{4L_2^2 + a^2} \operatorname{arctg} \frac{1}{\sqrt{4L_2^2 + a^2}}} = E(E_0; L_1; L_2; a), \quad (5)$$

где E — искомая величина.

примем:

$\Delta L_2 = 0$, т.к. L_2 конкретно задано без изменения;

$\Delta E_0 = 0,05$, т.е. погрешность радиометра $\pm 5\%$;

$\Delta L_1 = 0,01$; т.к. точность определения расстояния $\pm 0,01$ м;

$\Delta \varphi_1 = 0,003$ т.к. точность измерения угла $\pm 1^\circ$ или $0,01$.

тогда

$$\Delta E = \left| \frac{de}{de_0} \right| \Delta E_0 + \left| \frac{de}{dL_1} \right| \Delta L_1 \left| \frac{de}{da} \right| \Delta a, \quad (6)$$

обозначим

$$\sqrt{4L_1^2 + a^2} = b_1; \quad \sqrt{4L_1^2 + a_1^2} = b_2,$$

$$\operatorname{arctg} \frac{a}{\sqrt{4L_2^2 + a^2}} = C_1; \quad \operatorname{arctg} \frac{a}{\sqrt{4L_2^2 + a}} = C_2$$

δ_0 — погрешность измерения E_0 , тогда после преобразования общая погрешность будет равна:

$$\delta = \frac{b_1}{b_2} * \frac{c_2}{c_1} \delta_0 + \frac{c_2}{b_2 c_1^2} \left[\frac{4L_1}{b_1} c_1 + \frac{4aL_1}{4L_1^2 + 2a^2} \right] \Delta L_1 +$$

$$+ \left| \frac{\left[\frac{a}{b_1} c_1 + \frac{4L_1^2 b_1}{(4L_1^2 + 2a^2) b_2} \right] b_2 c_1 - \left[\frac{a}{b_2} c_1 + \frac{4L_1^2 b_1}{(4L_1^2 + 2a^2) b_1} \right] b_1 c_1}{b_2^2 L_2^2} \right| \Delta a, \quad (7)$$

где $\Delta a = \Delta L_1 \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} + \frac{L_1}{2 \cos^2 \frac{\varphi_1}{2} * \Delta \varphi}$.

Из выражения 7 видно, что максимальная погрешность будет при $L = \max$; $L_2 = \min$; $a = \min$; $\varphi_1 = \min$. Представим себе наихудшее стечение неблагоприятных факторов при измерении:

$$l_1 = 20 \text{ м}; \quad l_2 = 1 \text{ м}; \quad a = 0,5 \text{ м}; \quad \varphi_{\min} = 4 + 6^\circ;$$

тогда максимальная погрешность определения интенсивности теплового облучения по номограмме будет:

$$\delta_{\max} = 0,082, \text{ т.е. } 8,2\%.$$

Выводы. Предложенная методика позволяет наиболее точно производить оценку термической напряженности на рабочем месте по сравнению с существующими методиками [1-5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по применению теплозащитных средств в горячих цехах металлургической промышленности. — К.: — Минздрав УССР. — 1983. — 33 с.
2. Крикунов Г. Н., Беликов А. С., Шлыков Н. Ю., Кияница А. О. Снижение пожароопасности объектов в проектных решениях. — Сб. научн. тр. "Экономика, менеджмент, маркетинг, управление проектами, организация". — Дн-ск: Наука и образование. — 2003. — Вып. №3. — С.89-92.
3. Беликов А. С., Кияница А. А., Шлыков Н. Ю., Рабич Е. В. Нормирование и оценка теплового излучения на рабочих местах. — Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. Научн. трудов. — Днепропетровск: ПГАСиА, — 2005. — Вып. 33. — С. 99-109.
4. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. — К.: МОЗ, — 1999.
5. Геращенко О. А., Царенко Н. В., Сажина С. А., Грабовский В. В. Измерения лучистой составляющей в диапазоне спектра 1-8 мкм. Вестник Киевского политехнического института. Серийного приборостроения. — 1977. — Вып. 7. — С.40-42.

С. Ю. РАГІМОВ

РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНИХ НОМОГРАМ ДЛЯ ОЦІНКИ ІНТЕНСИВНОСТІ
ТЕПЛООВОГО ОПРОМІНЕННЯ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ

ДВНЗ "Придніпровська державна академія будівництва і архітектури"

Розглядається побудова універсальних номограм для оцінки інтенсивності теплового опромінення на робочих місцях.

інфрачервоне випромінювання, радіаційне випромінювання, енергетична освітленість

S. YU. RAGIMOV

DEVELOPMENT OF UNIVERSAL NOMOGRAMM FOR THE ESTIMATION OF
INTENSITY OF THERMAL IRRADIATION ON WORKPLACES

SHEE "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture"

The construction of universal nomogramm is examined for the estimation of intensity of thermal irradiation on workplaces.

infra-red radiation, radiation, power luminosity

Рагімов Сергій Юсубович — підполковник служби цивільного захисту науково-дослідного інституту пожежної безпеки Міністерства з надзвичайних ситуацій України. Наукові інтереси: пожежна безпека і охорона праці.

Рагімов Сергей Юсубович — подполковник службы гражданской защиты научно-исследовательского института пожарной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Украины. Научные интересы: пожарная безопасность и охрана труда.

Ragimov Sergey Yusubovych — a lieutenant colonel of Service of Civil Defense of the Research Institute of Fire Safety of Ministry on the Extraordinary Situations in Ukraine. Scientific interests: fire safety and labour protection.

УДК 699.887.3

А. С. БЕЛІКОВ, О. І. КАПЛЯ, О. В. ПИЛИПЕНКО, Г. Г. КАПЛЕНКО, А. В. САЛЕНКО, І. Г. ДЕРЕВ'ЯНКО
ДВНЗ "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури"

ВИЯВЛЕННЯ ЗАГРОЗ ТА НЕБЕЗПЕК, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПЕРСОНАЛ ДП "38 ВІТЧ" ПРИ ВИКОНАННІ СЛУЖБОВИХ ОБОВ'ЯЗКІВ

Підвищення рівня безпеки співробітників ДП "38 ВІТЧ" при виконанні ними своїх службових обов'язків та мінімізація доз опромінення населення є рушійною силою даних досліджень, спрямоване, у першу чергу, на підвищення радіаційної якості проектних рішень щодо захисту як хвостосховищ, так і території Південної частини Придніпровського проммайданчика.

безпека, радіаційна якість, опромінення населення, індивідуальний ризик, відходи уранового виробництва

В Україні серйозну загрозу становлять понад п'ять тисяч підприємств і організацій, що використовують і зберігають понад 100 000 приладів з радіоактивними матеріалами (ізотопами). На поточний момент у зв'язку з розвалом Радянського Союзу закриттям багатьох таких спеціалізованих підприємств та руйнуванням достатньо стрункої системи обліку і контролю в минулому достовірною кількість таких підприємств невідома.

Україна є і залишається країною з досить розвинутою ядерною галуззю, до якої входить:

- чотири діючих АЕС (Запорізька, Південно-Українська, Рівненська, Хмельницька);
- зупинена в 2000 році Чорнобильська АЕС;
- об'єкт "Укриття";
- два науково-дослідні реактори в Науковому центрі "Інститут ядерних досліджень" м. Київ;
- Севастопольському національному університеті ядерної енергії та промисловості, м. Севастополь; (СНУЯЕІП);
- Підкритична збірка в СНУЯЕІП;
- Ядерні установки в Національному науковому центрі "Харківський фізико-технічний інститут", м. Харків;
- Державне виробниче об'єднання "Радон";
- Українське державне виробниче підприємство "Ізотоп";
- Виробниче об'єднання "Східний гірничо-збагачувальний комбінат (м. Жовті Води);
- Державне підприємство. Дирекція підприємства, що будується на базі Новокосятинівського родовища уранових руд;
- Виробниче об'єднання "Придніпровський хімічний завод" — невведене з експлуатації уранове виробництво, м. Дніпродзержинськ;

З точки зору забезпечення ядерної фізичної безпеки привертають до себе підвищену увагу установки і сховища, де містяться матеріали з високим ступенем збагачення.

Особливого контролю вимагає Чорнобильська зона відчуження та об'єкт "Укриття", де утворено найрізноманітніші за складом та активністю радіоактивні продукти ядерної аварії (катастрофи), у тому числі паливовмісні маси. У створюваному в зоні відчуження сховищі відпрацьованого ядерного палива — СВЯП-2 передбачається зберігання ядерного матеріалу з сумарною активністю понад 1 млн. 200 тисяч кюрі, а розрахункова кількість плутонію — 239 близько 4 тон. Зона відчуження, як і раніше, є привабливою для порушників та злочинних елементів, що не залишають спроб несанкціонованого вивозу радіоактивно забруднених матеріалів, конструкцій, технічних засобів за її межі.

Геополітичне положення України обумовлює високу щільність вантажо і пасажиропотоків, зокрема транзитних, що створюють принципові, реальні можливості незаконному переміщенню ядерних

© А. С. Беліков, О. І. Капля, О. В. Пилипенко, Г. Г. Капленко, А. В. Саленко, І. Г. Дерев'янка, 2010

і радіоактивних матеріалів через її кордони. При цьому необхідно враховувати відносну "прозорість" периметрів- меж як зони відчуження, так і інших радіаційно-небезпечних об'єктів на значній їх протяжності.

Радіаційно-ядерні об'єкти створює і формує переважно атомна енергетика, що займає одне із провідних місць в економіці України, та забезпечує роботою близько 40 тисяч працівників. Протягом останніх років в енергетичному балансі країни атомні електростанції виробляють понад 50% електроенергії, маючи при цьому лише 22,7% встановлених потужностей. Зараз в експлуатації знаходиться 15 енергоблоків, з яких 13 – типу ВВЕР-1000,2 – типу ВВЕР-400, що серед існуючих АЕС розподіляються наступним чином (табл. 1).

Кабінетом Міністрів України Постановою від 17 жовтня 1996 року №1268 було створено Державне підприємство "Національна атомна енергетична компанія "Енергоатом" (НАЕК "Енергоатом"), що поєднала п'ять українських атомних електростанцій. У зв'язку з достроковим припиненням експлуатації Чорнобильської АЕС та виведення її зі складу Компанії, для вирішення питань працевлаштування вивільненого персоналу, з метою підвищення управління якістю та ефективністю ремонтних робіт, що проводяться на атомних електростанціях, наказом НАЕК "Енергоатом" від 29 листопада 2000 року № 821 було створено підприємство "Атомремонтсервіс" (АРС).

Чотири атомні електростанції, АРС, а також "Науково-технічний центр", "Атоменергомаш" та "Управління справами" є відокремленими підрозділами (структурними одиницями) НАЕК "Енергоатом".

Компанія "Енергоатом" здійснює діяльність відповідно до статуту у співробітництві з органами державної влади та самоврядування в центрі та на місцях. НАЕК "Енергоатом" підпорядковується Міністерству палива та енергетики України.

Міністерство палива та енергетики України формує державну політику в галузі, репрезентує та відстоює інтереси України в МАГАТЕ, інших міжнародних організаціях відносно функціонування, ефективності та безпеки ядерної енергетики.

Відповідно до Закону України "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку" на НАЕК "Енергоатом" покладено функції експлуатуючої організації, що відповідає за безпеку усіх АЕС країни. Крім того, компанія "Енергоатом" займається спорудженням нових та реконструкцією діючих енергопотужностей, закупівлею свіжого та вивезенням відпрацьованого ядерного палива, створення національної інфраструктури поводження з відпрацьованим ядерним паливом та радіоактивними відходами, фізичним захистом об'єктів атомної енергетики, перепідготовкою, підвищенням кваліфікації кадрів, вирішенням соціальних проблем своїх працівників тощо. Головним завданням НАЕК

Таблиця 1 – Енергетичні потужності і типи реакторів радіаційно-небезпечних об'єктів

Назва АЕС	№ енергоблоку	Тип реактора	Встановлена електрична потужність
Запорізька АЕС	1	ВВЕР 1000/320	1000
	2	ВВЕР 1000/320	1000
	3	ВВЕР 1000/320	1000
	4	ВВЕР 1000/320	1000
	5	ВВЕР 1000/320	1000
	6	ВВЕР1000/320	1000
Південно-Українська АЕС	1	ВВЕР 1000/302	1000
	2	ВВЕР 1000/338	1000
Рівненська АЕС	3	ВВЕР 1000/320	1000
Хмельницька АЕС	1	ВВЕР 400/213	420
	2	ВВЕР 400/213	415
	3	ВВЕР 1000/320	1000
	4	ВВЕР 1000/320	1000
	1	ВВЕР 1000/320	1000
	2	ВВЕР 1000/320	1000

"Енергоатом" було і залишається збільшення виробництва електроенергії на атомних електростанціях за невід'ємних умов постійного підвищення рівня безпеки їх експлуатації.

Для Дніпропетровської області, на адміністративній території якої знаходиться режимна територія Південної частини Придніпровського проммайданчика і яку охороняють співробітники ДП "38 ВІТЧ", можуть мати місце наступні найбільш поширені природні явища та техногенні загрози (небезпеки), що наведені в табл. 2, 3.

При визначенні умов праці та специфіки роботи персоналу та співробітників служб охорони та фізичного захисту ДП "38 ВІТЧ", при виконанні своїх службових обов'язків було виявлено наступні загрози та небезпеки:

1. Постійне або тимчасове перебування персоналу (у відповідності з посадовими інструкціями) на території Південної та Північної частини проммайданчику колишнього уранового виробництва ВО "ПХЗ" з підвищеним рівнем радіаційної небезпеки.

2. Співробітники, які перебувають на радіаційно-забрудненій території Південної частини проммайданчика, постійно піддаються впливу іонізуючих джерел випромінювання.

3. Також велику загрозу здоров'ю персоналу привносять хвостовища, в яких сконцентровано більш

Таблиця 2 — Ризик виникнення природної катастрофи

№ п/п	Природні явища	Індивідуальний ризик 10^{-6}
1	землетруси (до 4 балів)	0,01
2	затоплення від розливу природного русла р. Дніпро	0,53
3	зливи	43
4	підвищення ґрунтових вод	11
5	грози	168
6	урагани, смерчі	26
7	засухи	22
8	лісні пожежі	124

Таблиця 3 — Ризик виникнення техногенної катастрофи

№ п/п	Техногенні загрози (небезпеки)	Індивідуальний ризик 10^{-6}
1	вплив іонізуючих джерел випромінювання	постійно
2	катастрофічне затоплення від Кременчуцького чи Дніпродзержинського водосховища	1
3	руйнування сховищ РАВ	1
4	зараження вод питного горизонту	36
5	онкологічний ризик від опромінення ДДВ	постійно
6	вплив радону та його ДДП	постійно
7	враження струмом	25
8	аварія на залізничній платформі	0,08
9	пожежі чи підпали на території підприємства	0,1
10	нещасні випадки при роботі зі зброєю	4
11	терористичної атаки на режимній території	0,1

ніж 1,3 млн. тонн радіоактивних відходів уранового виробництва з вмістом високоактивних ізотопів та їх ДПР. Треба відмітити, що лише на одному з трьох хвостовищ — "Західне" було проведено реконструкцію покриття, дренажів і укріплення схилу. На даний час хвостосховище "Західне" є єдиним на території проммайданчика, де завершено рекультиваційні роботи. Отже, роботи по зменшенню впливу радіаційно-небезпечного опромінення від накопичених відходів в хвостовиках "Центральний Яр", "Південно-Східне" на персонал вже почались.

4. Потенційну небезпеку для співробітників охорони та фізичного стану підприємства привносять відстійники з пульпою або мулом молібденового виробництва. При сухій та спекотній погоді вода з відстійників випарюється, що додатково підсилює вплив ізотопів, радону та їх ДПР.

5. При засушливій та сухій погоді підвищується небезпека вивітрювання накопиченого на поверхні ґрунтів, будівель, споруд та дорогах радіаційно-забрудненого пилу, який теж підвищує вірогідність потрапляння радіонуклідів та їх ДПР до організму співробітників ДП "38 ВІТЧ", які обслуговують Південну та Північну частини проммайданчика колишнього уранового виробництва ВО "ПХЗ".

6. Крім цього, близькість розташування проммайданчика до р. Дніпро, може привести до підняття рівня ґрунтових вод, у випадку:

- катастрофічного затоплення при прориві однієї з чотирьох гідротехнічних споруд на водосховищах, які знаходяться вище за течією (Київське, Каховське, Кременчуцьке або Дніпродзержинське водосховища);

- зливах;

- опадах.

7. Вплив електричного струму:

- при обриві силових кабелів устаткування;

- при влученні блискавки в систему оповіщення (сигналізації) може привести до ураження охоронців, які виконують свої службові обов'язки;

- при доторканні, до та під час грози, до дроту системи оповіщення.

8. Виникнення пожеж:

- при влученні блискавки та займанні деревини або інших горючих та легкозаймистих матеріалів;

- при засушливій погоді;

- при навмисних підпалах;

- при порушенні правил використанні легкоспалахуючих та горючих речовин в технологічних та виробничих процесах.

9. Руйнування сховищ РАВ:

- при опадах та зливах може зруйнуватися ґрунтова поверхня хвостосховища, що може привести до потрапляння радіаційно-забруднених відходів колишнього уранового виробництва на поверхню території, що знаходяться нижче хвостосховища;

- при зсувах ґрунту, стін хвостосховищ;

- при підтопленні ґрунтовими водами хвостосховищ;

- при підвищенні сейсмічної активності;

- при проведенні несанкціонованих робіт щодо укріплення периметру або поверхні хвостосховищ.

10. Нещасні випадки при роботі зі зброєю.

11. Аварії на залізничній платформі або залізничних шляхах.

12. Підвищений ризик онкологічних захворювань у зв'язку з постійним або тимчасовим перебуванням на радіаційно-забрудненій території Південної частини проммайданчика колишнього уранового виробництва ВО "ПХЗ".

13. Підвищений вплив дії опромінення:

- при виявленні радіоактивних речовин та матеріалів та недопущенні вивозу їх через КПП;

- при виявленні радіоактивно забрудненого транспорту та вантажів та недопущенні вивозу їх через КПП;

- при проведенні замірів на території Південної частини проммайданчика колишнього уранового виробництва ВО "ПХЗ".

14. Терористичні акти на режимній території.

Весь персонал, охорона та населення, яке проживає безпосередньо в близькості до Південної частини проммайданчика колишнього уранового виробництва ВО "ПХЗ", отримують підвищені рівні опромінення, що перевищують допустимі рівні доз для населення 1мЗв/рік , що є неприпустимим і може привести до виникнення соматичних, детермінованих або генетичних ефектів.

Сьогодні, ґрунтуючись на даних численних і тривалих спостережень впливу підвищених доз (опромінення в районах підвищеного природного радіаційного фону, опромінення в медичних цілях тощо) на населення та персонал, можна з впевненістю встановити, що тривале опромінення, у дозі до 5 берів (0,05 Зв) у дорослої, практично здорової людини або в дозі до кількох сотень мілібер у рік у населення, в цілому, не викликає ніяких несприятливих соматичних змін, що реально можна виміряти за допомогою сучасних приборів та методів досліджень.

Що стосується соматико-стохастичних і генетичних ефектів малих доз, то незважаючи на велику кількість виконаних досліджень, ще не має чіткої позиції щодо цих ефектів.

Найважливішим при оцінці небезпеки малих доз є проблема межі в залежності доза-ефект. Серед вчених відсутня єдина думка щодо існування порогу канцерогенної та мутагенної дії іонізуючого випромінювання.

У Публікації 9 МКРЗ стверджується, що у зв'язку з відсутністю в наш час переконливих доказів існування "порогу", основою рекомендацій МКРЗ є припущення, що будь-яка дія іонізуючого випромінювання може нести певний ризик розвитку соматичних або генетичних ефектів.

У Публікації 26 МКРЗ підтверджено, що для цілей радіаційного захисту необхідно зробити деякі допущення. Одним з основних допущень є те, що для стохастичних ефектів прийнято лінійну безпорогову залежність між дозою та імовірністю виникнення ефекту, що зустрічаються в умовах опромінення. Варто підкреслити, що застосування концепції безпорогової лінійної залежності доза-ефект підвищує реальну небезпеку, однак у цілому, дозволяє прийти до досить точних оцінок.

На режимній території Південної частини Придніпровського проммайданчика спостерігається підвищений рівень еманції радону в повітрі, місцями до 50000-60000 Бк/м³ (підвищена радоннебезпека). Зважаючи на те, що на радіаційно-забрудненій території розміщуються та здійснюють виробничу діяльність такі підприємства, як: ДНВП "Цирконій"; ДП "Смоли"; ДП "Поліхім"; ДП "ПГМЗ"; ДП "Магніт" (входять до сфери впливу Мінпаливенерго України) та приватні фірми: ЗАТ "ДЗМД", ТОВ "Поліхімпром"; ТОВ "Созідатель" та інші об'єкти підприємницької діяльності (близько 30). Необхідно визнати, що комерційні наміри деяких підприємців повинні відійти на другий план, а здоровий глузд узяти гору. Для виконання повноцінної та ефективної роботи ДП "38 ВІТЧ" з охорони та фізичного захисту території Південної частини Придніпровського проммайданчика ВО "ПХЗ" для усіх підприємств контроль, доступ, соціальний захист повинен бути однаковим.

Вважаємо перспективним план щодо повної консервації окремих будівель, складів, цехів та комплексів виробництва на території Південної частини Придніпровського проммайданчика ВО "ПХЗ"; заборонити вивіз радіаційно-забрудненої землі, лісоматеріалів, будматеріалів, добрив, металобрухту та інших матеріалів виробничого процесу ВО "ПХЗ" для унеможливлення розповсюдження радіації за межі режимної території. Для забезпечення радіаційної безпеки населення м. Дніпродзержинська та прилеглих територій, служби ДП "Бар'єр" та ДП "38 ВІТЧ" повинні бути спрямовані, у першу чергу, на підвищення радіаційної якості проектних рішень щодо захисту як самих хвостосховищ, так і самої території Південної частини Придніпровського проммайданчика. Другим завданням зниження колективного ризику є мінімізація доз опромінення населення. При цьому необхідний як диференційований підхід до вибору захисних заходів від величини радононадходження переважно з ґрунту на промисловому проммайданчику, так і облік високої ефективності застосування архітектурно-конструктивної та технічної груп захисних заходів. Використання засобів індивідуального захисту, спецодягу, спецзасобів та індивідуальних вимірювальних приборів, в тому числі і дозиметрів, для персоналу цих підприємств.

На підставі виконаного аналізу можна зробити деякі загальні висновки про соціальну прийнятність індивідуального ризику в різних сферах життєдіяльності:

1. Види діяльності, пов'язані з ризиком більше 10-2 у рік, є соціально неприйнятними видами діяльності людини.

2. Середній прийнятний рівень ризику діяльності в професійній сфері 2,5-10⁻⁴ у рік.

3. Діапазон соціально-прийнятного ризику забруднення навколишнього середовища може бути оцінений як критерій використати рівень ризику в природному середовищі перебування. Тоді максимальний рівень ризику за рахунок забруднення навколишнього середовища не повинен перевищувати 10⁻⁵ у рік.

Для цілей даного звіту про результати науково-практичних досліджень будемо розглядати, насамперед, професійну діяльність ДП "38 ВІТЧ" і штучне середовище перебування (на режимній території колишнього уранового виробництва ВО "ПХЗ").

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України "Про об'єкти підвищеної небезпеки" від 18.01.2001 №2245-111;
2. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97). — Киев: МОЗ, 1997, 121 с.
3. Основні санітарні правила противорадіаційного захисту України (ОСПУ) ДСП 6.074.120-01 - Київ: МОЗ. — 2001. — 135 с.
4. Сафонов В.В., Запрудин В.Ф., Пилипенко А.В. Современная концепция радиационной безопасности населения в Украине // III международный симпозиум "БЖД в 21 веке", Хургада, Египет, 2002. — С. 45-46.
5. Звіт про результати науково-практичних досліджень "Розробка, з урахуванням сучасних вимог безпеки, методичних рекомендацій з особливостями охорони та фізичного захисту режимної території колишнього уранового виробництва ВО "ПХЗ" з радіаційно-небезпечними об'єктами" / Кірнос В.М., Беліков А.С., Білоусов О.П. та інші // Звіт. — Дніпропетровськ, 2008. — 160 с.

А. С. БЕЛИКОВ, А. И. КАПЛЯ, А. В. ПИЛИПЕНКО, Г. Г. КАПЛЕНКО,
А. В. САЛЕНКО, И. Г. ДЕРЕВЯНКО
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГРОЗ И ОПАСНОСТЕЙ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПЕРСОНАЛ ДП
"38 ВІТЧ" ПРИ ИСПОЛНЕНИИ СЛУЖЕБНЫХ ОБЯЗАННОСТЕЙ
ГВУЗ "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры"

Повышение уровня безопасности сотрудников ДП "38 ВІТЧ" при исполнении ими своих служебных обязанностей и минимизация доз облучения населения является движущей силой данных исследований, направлено, прежде всего, на повышение радиационного качества проектных решений по защите как хвостовиц, так и территории Южной части Приднепровской промплощадки. **безопасность, радиационное качество, облучение населения, индивидуальный риск, отходы уранового производства**

A. S. BELIKOV, A. I. KAPLJA, A. V. PILIPENKO, G. G. KAPLENKO, A. V. SALENKO,
I. G. DEREVYANKO
DETERMINATION OF THREATS AND DANGERS, INFLUENCING ON PERSONNEL
DC "38 DITC" AT COURSE OF DUTY
SHEE "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture"

Increase of strength of employees of DC security "38 DITC" at execution by them the official duties and minimization of doses of irradiation of population is motive force of these researches, directionally, foremost, on the increase of radiation quality of project decisions on defence both хвостовиц and territories of South part of Prydniprovsk industrial ground.
Safety, radiation quality, irradiation of population, individual risk, wastes of uranium production

Капля Александр Иванович — генеральный директор державного підприємства "38 відділ інженерно-технічної частини". Наукові інтереси: охорона праці.

Піліпенко Александр Володимирович — доцент державного вищого навчального закладу "Придніпровська державна академія будівництва і архітектури". Наукові інтереси: охорона праці, радіаційна безпека.

Капленко Галина Григорівна — доцент державного вищого навчального закладу "Придніпровська державна академія будівництва і архітектури". Наукові інтереси: охорона праці.

Саленко Антон Вікторович — студент державного вищого навчального закладу "Придніпровська державна академія будівництва і архітектури". Наукові інтереси: охорона праці.

Дерев'янка Ірина Геннадіївна — студентка Придніпровської державної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: охорона праці і екологія.

Капля Александр Иванович — генеральный директор государственного предприятия "38 отдел инженерно-технической части". Научные интересы: охрана труда.

Пилипенко Александр Владимирович — доцент государственного высшего учебного заведения "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры". Научные интересы: охрана труда, радиационная безопасность.

Капленко Галина Григорьевна — доцент государственного высшего учебного заведения "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры". Научные интересы: охрана труда.

Саленко Антон Викторович — студент государственного высшего учебного заведения "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры". Научные интересы: охрана труда.

Деревянко Ирина Геннадьевна — студентка Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: охрана труда и экология.

Kaplya Olexander Ivanovich — a general director of State Enterprise "38 department of technical part". Scientific interests: labour protection.

Pilipenko Olexander Volodymyrovych — an assistant professor of State Higher Educational Establishment "Prydniprov'sk State Academy of Civil Engineering and Architecture". Scientific interests: labour protection, radiation safety.

Kaplenko Galina Grigor'evna — an assistant professor of State Higher Educational Establishment "Prydniprov'sk State Academy of Civil Engineering and Architecture". Scientific interests: labour protection.

Salenko Anton Victorovich — a student of State Higher Educational Establishment "Prydniprov'sk State Academy of Civil Engineering and Architecture". Scientific interests: labour protection.

Derevyanko Irina Gennadiyevna — a student of State Higher Educational Establishment "Prydniprov'sk State Academy of Civil Engineering and Architecture". Scientific interests: labour protection and ecology.

УДК 624.012.45.046

В. И. ВЕРЕТЕННИКОВ, А. А. ДОЛМАТОВ, А. А. БАРМОТИН, Д. А. ТАХТАЙ, М. С. БУЛАВИЦКИЙ, А. Б. КОСИК
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА ПО СЕЧЕНИЮ И ОБЪЕМУ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАЗЛИЧНОГО СПОСОБА ФОРМОВАНИЯ

В статье представлен обзор результатов экспериментальных исследований характера (систематичности) распределения значений прочности тяжелого бетона по сечению и объему сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций, формуемых с применением виброуплотнения бетонной смеси. Приведен анализ влияющих факторов (www.concreteresearch.org — www.concrete.org.ua).

бетонные и железобетонные конструкции, прочность бетона, распределение свойств по объему, систематическая неоднородность, сборные и монолитные конструкции

ВВЕДЕНИЕ

Рекомендации пособия по проектированию [1] отмечают на необходимость учета при расчете внецентренно-сжатых бетонных элементов случайного эксцентриситета продольного усилия, вызванного неучтенными в расчете факторами, в том числе *неоднородностью свойств бетона по сечению*. Неоднородность бетона, по крайней мере, неучтенная при проектировании, является, как правило, нежелательным явлением, приводящим к перерасходу цемента для его покрытия [2].

Неоднородность свойств бетона, также упоминается многими авторами, как одна из главных причин погрешности тех или иных экспериментальных исследований [3], обследований конструкций зданий и сооружений и причина назначения дополнительных запасов прочности и переразвитых сечений конструкций. При этом крайне мало работ, посвященных качественной оценке (еще меньше — количественной) и анализу характера (характерности, систематичности) распределения свойств бетона по сечению конструкции или тем более по ее объему.

Обобщенные существующие исследования по данному вопросу и результаты собственных исследований автора (www.concrete.org.ua — www.concreteresearch.org) показали что основными факторами, приводящими к характерной (ее еще называют "систематической") неоднородности распределения прочностных свойств бетона являются следующие.

Первый фактор имеет место при формировании конструкции и определяется как *направление укладки и уплотнения бетонной смеси* — именно оно *запечатлевает*, как на фотопленке, *характерное изменение концентрации крупного заполнителя по высоте слоя укладки и уплотнения*, (которая в свою очередь, регламентирована нормами и, например, для уплотняемых глубинным вибратором, не должна превышать высоту рабочего органа вибратора — булав + 20-25 %, чего на практике, повсеместно, в угоду увеличения скорости укладки, снижения трудоемкости и занятости на этом процессе крана или стрелы, не придерживаются).

Вторым, существенно влияющим фактором, приводящим к характерному распределению прочности уже в поперечном направлении являются *условия выдерживания* (работы, эксплуатации) конструкции, особенно в возрасте до года (изменения происходят до возраста бетона 2-3 года [4]). Сюда относятся как условия (температура и относительная влажность) окружающей среды, так и открытость (отсутствие надежной длительной гидроизоляции одной или нескольких боковых поверхностей; примыкание иных материалов, не предохраняющих от потерь и дефицита влаги + наружных слоев бетона) боковых поверхностей конструкции. Этот второй фактор существенен только

для массивных конструкций (и защищенных) бетон внутренних слоев которых, не испытывающий дефицит влаги, сохраняет способность к дальнейшему набору своих характеристик и в результате имеющий после периода стабилизации свойств, значения прочности выше значений прочности бетона контрольных образцов. Следует понимать, что дефицит влаги в поверхностных слоях опосредовано влияет на градиент свойств по сечению конструкций (вызывает повышенную дифференциальную пористость наружных слоев - что прямо сказывается на прочности; позволяя реализовываться потенциалу деформаций усадки - в результате выраженная зона-полоса или зона-пояс трещинообразования по сечению). Т.о. следует разделить "запечатленное" при изготовлении характерное изменение по высоте (в направлении укладки бетонной смеси) и "приобретаемое" с возрастом, в перпендикулярном направлении (точнее в направлении открытых поверхностей). Т.е. для второго фактора существенен вопрос возраста.

К примеру, автор [5] для раннего возраста приводит следующее распределение прочности по сечению (рис.1), (которое диаметрально отличается от распределений для стабильного возраста - прим. авт.). Он отмечает, что уменьшение прочности внутренних слоев (т.н. "ядро пониженной прочности"), в зависимости от вида опалубки, объясняется тем, что при уплотнении бетонной смеси происходит перемещение воды из ближайших к опалубке слоев в непосредственную зону контакта с опалубкой. В результате близлежащие к опалубке слои частично обезвоживаются, а в зонах контакта с опалубкой увеличивается содержание воды, следовательно повышается водоцементное соотношение. Т.е., при прочих равных условиях, влажность бетона изменяется в зависимости от температурно-влажностного режима твердения и возраста бетона. Причем бетоны, даже в раннем возрасте имеют неравномерно распределенную влажность по своему сечению. Затем она выравнивается, а в более поздние сроки, как справедливо отмечает автор, влажность поверхностных слоев несколько меньше влажности внутренних слоев.

Так же возможны вариации, например укладка бетонной смеси в одном положении опалубки, а уплотнение в другом (как например, при центрифугировании и т.д.). Тогда следует исходить в своих предположениях из конкретных условий и влияющих факторов.

Кроме этого, в конструкциях может возникать неоднородность прочностных свойств бетона, вызванная нагружением, и т.д., но она уже не может быть в чистом виде названа "характерной" и в данной работе не рассматривается. При этом, к "характерной" может быть отнесена неоднородность распределения прочности по сечению, вызванная термообработкой сборных конструкций в камерах пропаривания (рис. 2) [6].

Лещинский А. М. выявил и исследовал систематическую неоднородность прочности бетона сборных железобетонных конструкций, формируемых на виброплощадках, которая, по его мнению наблюдается практически при всех способах формования и тепловлажностной обработки, но только Лещинский указывал на систематическую неоднородность главным образом по высоте изделий (в направлении бетонирования). Его работы выявили 10-35 % е различие прочности при самом массовом (в то время — прим. авт.) способе формования, при высоте формируемых элементов в среднем 300-400 мм. Экстраполяция его кривых, полученных для случая формования на виброплощадках, распределения прочности по высоте (по направлению бетонирования) полученных Лещинским на

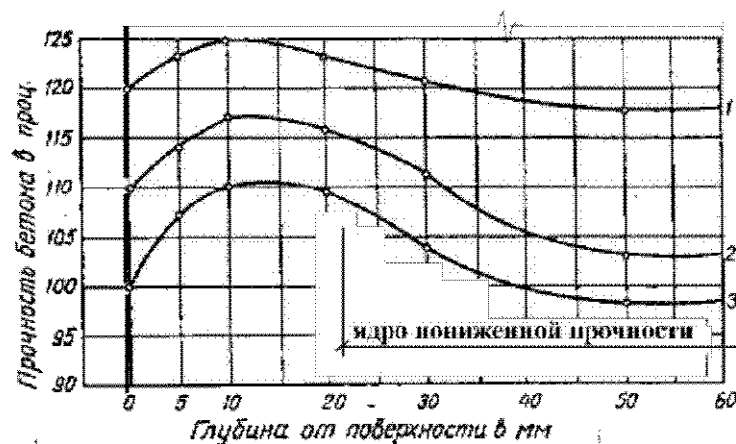


Рисунок 1 — Зависимость прочности бетона от удаленности участка сечения от поверхности [5] для случая: 1 — железобетонной опалубки, 2 — металлической опалубки, 3 — деревянной опалубки.

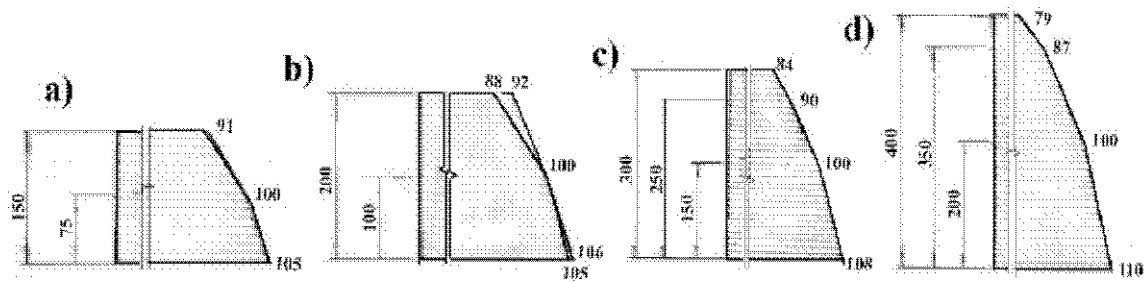


Рисунок 2 — Эпюры распределения прочности бетона по высоте конструкций, формируемых на виброплощадках и подверженных термообработке до распалубливания (перегибы).

высоту современных самых массовых конструкций — монолитных колонн, невозможна даже без учета более сильного наклона у поверхностных слоев, так как уходит в минус. Кроме этого, в его исследованиях присутствовал фактор вносящий некоторую погрешность в результаты (применялись как правило методы неразрушающего контроля прочности) [10, 11, 12]. Изменение прочности имеет место наряду с изменением физико-механических свойств, которые использовались им как косвенные при неразрушающем контроле прочности. Т.о. кроме действительной неоднородности автор отмечает возможность получения кажущейся неоднородности (искаженной). Сложность состоит также в том, что указанные виды неоднородностей (при использованных им методах) могут быть взаимосвязанными и взаимонесвязанными. По экспериментальным данным диссертации Лещинского А. М. (1979-1983 гг.), при формировании изделия на виброплощадке, наибольшие отклонения состава бетонной смеси от исходного, в разных частях изделия (и соответственно возникновение "систематической неоднородности" прочностных свойств в направлении укладки), происходят в результате *изменения водосодержания* (и соответственно В/Ц), а также в результате *изменения концентрации крупного заполнителя в разных частях изделия* [6] (рис.3).

С учетом всего вышесказанного, рассмотрим экспериментальные данные и других исследователей характера изменения прочности бетона по сечениям железобетонных элементов различного способа формирования.

Новгородский М. А. [5] приводит эпюру распределения прочности бетона по высоте монолитной колонны в ее зрелом возрасте, но как он сам отмечает, неизвестно количество слоев укладки и их

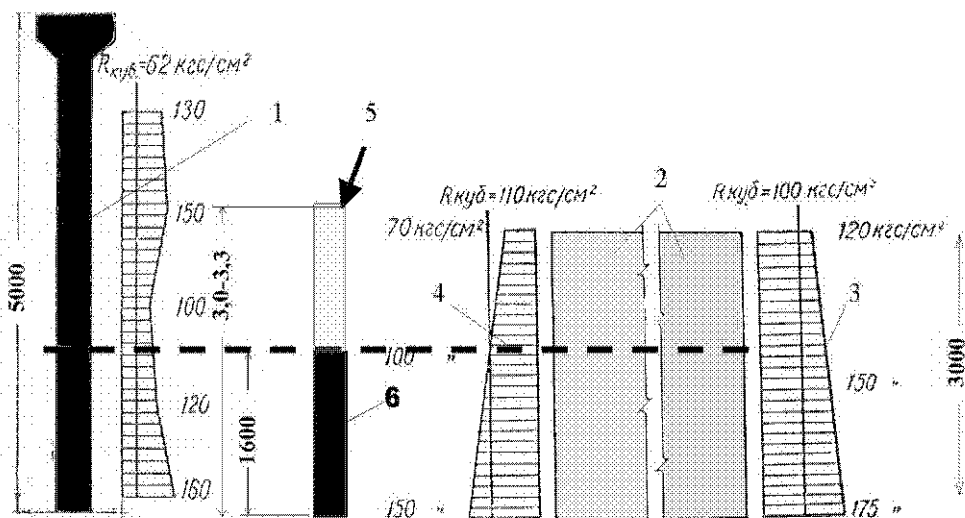


Рисунок 3 — Изменение прочности бетона по высоте конструкций, формируемых в вертикальном положении (данные М. А. Новгородского): 1 — монолитная колонна (5 м); 2 — стеновые панели типа ВС-2, ВС-9 (высота 3,0 м), 3, 4 — эпюры прочности с термообработкой и без; 5 — габарит монолитной колонны 400х400 мм (3-3,3 м); 6 — нахождение в объеме колонны экспериментального фрагмента.

высота. Приведенные эпюры на рис. 3 использовались для подбора минимально необходимой высоты экспериментальных фрагментов колонн в исследованиях неоднородности прочности бетона, упомянутом далее (рис. 4).

По данным японских исследователей Юаса, Касай и Мацуи [14], уменьшение влажности начинается сразу после начала высыхания. К 28 суткам независимо от в/ц уменьшение достигает 50 мм от поверхности (рис. 6). Долгосрочное распределение влажности не зависит от возраста образца к началу высыхания и контролируется расстоянием от поверхности и равновесным содержанием влаги, которое является функцией внешней относительной влажности и водоцементного отношения. Бабков В. В. [4] привязывает изменение прочности по сечению в стабильном возрасте, к повышенной дифференциальной пористости этих зон.

Вопросы анизотропии свойств бетона также исследовал и другой японский ученый [15, 16] (1966-1987 гг.). Он использовал для выявления анизотропии испытания на растяжение кубических образцов и кернов, вынутых из моделей и реальных конструкций. Прочность на растяжение в направлении укладки бетонной смеси выявилась постоянно меньшей чем в перпендикулярном направлении. Он обнаружил, что анизотропия свойств бетона, зависящая от направления укладки бетонной смеси, более явственно (четко) проявляется в реальных конструкциях (!! — прим. авт.), чем в образцах или в моделях конструкций. Особенно, по его словам, это заметно для случая "стенowego" элемента здания.

Для оценки неоднородности деформаций усадки по объему бетонных элементов и их влияния на напряженно-деформированное состояние конструкций различной массивности авторами выполнены расчеты полей относительной влажности и температуры (рис. 7) по методике [19].

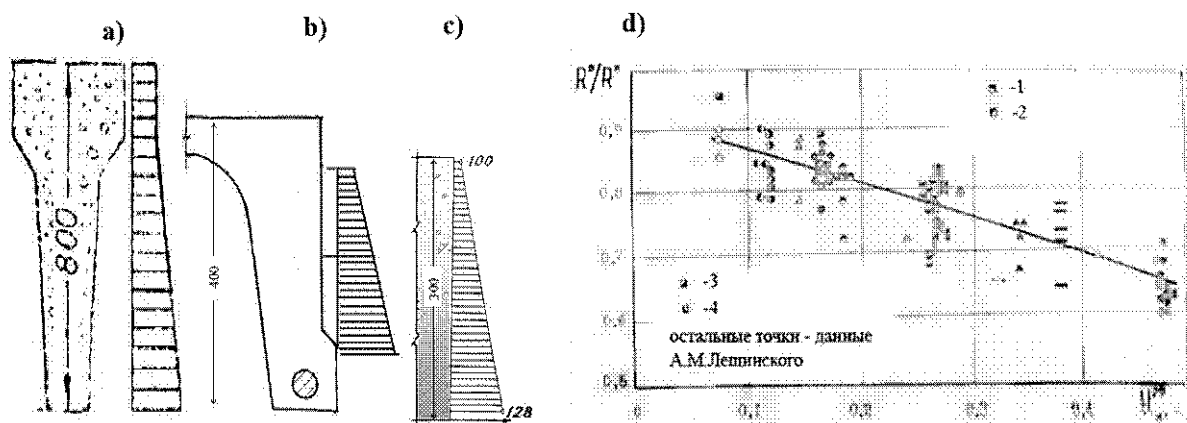


Рисунок 4 — Эпюры распределения прочности конструкций, подвергающихся виброуплотнению: а) сборной подкрановой балки [5], б) ребра плиты перекрытия (ребристой) [13], в) конструкции толщиной 200 мм; д) изменение отношения прочности верхней части изделия к нижней с увеличением размера изделия в направлении укладки смеси [6], где 1 — по данным [7]; 2 — по данным [8]; 3 — по данным [5]; 4 — по данным [9].

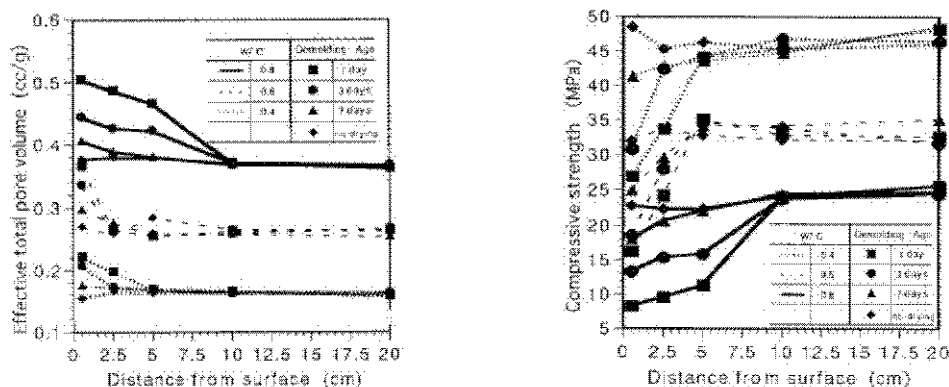


Рисунок 5 — Слева: изменение эффективной общей пористости в зависимости от удаленности от поверхности; справа: соответствующее изменение прочности на сжатие по сечению [14].

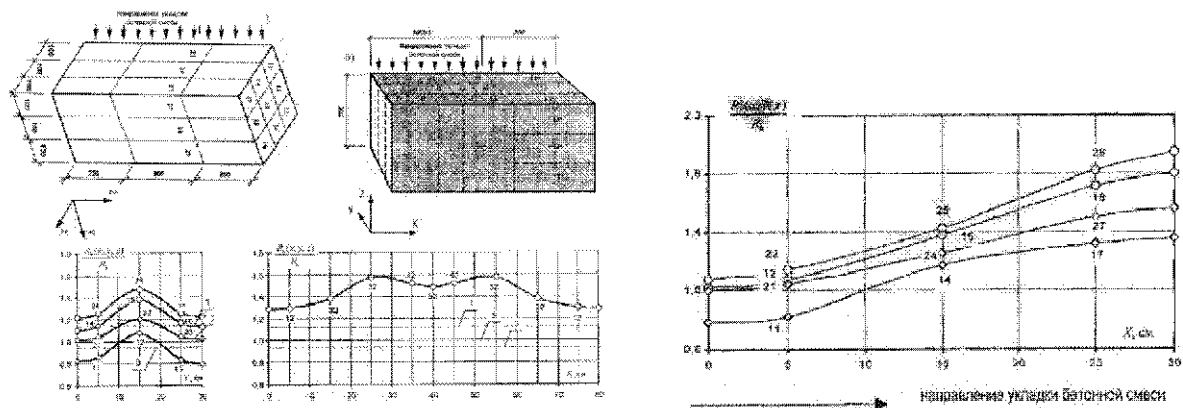


Рисунок 6 — Данные Калмыкова Ю.Ю. [17,18]. о распределении прочностных характеристик бетона по объему модели стены, формируемой в горизонтальном положении на виброплощадке (слева); изменение деформативно-прочностных характеристик бетона модели в направлении укладки смеси (справа).

В работе [20] автор исследует влияние на скорость распространения волн ультразвука изменения по высоте массивного элемента плотности и модуля упругости (косвенно можно оценить изменение и прочности бетона — прим. авт.), а также проверяет влияет ли на скорость ультразвука условия выдерживания образцов. Из тяжелого бетона были изготовлены: куб $1,0 \times 1,01$ м и прямоугольный параллелепипед $1,0 \times 0,5 \times 0,5$ м (рис. 8 а). После выдерживания, параллелепипед был распилен на два куба. Один из них был использован для исследования пространственного распределения плотности бетона. Из второго были высверлены 9 кернов диаметром 0,1 м и длиной 0,2 м (рис. 8б). Из оставшейся части была выпиlena плита $0,5 \times 0,5 \times 0,3$ м. В течение года керны хранились при стабильной температуре 20°C и относительной влажности 50%, а кубы и плита находились в наружных условиях.

Как и ожидал автор, модуль изменялся к низу конструкции (рис. 8с). Значения лежали в пределах 9 % (средние в отличались на 4 %). В горизонтальном направлении автор не обнаружил характерного его изменения. Причиной изменения по вертикали он называет гидравлическое давление. Плотность же для тяжелого бетона изменяется незначительно (1 %).

Автор также указывает на увеличение динамического модуля (и соответственно статического) от кернов к плите, но увязывает это только с условиями выдерживания плиты (снаружи более влажные условия и большая степень гидратации). При этом, автор в данном случае не рассматривает

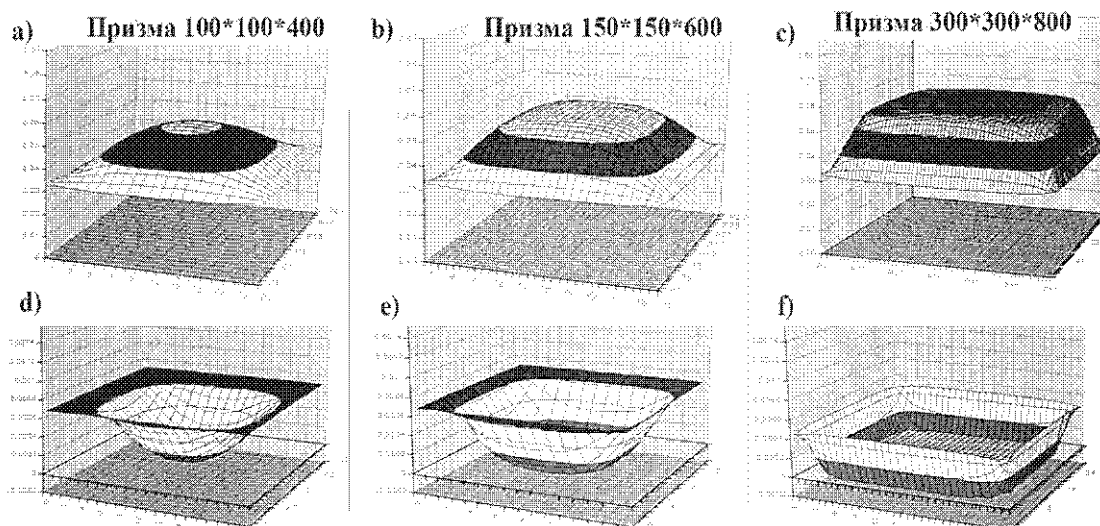


Рисунок 7 — Данные численных экспериментов диссертации Калмыкова Ю.Ю. [18]: а, b, с) поля относительной влажности для образцов различной массивности; d, e, f) распределение деформаций усадки в предположении их свободной реализации.

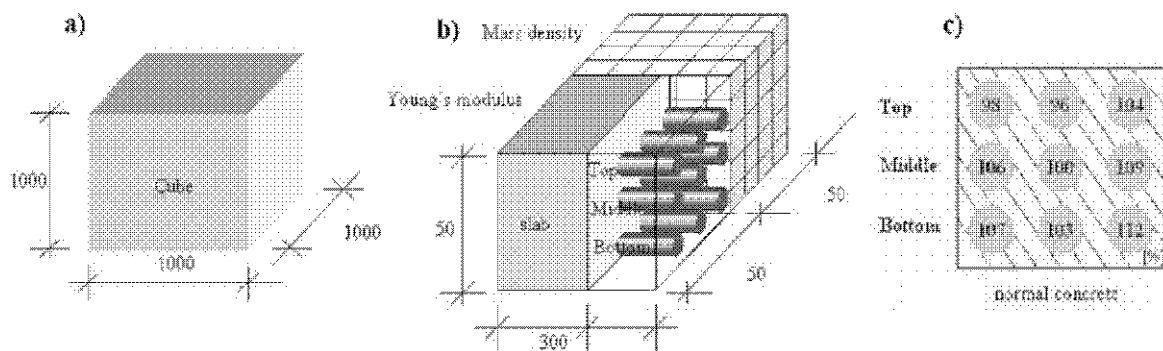


Рисунок 8 — а) Куб 1000mm x 1000mm x 1000mm; б) Разделение куба 1000 mm x 500 mm x 500 mm, в) Распределение значений модуля Юнга по высоте образцов в опытах [20].

возможного влияния различия модулей открытой поверхности образцов. Он пишет, что чем больше объем элемента, тем медленнее он высыхает и тем больше времени есть у частиц цемента для гидратации.

Турецкие ученые [21] в своей работе-дискуссии также указывают на ухудшение характеристик наружных слоев бетона (рис. 9a,b) в различных элементах (влияние режима твердения). Причем они [21] утверждают, что толщина наружного слоя бетона не зависит от размеров образца. На рис. 11 представлены результаты диссертационного исследования Долматова А. А. Он исследовал влияние различных опалубок и режимов их работы на свойства бетона в монолитных стеновых конструкциях.

При этом, были получены интересные данные о том, что прочность всего фрагмента стены не оведала прочности самого слабого слоя (рис. 11). На это есть два объяснения. Первое — сказывается "эффект обложки" более прочными выше и ниже лежащими слоями. Второе — необходимо учитывать развитие дальнейшее свойств бетона массивных конструкций [26, 30] в отличие от свойств бетона контрольных образцов (которые ближе по форме к стержневым, а для стержневых граница массивности — 400 мм минимальной грани [10], т.е. они "замирают" в своем развитии и не реализуют весь потенциал бетонной смеси). Для стеновых конструкций толщиной 200 мм (минимальная толщина стеновых конструкций близка к границе массивности) из исследований А. А. Долматова по видимому проявлялось явление дальнейшего набора прочности по сечениям (образование своей "характерной" систематической неоднородности свойств). В работе же о прочности слоев судили как раз по прочности соответствующим им "остановивших свое развитие" контрольных образцов призм 150x150x600 мм.

Этот факт также был учтен при разработке методики диссертационных экспериментальных исследований на (полномасштабных по сечению) фрагментах колонн 400x400x1600 мм каркасно-монолитных зданий, изготовленных и выдерживаемых на рабочих захватках строящегося здания

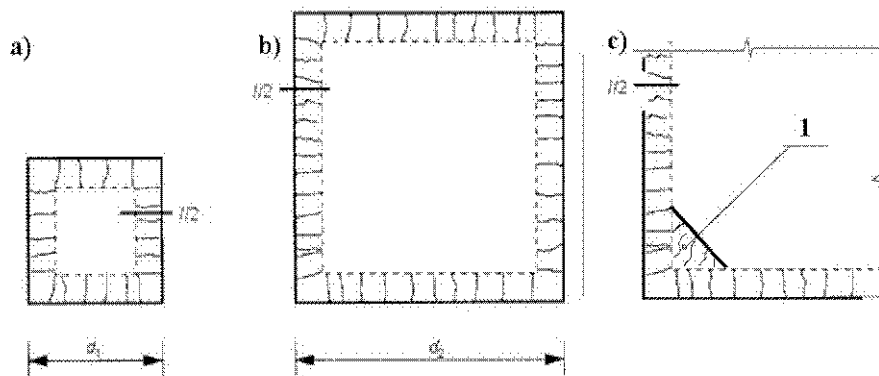


Рисунок 9 — а, б) сечения двух разных бетонных кубов. Толщина наружного слоя, подвергнувшегося влиянию принята (предполагается) независимой от размера образца [21]. в) предположение Булавицкого М. С. о влиянии на угловые зоны "эффекта синергии".

Таблица 1 — Прочность бетона во фрагментах стен по слоям (данные контрольных образцов) и целых бетонных фрагментов стен [22,23]

Вид опалубки	№ обр.	№ слоев бетона в фрагментах						Прочность фрагментов стен МПа
		1	2	3	4	5	6	
Подъемно-переставная	1	38.13	38.13	30.47	30.47	35.1	35.1	39.9
	2	36.7	36.7	34.2	34.2	35.4	35.4	37.8
С гибкой лентой при распалубочной прочности не менее 1.5 МПа	1	36.0	36.5	38.0	38.0	33.1	33.1	38
	2	37.4	37.4	34.2	34.2	36.1	36.1	39.2
Скользящая с распалубочной прочностью 1.5 МПа	1	38.2	37.8	38.6	38.3	37.6	37.2	42.8
	2	37.1	37.0	35.8	35.3	36.4	36.1	42.1

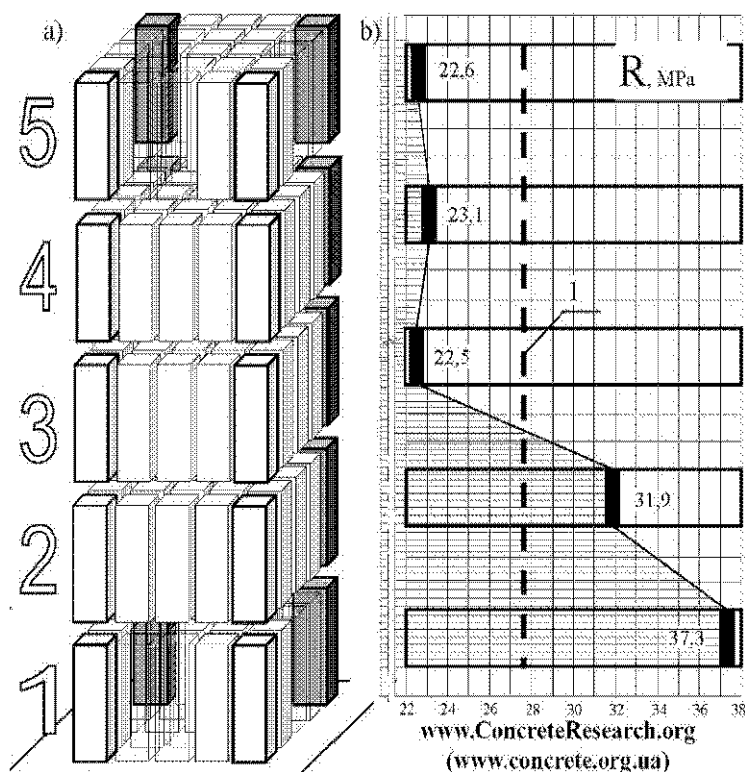


Рисунок 10 — Распределение прочности бетона самых слабых зон в каждом сечении-ярусе (угловых зон) по высоте экспериментального фрагмента монолитной колонны 400х400 мм, изготовленного и выдержанного на рабочих уровнях строящегося каркасно-монолитного здания (Альтком ИнвестСтрой, Донецк, 2005 г.). Данные дисс. исследования Булавицкого М. С. [12, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30].

(Альтком ИнвестСтрой, Донецк, 2005-2006 г.) Булавицкого М. С. [12, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30]. Результаты исследования в части изучения явления (характерной) неоднородности распределения свойств бетона по объему фрагментов колонн представлены на Рис. 10 и 12. Применялись исключительно разрушающие методы [12]. Для этих целей один из фрагментов близнецов распиливался в зрелом возрасте бетона на образцы с минимально допустимыми для тяжелого бетона размерами 72х72х320 мм и каждый из них испытывался до разрушения в лаборатории ЖБК при ДонНАСА (Макеевка).

Результаты подтвердили данные предварительных исследований неразрушающими методами (ультразвуковыми 2006-2007 г.) градиента свойств по высоте, причиной проведения которых в свою очередь послужило регулярное разрушение (место разрушения) испытуемых на 1000-тонном прессе фрагментов колонн (из предшествующих исследований влияния негативных технологических факторов на свойства фрагментов колонн [31, 32, 33]) — в их верхней половине. При испытании в перевернутом состоянии — в нижней при испытании части.

Не обходимо также отметить, что существует опасность резких сбросов прочности бетона при превышении определенных концентраций крупного заполнителя в нижних частях конструкций [4], формируемых в вертикальном положении и особенно монолитных в силу практического отсутствия контроля работниками ИТР качества исполнения работ по укладке и уплотнению бетонной смеси [31].

То., получается что прочность бетона в вертикальных монолитных конструкциях ниже в верхних и иногда в нижних частях. По видимому с этим также связаны места разрушений монолитных колонн при землетрясения — в нижней и верхней частях — примыкание к монолитным плитам перекрытия [34]. Выходом могут служить уширения колонн (мало и редко приемлемо для архитекторов), усиления армирования указанных зон (места примыканий и так переармированы, тяжелее добиться адекватной укладки и уплотнения бетонной смеси в этих местах); назначение дополнительных технологических мероприятий и наверное самый правильный выход — повышение квалификации и работников ИТР и непосредственных исполнителей работ, и контроль в самых "опасных" точках технологических цепочек операций и мероприятий.

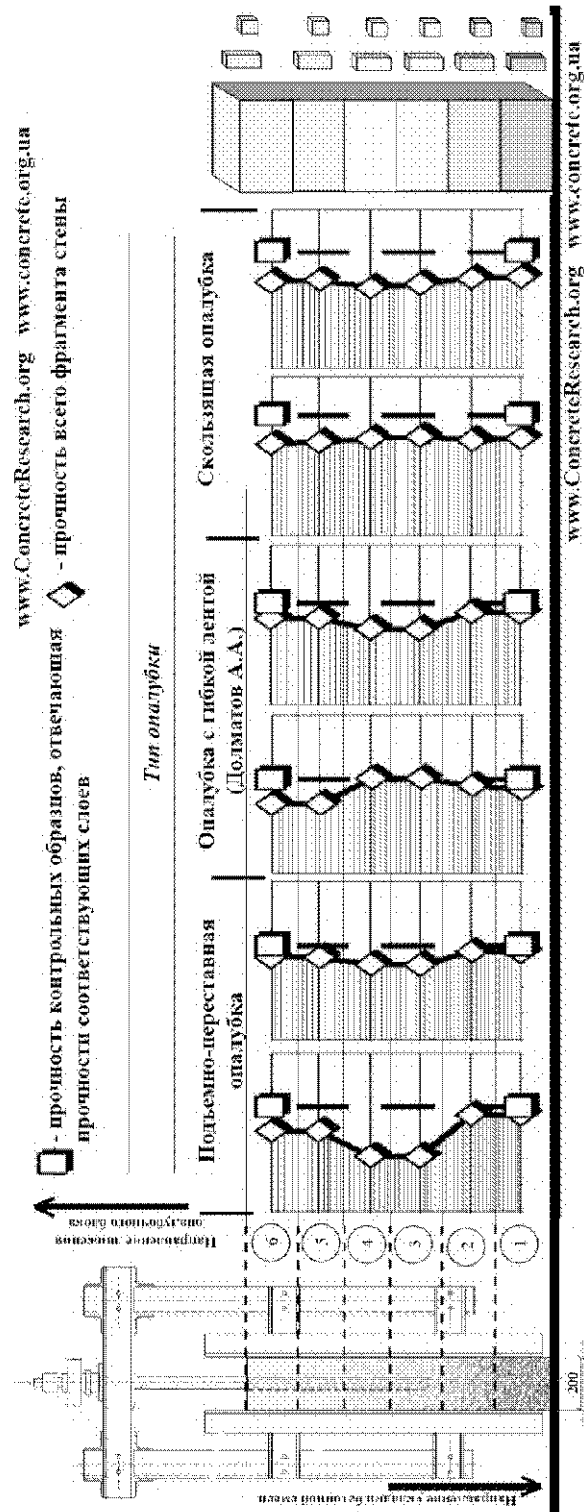


Рисунок 11 — Распределение прочности по слоям в сравнении с прочностью всего экспериментального фрагмента стены при применении вертикально подвижных видов опалубки (подъемно-переставной, опалубки с гибкой лентой и скользящей опалубки) по данным диссертационного исследования А. А. Долматова [22,23].

ВЫВОДЫ

1. Большинству сборных и монолитных железобетонных конструкций, подвергаемых виброуплотнению, присуще характерное (систематическое), повторяющееся от конструкции к конструкции, распределение прочностных свойств по своему объему.

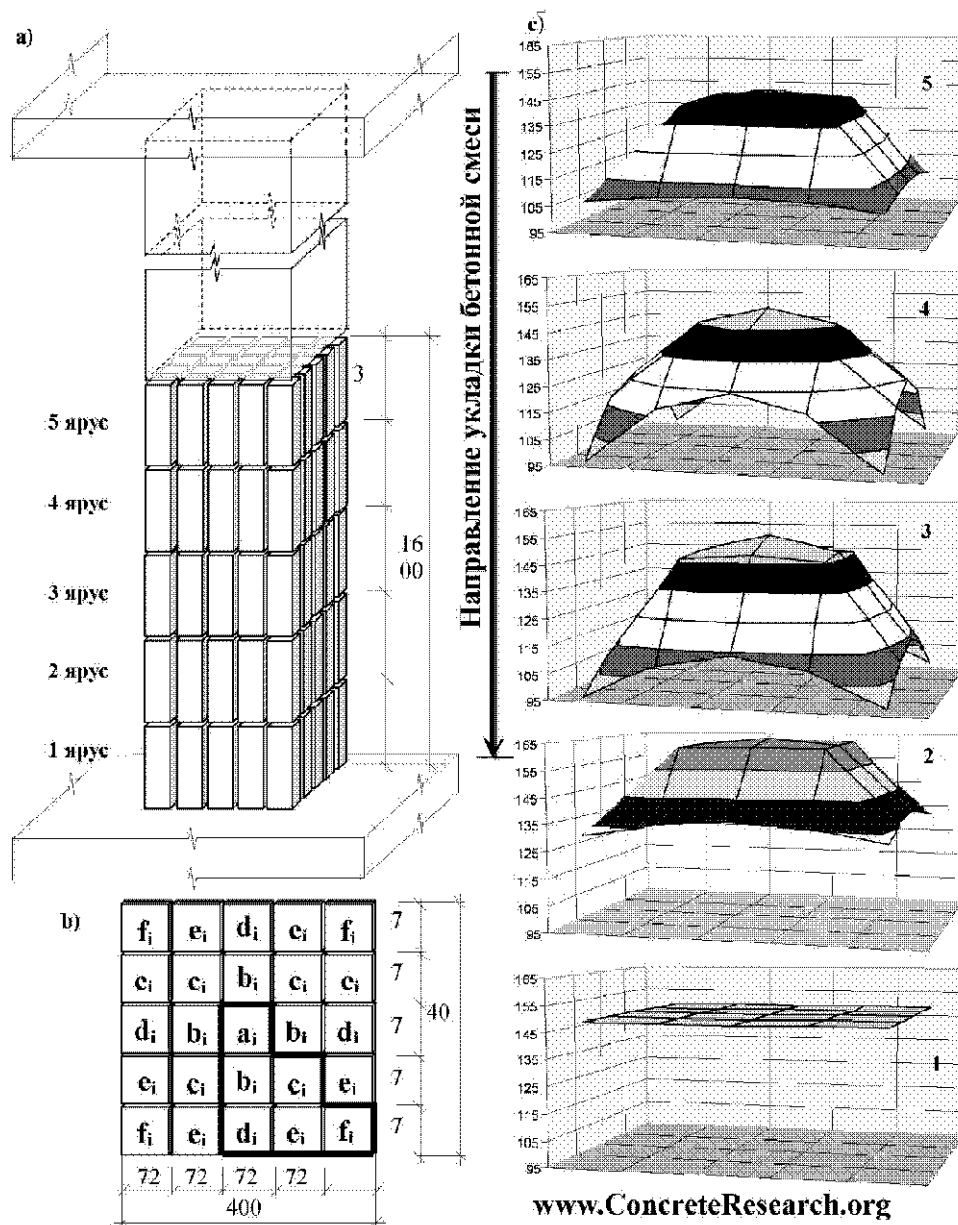


Рисунок 12 — Схема размещения, адресации и размеров выпиленных образцов: а) в направлении укладки бетонной смеси; б) в горизонтальном направлении; в) поверхности распределения экспериментально определенных показателей прочности бетона по объему фрагмента колонны (в процентном отношении к усредненной прочности стандартных образцов).

2. Для монолитных конструкций с послойной (высота слоя относительно мала и незначительно превышает толщину монолитной конструкции) укладкой (вертикально-подвижные типы опалубок) прочность самого слабого слоя не является решающей для прочности всего фрагмента конструкции, т.к. компенсируется эффектом обоймы от выше и ниже лежащих слоев. Т.е., в случае обнаружения относительно небольшого сброса прочности бетона одного уже уложенного слоя, негативный эффект можно частично нейтрализовать заведомым увеличением прочности бетона последующих слоев.

3. Для массивных конструкций, имеющее место в пред проектом возрасте, т.н. "ядро пониженной прочности бетона" по сечению бетонных и железобетонных конструкций к возрасту стабилизации свойств (пред эксплуатационному) с избытком нивелируется и имеет обратный выгиб.

4. Приведенные эпюры и поверхности распределения прочности бетона для различных конструкций могут применяться, или по крайней мере учитываться, как при новом проектировании (например оценка будущих резервов в различных частях конструкций при расчете несущих систем на

прогрессирующее разрушение), так и при обследовании, усилении, реконструкции существующих конструкций (при соответствии технологии изготовления и условий работы).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения). — М., Стройиздат, 1977. — 328 с.
2. Булавицкий М.С. Перерасход цемента в каркасно-монолитном строительстве из-за систематической неоднородности распределения прочности бетона по объему вертикальных конструкций // Сб. тр. XIX Межд. Конф. "Цементная промышленность и рынок", Ялта, 31.05-03.06.2010. — С. 133-136.
3. Стрижевский К.И. Диссерт. к.т.н. Исследование влияния неоднородности материала на деформации бетонных и железобетонных элементов, МНИИТЭП; НИИЖБ, М., 1971. — 158 с.
4. Бабков В.В., Мохов В.Н., Капитонов С.М., Комохов П.Г. Структурообразование и разрушение цементных бетонов, Уфа, 2002. — С. 373.
5. М.А. Новгородский Контроль прочности бетона в конструкциях без разрушения (приборами механического действия), Брошюра под ред. К.Ломазова. Гос. изд-во лит-ры по строит-ву и арх-ре УССР, Киев, 1963. — С. 62.
6. А.М.Лещинский, Систематическая неоднородность прочности тяжелого бетона в сборных железобетонных изделиях, формуемых на виброплощадках, Дисс. на соиск. степ. к.т.н. — Киев, 1981. — 202 с.
7. Клевцов В.А., Сизов Г.В. Характер распределения прочности бетона в многоспустотных настилах. — Бетон и железобетон. — 1975. — №6. — С. 10-11.
8. Курай Ю.И. Определение прочности бетона в конструкциях и его сопротивление скалыванию : Дис. ... канд. техн. наук. — Киев, 1979. — 180 с.
9. Williamson G.R. An investigation of standard concrete cylinders. — ACI Journal, 1964, 61, №2 p. 151-153.
10. Лещинский М.Ю. Випробування бетону: Підручник. — М.: Стройиздат, 1980. с. 360с., іл. (російською).
11. В.А. Клевцов, М.Г. Коревицкая. Об организационно-технических проблемах НК прочности бетона. — В мире НК. 2002. № 2(16). — С.16-17.
12. М.С.Булавицький. Неруйнівні та руйнівні методи контролю в дослідженнях неоднорідності міцності бетону по об'єму монолітних колон // Матеріали 15-ої міжнародної науково-технічної конференції "Електромагнітні та акустичні методи неруйнівного контролю матеріалів та виробів", 15-20 лютого 2010 р., Славське Львівської обл. с. 113-115.
13. Пошивач В.Г. Надежность и контроль качества изгибаемых железобетонных конструкций. Дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н. (рук. д.т.н., А.Н. Бамбура) Киев. НИИСК. 1997.
14. N. Yuasa, Y. Kasai, and I. Matsui. Inhomogeneous Distribution of Compressive Strength from Surface Layer to Interior of Concrete in Structures // Special Publication 2002. — Vol. 192 pp. 269-282.
15. Soshiroda, T. (1972) Anisotropy of concrete. Proc. 1st Int'l Conf. Mech. Behav. Materials, 4, pp.300-307.
16. T. Soshiroda, Effects of bleeding and segregation on the internal structure of hardened concrete. (Shibaura Institute of Technology, Tokyo, Japan) / RILEM Proceedings 10. The RILEM Colloquium "PROPERTIES of FRESH CONCRETE" edited by H.-J. Wierig, University Press. Cambridge, 1990, Pages 253-260., ISBN 0 412 37430 7.
17. Корсун В.І., Калмыков Ю.Ю. Неоднорідність міцнісних та деформативних властивостей бетону по об'єму масивних елементів конструкцій // Сучасні проблеми будівництва .- Донецьк: Донецький ПромбунДІПроект, ТОВ "Лебідь". — 2002. — Т. 2. — С.95-102.
18. Калмыков Ю.Ю. Объемное напряженно-деформированное состояние стержневых железобетонных элементов в условиях однократного нагрева до +150° С. Дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н. (рук. к.т.н., В.И.Корсун) Макеевка. ДонГАСА. — 2004.
19. Фомин С.Л. Расчет железобетонных конструкций на температурно-влажностные воздействия технологической и климатической среды. — Киев, УМКВО, 1992.
20. Turgay Ozturk, Otto Kroggel, Peter Grubl / Propagation of ultrasound in concrete — Spatial distribution and development of the Young's modulus // BB 85-CD Intern. Sympos. (NDT-CE 2003) Non-Destructive Testing in Civil Engineering 2003 Berlin, September 16-19, 2003 ISBN 3-931381-49-8.
21. Arioglu, E., Arioglu, N. and Girgin, C. Discussion on paper published in Magazine of Concrete Research 1999, 51, No. 3, June, 217-225 "Scale effects in uniaxially compressed concrete specimens" // (Arioglu, E., Arioglu, N. and Girgin, C. — Istanbul Technical University, Turkey) Magazine of Concrete Research, 2000, 52, No. 5, Oct., 395-398
22. Веретенников В.И., Долматов А.А., Булавицкий М.С., Хохрякова Д.А. Исследование прочностных и деформативных характеристик бетонных элементов, изготовленных в вертикально-подвижных опалубках Материалы юбилейной Международной научно-практической конференции. — Ростов н/Д: Рост. гос. строит. Ун-т, 2004. — С. 36-37.
23. Долматов А.А. дисс. к.т.н. "Прочность и деформативность железобетонных фрагментов стен зданий и сооружений, возводимых в вертикально-подвижных опалубках". ДонГАСА, Макеевка — 2004.
24. В.І.Веретенников, М.С.Булавицький, Дослідження неоднорідності бетону по об'єму вертикальних монолітних елементів // Збірник наукових праць "Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди" під ред. Є.М.Бабіча, Вип. 18 Част. 1, Нац. унів. водного господарства та природокористування. — Ровно, 2008. ISBN 966-7447-21-9.

25. Vitaliy I. Veretennykov, Anatoliy M. Yugov, Andriy O. Dolmatov, Maksym S. Bulavytskyi, Dmytro I. Kukharev and Artem S. Bulavytskyi. Concrete Inhomogeneity of Vertical Cast-in-Place Elements in Skeleton-Type Buildings. Proc. of the 2008 Architectural Engineering National Conference "Building Integration Solutions", September 24-27, 2008, Denver, Colorado, USA.; AEI of the ASCE.
26. М.С.Булавицкий, Механизм возникновения явления неоднородности свойств тяжелого бетона по объему вертикальных монолитных элементов // Вісник ДонНАБА "Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва" 2009-6 (80).
27. Югов, А.М., Булавицкий, М.С., Конопацкий, Е.В. 'Визначення міцнісних та деформативних властивостей важкого бетону по об'єму монолітних колон при їх обстеженні'. Сб. наук. праць "Дороги та мости". ДержНДІ, Київ, 2009.
28. Булавицкий М.С. Получение уравнений распределения прочности бетона по объему вертикального монолитного элемента с использованием математического аппарата точечного исчисления. Мат. міжн. наук.-практ. конф. "Ефективні організаційно-технологічні рішення та інноваційні технології в каркасно-монолітному будівництві". Науковий вісник будівництва 52/2009 Харків, 22-23 квітня 2009р. С.272-278.
29. Булавицкий М.С., Гусаков В.Н. Математическое моделирование анизотропии свойств тяжелого бетона по объему вертикальных монолитных конструкций // 3-тя міжн. наук.-практ. конф. "Математичні моделі процесів у будівництві (Залізобетонні конструкції та матеріали)" 24-25 бер. 2010р., Луганський нац. аграрний університет.
30. Веретенников В.І., Булавицкий М.С. Масштабный фактор массивных стрижневых вертикальных монолитных конструкций у зрілому віці бетону та його зміна під впливом технологічних факторів // Сб. докладов XI Межд. научно-практ. конф. "Дни современного бетона. Славянский форум". — Запорожье, 1-3 июня 2010. — С. 171-179.
31. Веретенников В.И., Долматов А.А, Булавицкий М.С. Технологические факторы, возникающие при возведении вертикальных конструкций каркасных зданий из монолитного железобетона и их последствия Ж-л. технологии бетонов №2(6), 2006г. Москва С.62-65 ISSN 1813-9798.
32. Веретенников В.І., М.С.Булавицкий, Д.О.Тахтай, А.О.Долматов, Методика дослідження впливу технологічних факторів на міцність та деформативність бетону у вертикальних елементах монолітних будинків // Вісник ДонНАБА 2005-7 (55) "Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва". — С.129-136 ISSN 1814-3296.
33. M.Bulavytskyi, V.Veretennykov, A.Dolmatov 'Technological factors, arising under vertical members of the skeleton-type in-situ buildings production and influence of some onto strength and deformation characteristics of concrete' Сборник докладов 7-го Международного Конгресса "Бетон — жизнеутверждающий выбор строительства", Dundee, Scotland, 8-10 July 2008. с.10.
34. Halil SEZEN, and Jack P. MOEHLE // STRENGTH AND DEFORMATION CAPACITY OF REINFORCED CONCRETE COLUMNS WITH LIMITED DUCTILITY // 13th World Conference on Earthquake Engineering Vancouver, B.C., Canada August 1-6, 2004 Paper No. 279.

В. І. ВЕРЕТЕННИКОВ, А. О. ДОЛМАТОВ, О. О. БАРМОТИН, Д. О. ТАХТАЙ,
М. С. БУЛАВИЦЬКИЙ, О. Б. КОСІК
ХАРАКТЕР РОЗПОДІЛУ МІЦНОСТІ ВАЖКОГО БЕТОНУ ПО ПЕРЕТИНУ ТА
ОБ'ЄМУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ РІЗНОГО СПОСОБУ
ФОРМУВАННЯ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті наведено огляд результатів експериментальних досліджень характеру (систематичності) розподілу значень міцності важкого бетону по перетину та об'єму збірних та монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій, що формуються із застосуванням віброуцільнення бетонної суміші. Наведено аналіз факторів, що впливають (www.concreteresearch.org — www.concrete.org.ua).
бетонні та залізобетонні конструкції, міцність бетону, розподіл властивостей по об'єму, систематична неоднорідність, збірні та монолітні конструкції

V. I. VERETENNIKOV, A. O. DOLMATOV, O. O. BARMOTIN, D. O. TAKHTAY,
M. S. BULAVYTSKYI, O. B. KOSIK

CHARACTER OF HEAVY CONCRETE STRENGTH DISTRIBUTION ALONG THE
CROSS-SECTION AND THROUGH VOLUME OF REINFORCED CONCRETE
ELEMENTS OF DIFFERENT WAYS OF EXECUTION (FORMING)

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The review of results of experimental investigations into character (systematicness) of distribution of values of heavy concrete strength along cross-section and through volume of precasted and monolithic concrete and reinforced concrete structures, which are formed (executed) with usage of vibration compaction of concrete mixture is presented in the paper. The analyses of influential factors is done (www.concreteresearch.org — www.concrete.org.ua).

concrete and reinforced concrete structures, concrete strength, properties distribution through volume, systematic inhomogeneity (homogeneity), precasted and monolithic structures

Веретенніков Віталій Іванович — доктор технічних наук, професор кафедри "Технологія, організація і охорона праці в будівництві" Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Професор ДонНАБА. Наукові інтереси: розрахунок будівель і споруд з монолітного залізобетону. Демонтаж будівельних конструкцій будівель і споруд.

Долматов Андрій Олександрович — кандидат технічних наук, доцент кафедри технології, організації й охорони праці у будівництві Донбаської національної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: технологія зведення конструкцій з монолітного залізобетону, реконструкція будівель та споруд з використанням технології торкретування комплектні системи сухого будівництва.

Бармотін Олександр Олександрович — кандидат технічних наук, доцент кафедри "Технологія, організація і охорона праці в будівництві" Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Професор ДонНАБА. Наукові інтереси: проектування, монтаж, експлуатація, технічна діагностика, оцінка технічного стану, реконструкція та підсилення будівельних металевих конструкцій, технологія та організація робіт при будівництві та реконструкції будівель та споруд.

Тахтай Дмитро Олександрович — к.т.н., доцент кафедри "Технологія, організація і охорона праці в будівництві" Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: розрахунок залізобетонних конструкцій із застосуванням повних діаграм деформації бетону і арматури при складних режимах вантаження і короткочасному нагріві до 150°C.

Булавицький Максим Сергійович — н.с., ас. каф. "Технологія, організація і охорона праці в будівництві" Донбаської національної академії будівництва і архітектури (www.donnasa.edu.ua), член ТК RILEM (Асоціація лабораторій та експертів з будівельних матеріалів), представник від України та член ТК 71 "Бетон, залізобетон та переднапружений бетон" Міжнародної організації зі стандартизації ISO (www.bulavytskyi.com). Наукові інтереси: вплив дійсної технології виготовлення й умов роботи конструкцій на фізико-механічні властивості важкого бетону елементів несучої системи каркасно-монолітних будівель та споруд в експлуатаційний період. Систематична неоднорідність властивостей бетону з об'ємом вертикальних елементів каркасно-монолітних будівель.

Косік Олексій Борисович — асистент кафедри "Технологія, організація і охорона праці в будівництві" ДонНАБА. Наукові інтереси: вивчення напружено-деформованого стану залізобетонних елементів кільцевого перерізу.

Веретенников Виталий Иванович — доктор технических наук, профессор кафедры "Технология, организация и охрана труда в строительстве" Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Профессор ДонНАСА. Научные интересы: расчет зданий и сооружений из монолитного железобетона. Демонтаж строительных конструкций зданий и сооружений.

Долматов Андрей Александрович — кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации и охраны труда в строительстве Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: технология сводки конструкций из монолитного железобетона, реконструкция зданий и сооружений с использованием технологии торкретирования, комплектные системы сухого строительства.

Бармотин Алесандр Александрович — кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации и охраны труда в строительстве Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование, монтаж, эксплуатация, техническая диагностика, оценка технического состояния, реконструкция и усиление строительных металлических конструкций, технология и организация работ, при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

Тахтай Дмитрий Александрович — к.т.н., доцент кафедры "Технология, организация и охрана труда в строительстве" Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: расчет железобетонных конструкций с применением полных диаграмм деформирования бетона и арматуры при сложных режимах нагружения и кратковременном нагреве до 150°C.

Косик Алексей Борисович — ассистент кафедры "Технология организация и охрана труда в строительстве" строительного института ДонНАСА. Научные интересы: изучение напряженно-деформируемого состояния железобетонных элементов кольцевого сечения.

Veretennikov Vitaly Ivanovych — the doctor of Engineering Sciences, professor, of the "Technology, Labour Organization and Protection in the Construction" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: design of buildings and structures of monolithic reinforced concrete; disassembly of building structures.

Dolmatov Andriy Olexandrovych — Ph. D. (Eng.), assistant professor of the "Technology, Labour Organization and Protection in the Construction" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technology of erecting structures of monolithic reinforced concrete, reconstruction of buildings and structures with the using of uniting, turnkey systems of dry construction.

Barmotin Alexander Olexandrovych — Ph. D. (Eng.), assistant professor of the "Technology, Labour Organization and Protection in the Construction" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing, assembly, used, examination structural steelwork, technological processes at erection building.

Takhtay Dmytro Oleksandrovych — Ph. D. (Eng.), assistant professor of the "Technology, Labour Organization and Protection in the Construction" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: calculation of reinforce-concrete constructions with the use of complete diagrams of deformation of concrete and armature at the difficult modes of gladdening and brief heating to 150°C.

Bulavyts'kyi Maksym Sergiyovych — (Dr.Eng.) Research fellow, Lecturer of the "Technology, Labour Organization and Protection in the Construction" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture (www.donnasa.edu.ua), a member of RILEM, the representative of Ukraine and a member of TC 71 "Concrete, Reinforced Concrete and Prestressed Concrete" International Standardization Organization "ISO" (www.bulavytskyi.com). Scientific interests: influence of actual manufacturing technology and of structures working conditions physical- and mechanical properties of heavy concrete of loading system elements of frame type buildings and structures at the exploitation period. Systematic inhomogeneous (characteristic distribution) of concrete properties as for the volume of vertical elements of frame-type monolithic buildings.

Kosik Olexsiy Borisovych — an assistant of the "Technology, Labour Organization and Protection in the Construction" Chair of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: study of the tense-deformed state of reinforce-concrete elements of circular section.

УДК: 691.327:666.973.6

А. П. ПРИХОДЬКО, Н. С. СТОРЧАЙ, Д. О. МАЛЯР, Д. В. КОНОНОВ, Е. А. ЭНВАЛЬТ
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

НАУЧНО-ОБОСНОВАННАЯ ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОИЗВОДСТВА

В статье рассмотрены перспективы использования сырья техногенного происхождения в технологии производства строительных материалов. Научный подход к изучению природы образования техногенного сырья, его химического и минералогического состава, физико-химических свойств и др., позволяет использовать его в качестве эффективных модификаторов для улучшения физико-механических свойств бетонов и вяжущих. Эффективность использования метакраинсодержащей добавки, полученной из техногенного сырья, оценивалась по показателям прочности вяжущего на основе портландцемента марки 500 Балаклеевского завода, при различном содержании добавки. В работе было применено полнофакторное планирование эксперимента.

активные минеральные добавки, микрокремнезем, метакраин, метакраинсодержащая добавка, алюмосиликаты

Введение. Наметившиеся современные тенденции, как в мировом, так и в отечественном производстве строительных материалов определяют широкое использование разных вторичных продуктов производства (техногенных отходов). Это позволяет значительно повысить экономическую эффективность производства и, соответственно, снизить себестоимость современных материалов. К таким продуктам можно отнести отходы обогащения руд редких металлов. Даже частичная замена природных сырьевых материалов отходами производства может дать значительный экономический эффект.

Актуальность проблемы. На протяжении 20 лет в ПДАБА под руководством д.т.н., проф. Приходько А. П. проводятся научно-исследовательские работы по использованию вторичных продуктов промышленности в производстве строительных материалов. На сегодняшний день перспективным направлением является использование отходов Вольногорского горно-металлургического комбината (ВГМК) и Иршанского горно-обогатительного комбината. Необходимо отметить, что все, что связано с добычей и переработкой таких ценных руд, имеющих элементы и соединения титана, циркония и др. в бывшем СССР было засекречено. В связи с этим системных исследований по использованию данных вторичных продуктов до недавнего времени практически не проводилось. На сегодняшний день на этих предприятиях накоплено более 3 млн. тонн отходов, использование которых в строительных материалах является актуальным. В чем состоит перспектива использования этих отходов? При промышленной переработке рудных песков образуются вторичные продукты, которые в своем составе имеют краинит. Как известно краинит при определенной температуре переходит в более активную форму метакраин, который является высокоактивной пуццолановой добавкой. Рассмотрим природу данных добавок.

Анализ публикаций. Активные минеральные пуццолановые добавки целенаправленно используются уже многие годы для повышения прочности, долговечности, непроницаемости и химической стойкости получаемых материалов и конструкций на основе портландцемента [1].

К пуццоланам относятся все природные и искусственные материалы, для которых основной характеристикой является содержание реакционноспособного кремнезема. Пуццоланы состоят, главным образом, из реакционноспособного SiO_2 и оксида алюминия Al_2O_3 , также содержат оксид железа Fe_2O_3 и другие оксиды, имеют незначительное содержание реакционноспособного оксида кальция CaO . Содержание реакционноспособного SiO_2 должно составлять не менее 25 % массы.

Традиционно пуццоланы разделяют по происхождению на природные и искусственные. Природные пуццоланы — это горные породы, состоящие из продуктов вулканических извержений (пепла, туфов, пемзы и др.). Собственно отсюда и происходит слово пуццолан, от названия места Путеоли (которое сейчас называется Puzzuoli) у подножия вулкана Везувий близ Неаполя. Находящаяся там вулканическая земля использовалась в качестве строительного материала еще у древних римлян. Также в эту группу входят горные породы осадочного происхождения (трепел, опока и др.).

Рассмотрим далее пуццоланы искусственного происхождения. Так отмечено, что гидравлическая активность "пирогенного" микроаморфного кремнезема значительно выше, чем у аморфного кремнезема осадочной породы. Айлер объясняет это тем, что изменения, происходящие в природных формах активного кремнезема, в течении млн. лет выражаются в уменьшении растворимости, и, следовательно, в снижении его активности [2]. К этой группе материалов относятся дисперсные кремнеземсодержащие отходы — летучие золы — продукт сжигания измельченного угля ТЭС, пылеунос из печей, образующаяся при выплавке ферросплавов и др.

В конце 80-х годов комитет 73-SBC RILEM представил вариант классификации минеральных добавок техногенного происхождения [3]. Данная классификация выполнена по таким критериям, как пуццолановая активность и вяжущие свойства (табл. 1), что позволяет оценить материалы с точки зрения их воздействия на цементные системы, поэтому она представляется более объективной, чем обычная классификация минеральных добавок по происхождению.

Рассмотрим один из наиболее активных и широко применяемых пуццолановых модификаторов — ультрадисперсный микрокремнезем. При производстве кристаллического кремния образуется большое количество высокодисперсной пыли, которая улавливается фильтрами из отходящих газов. По классификации Айлера — это микроаморфный кремнезем "пирогенного" происхождения [4]. Выход этого продукта достигает нескольких десятков тонн в сутки. Кремнеземистая пыль ("белая сажа") представляет собой высокодисперсный порошок светло-серого цвета. Частицы пыли имеют различную форму с размером 0,01-0,1 мкм, пористой, рыхлой структуры, удельная поверхность составляет от 20 000 до 25 000 см²/г. Поскольку процесс образования пыли происходит при высоких температурах, в ней содержится достаточно большой процент аморфного кремнезема. Подобный продукт известен за рубежом под названием силикатный дым (silica fume) или микрокремнезем (МК).

Ценным свойством микрокремнезема является его высокая дисперсность, что предопределяет его высокую реакционную способность [5].

Существующий опыт широкого применения МК в технологии бетона показал его эффективное действие. Введение добавки микрокремнезема способствует повышению прочности цементного камня [6]. Введение 10 % микрокремнезема позволило почти пропорционально увеличить прочность бетона при сжатии на 1,2-1,5 МПа на каждый процент добавки. Морозостойкость бетона при этом повышается практически в 2-3 раза. Под влиянием добавки МК содержание гидроксида кальция в цементном камне уменьшается с 12 до 2,5 %, т.е. отмечается меньшая степень закристаллизованности свободного гидроксида кальция, при уменьшении содержания гидроксида кальция в 4,8 раза резко увеличивается содержание низкоосновных гидросиликатов кальция. Было также отмечено, что введение до 10% добавки снижает подвижность бетонной смеси. В данных исследованиях [6] для повышения подвижности в смесь вводили до 0,8% С-3 или 0,15% СДБ. Так, бетон с добавкой суперпластификатора после ТВО имел прочность 45-50 МПа (на цементе марки 550), при введении МК прочностные свойства повышаются до 70-75 МПа и через 7 суток дополнительного нормального твердения — до 100 МПа. В исследованиях было отмечено, что введение до 10% добавки микрокремнезема способствует экономии цемента до 28,6 % [6].

Введение микрокремнезема способствует увеличению прочности при сжатии [7]. Авторы считают, что это происходит из-за заполнения пор мелкими частицами микрокремнезема и образования дополнительного количества С-S-H за счет пуццолановой реакции между микрокремнеземом и Са(ОН)₂ [7]. Более того, введение микрокремнезема в бетон снижает усадку при высыхании, увеличивает стойкость к истиранию, прочность сцепления с арматурой и снижает проницаемость [8, 9].

Как считают д.т.н., проф. В.Г. Батраков, д.т.н., проф. С.С. Каприелов [3], влияние микрокремнезема на формирование структуры цементной системы зависит от взаимодействия двух факторов, которые условно разделяют на "физический" и "химический". Как считают авторы [3], первый фактор, связанный в основном с ультрадисперсным размером МК и, в меньшей степени, с химико-минералогическим составом, оказывает существенное влияние на поведение цементной системы на стадии коагуляционного структурообразования, т.е. когда она находится в пластичном состоянии. Особенности системы с МК связаны с заполнением ультрадисперсными частицами пространства

Таблица 1 — Классификация минеральных добавок техногенного происхождения [3]

Классификация	Химический и минералогический состав	Физические характеристики
1. Обладающие вяжущими свойствами: быстро охлажденные шлаки	В основном силикатное стекло (аморфный кремнезем), содержащие оксиды кальция, магния, алюминия. Кристаллические компоненты могут присутствовать в небольшом количестве.	Представляет собой гранулы и содержит 5 – 15 % влаги. Перед применением высушивается и измельчается до частиц размером менее 45 мкм, частицы имеют шероховатую поверхность. Удельная поверхность 350 – 500 м ² /кг
2. Обладающие вяжущими и пуццолановыми свойствами: высококальциевые золы уноса (Ca>10 %)	В основном силикатное стекло (аморфный кремнезем), содержащее оксиды кальция, магния, алюминия. Кристаллические компоненты в виде кварца и С ₃ A могут присутствовать в небольшом количестве. Могут присутствовать свободная известь и перклаз. Углерода обычно меньше 2 %.	Содержат от 10 до 15 % частиц размером более 45 мкм. Большая часть частиц имеет сферическую форму с диаметром менее 20 мкм. Поверхность частиц в основном гладкая, но не такая чистая, как у низкокальциевый зол уноса. Удельная поверхность 300 – 400 м ² /кг
3. Обладающие высокой пуццолановой активностью: микрокремнезем, золы рисовой шелухи	Состоит в основном из микрокремнезема некристаллической (аморфной) модификации	Порошок, состоящий из сферических частиц диаметром менее 0,5 мкм. Удельная поверхность 20 000 м ² /кг. Частицы размером менее 45 мкм, но имеющие пористую поверхность. Удельная поверхность 60 000 м ² /кг
4. Обладающие нормальной пуццолановой активностью: низкокальциевые золы уноса (CaO<10 %)	В основном силикатное стекло (аморфный кремнезем), содержащее оксиды алюминия и железа. Кристаллические компоненты в основном в виде кварца, муллита, магнетита в небольшом количестве. Углерода обычно менее 5 %, но иногда может быть 10 %	Содержит от 10 до 15 % частиц размером более 45 мкм. Большая часть частиц имеет сферическую форму с диаметром около 20 мкм. Удельная поверхность 250 – 300 м ² /кг
5. Прочие: медленно охлажденные шлаки, золы гидроудаления, шлаки котелен	Содержат в основном кристаллические силикатные минералы и небольшое количество некристаллических компонентов	Дополнительно измельчаются для придания вяжущих или пуццолановых свойств. Измельченные частицы имеют шероховатую поверхность

между грубодисперсными частицами цемента и образованием многочисленных, хотя и ослабленных, коагуляционных контактов между частицами твердой фазы [3]. Данные обстоятельства, так же как и уменьшение объема свободной воды в системе (за счет увеличения объема адсорбционно-связанной), резко изменяются реологические свойства: повышают вязкость, пластическую прочность, а также связность (нерасслаиваемость) и тиксотропность смесей [3]. Кроме того, "физический фактор" может оказывать благоприятное влияние на формирование структуры на поздней (кристаллизационной) стадии, учитывая то, что ультрадисперсный материал, заполнив поры в структуре твердеющего камня, способствует повышению его плотности [10].

Роль "химического фактора" связана, прежде всего, с химико-минералогическим составом МК и выражается в изменении баланса между гидратными фазами в составе цементного камня в сторону увеличения объема более прочных и устойчивых низкоосновных гидросиликатов кальция (ГСК) типа волластонита с соотношением $C/S \leq 1,0$ вместо первичных кристаллогидратов типа портландита и высокоосновных ГСК [10].

Следует отметить, что применение ультрадисперсного МК приводит к увеличению водопотребности смеси, и поэтому применять данный материал рекомендуется в небольших количествах и в сочетании с пластификатором или суперпластификатором (СП) [11-14].

Значительный прогресс связан именно с совместным применением суперпластификатора и микрокремнезема [3]. При оптимальном сочетании данных добавок-модификаторов, а при необходимости совмещение с ними в небольших количествах других органических и минеральных материалов, возникает возможность управлять реологическими свойствами бетонных смесей и модифицировать структуру цементного камня на микроуровне для того, чтобы придать бетону свойства, которые обеспечивают высокую эксплуатационную надежность конструкции, т.е. High Performance Concrete, что подразумевает бетон высокой (55-80 МПа) и сверхвысокой (свыше 80 МПа) прочности, низкой проницаемости, повышенной коррозионной стойкости и долговечности [3]. Присутствие в цементной системе СП, в частности, на основе сульфированных нафталин-формальдегидных поликонденсатов (НФ) оказывает существенное влияние на процессы формирования структуры, что непосредственно связано с известными особенностями "адсорбционного механизма" действия ПАВ на цементные системы, так и со спецификой, которая присуща системам с микрокремнеземом [3].

Комплексное воздействие МК и СП на цементную систему выражается в следующем: на ранней стадии структурообразования (в пластичном состоянии) система обретает повышенную вязкость и связность, и характеризуется ярко выраженной тиксотропностью, а на поздней стадии цементный камень характеризуется особым качественным составом и особой геометрией структуры [3]. Особый качественный состав выражается в повышенном содержании мелкозернистых кристаллогидратов типа CSH(I), прочность которых, в идеале, может достигать 1000 МПа [15], а реакционная способность значительно ниже, чем у первичных гидратов. Особая геометрия структуры выражается в повышенном содержании гелевых пор и, соответственно, в сокращенном объеме капиллярных [10].

Применение пластификаторов и суперпластификаторов необходимо для надежного диспергирования склонных к агрегации ультрадисперсных частиц, без них микрокремнезем теряет свою эффективность [1].

Поэтому в последнее время, в качестве высокоэффективной пуццолановой добавки, все большую популярность в мире приобретает высокоактивный метакраолин (ВМК) [1]. Метакраолин представляет собой искусственный экологически чистый материал, получаемый из чистых краолинов. Это порошок от белого до серовато-бежевого или розового цвета со средним размером частиц 1-5 мкм, по химической природе ВМК существенно отличается от микрокремнезема, представляя собой смесь аморфного кремнезема и глинозема практически в равных количествах [1]. Частицы ВМК имеют пластинчатую форму, что обуславливает, при указанном размере частиц, высокую удельную поверхность, достигающую 30 м²/г [16].

Растущая популярность ВМК обусловлена не модой на новинки, а вполне объективными преимуществами этого материала [1]. Так, в исследованиях Kostuch J.A. и др. [17] показано, что метакраолин взаимодействует с гидроксидом кальция в течение 28 суток. Сравнение пуццолановой активности метакраолина, доменного гранулированного шлака, микрокремнезема, обожженного боксита и золы-уноса показали, что наибольшей пуццолановой активностью (поглощение 1000 мг Ca(OH)₂ одним граммом добавки) обладает метакраолин (табл. 2) [18].

Анализ приведенных результатов позволил авторам [18] сделать вывод про более высокую активность метакраолина, поскольку в его составе содержится больший процент активного Al₂O₃, который способен создавать соединения с большим количеством молекул CaO, чем активный SiO₂.

Цели и задачи исследований. На основании выполненного литературного анализа в наших исследованиях была сформулирована рабочая гипотеза, цели и задачи. Учитывая тот факт, что краолинита в отходах содержится более 20 %, необходимо изучить возможность получения из них активной метакраолинсодержащей добавки для ее дальнейшего применения в вяжущих и бетонах с целью улучшения их основных свойств, а также с одновременным сокращением количества отходов и улучшением экологической обстановки.

Основными задачами, которые решались на данном этапе, было тщательно изучить данные отходы для установления оптимальной температуры обжига перехода краолинита в метакраолин. И далее

Таблица 2 – Пуццолановая активность некоторых минеральных добавок [18]

Название добавки	Пуццолановая активность, мг $\text{Ca}(\text{OH})_2$ на 1 г добавки
Обожженный боксит	534
Микрокремнезем	427
Доменный шлак	300
Зола-унос	875
Метакраолин	1000

исследовать эффективность применения данной метакраолинсодержащей добавки в составе вяжущего на основе портландцемента.

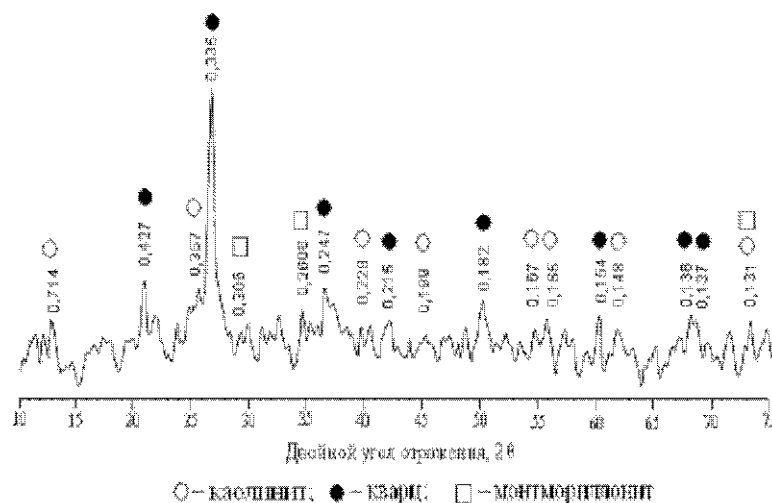
Результаты исследований. В результате изучения хвостовой пульпы отходов обогащения ильменитовой руды было установлено, что по физическому виду хвостовая пульпа содержит следующие твердые ингредиенты: монтмориллонит – 52,5%; каолинит – 26,1%; кварц – 9,5%; полевые шпаты – 4,5%; железосодержащие минералы – 3,5%; титаносодержащие минералы – 1,5%; карбонаты – 2,0%. Удельная масса пульпы 1,015-1,025 кг/м³; содержание глины в твердом состоянии до 97%; содержание зернистого материала в твердом состоянии в пределах 0,5-2,0 г/л; pH 6,0-7,5; удельная плотность 2,65-2,70 т/м³.

Рентгеноструктурный качественный фазовый анализ (в соответствии с ДСТУ Б А.1.1-8-94) исследуемых материалов осуществлялся сравнением межплоскостных расстояний $d_{\text{эк}}$ с соответствующими эталонными данными. Метод базируется на точном определении положения и интенсивности линий дифрактограмм.

Полученный набор экспериментальных значений d/n сравнивался со справочными литературными данными и с данными картотеки JCPDS (международная база рентгеновских данных по всем известным фазам). Съемка проводилась на дифрактометре ДРОН-2, результаты представлены на рис. 1.

Дифференциально-термический анализ, в соответствии с ДСТУ Б А.1.1-7-94, выполнялся на дериватографе системы А. Эрдея, Ф. Паулика, И. Паулика. Для исследования готовились образцы размером 0,02×0,02×0,02 м, которые, после соответствующих технологических обработок, измельчались в порошок требуемых навесок. Расшифровка результатов производилась по литературным данным, результаты исследований представлены на рис. 2.

Указанный материал представляет собой высокодисперсный порошок светлорусового цвета. Рентгенофазовый и комплексный термический анализы показали наличие в нем, в основном, таких минералов, как монтмориллонит ($d = 0,306; 0,2606; 0,131$ нм), эндоэффект при температуре 130 °С, связанный с удалением адсорбционной воды, эндоэффект при температуре 220 °С, связанный с удалением межплоскостной воды), каолинит ($d = 0,714; 0,357; 0,229; 0,199; 0,167; 0,165; 0,148; 0,131$ нм),


Рисунок 1 – Дифрактограмма отхода обогащения ильменитовой руды.

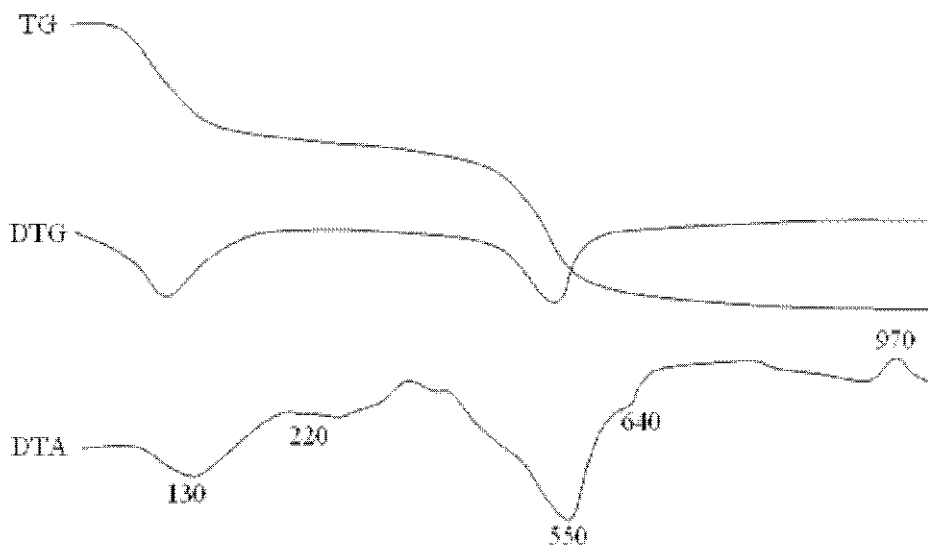


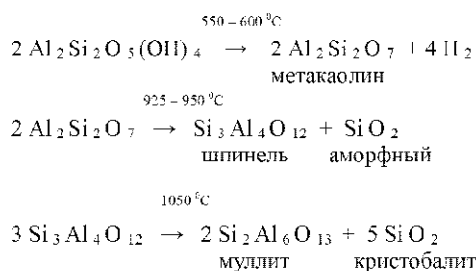
Рисунок 2 — Комплексный термический анализ отхода обогащения ильменитовой руды.

максимальный эндозэффект при температуре 550 °C, связанный с выделением конституционной воды и разрушением кристаллической решетки, основная часть потерь при прокаливании каолинита происходит до температуры 640 °C, в результате чего образуется безводное соединение $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$; экзоэффект при 950 °C, связанный с кристаллизацией аморфного кремнезема или образованием муллита или силлиманита и — β -кварц ($d = 0,427; 0,335; 0,247; 0,215; 0,182; 0,154; 0,138; 0,137$ нм) (рис. 1 и рис. 2).

Полученные результаты исследований по данным техногенным отходам коррелируются с результатами, полученными при исследованиях природных каолинов, проведенных под руководством д.т.н., проф. Дворкина Л.И., д.т.н., проф. Руновой Р.Ф. [18]. В данных исследованиях при прокаливании природных каолинов при температуре 590 °C наблюдается четкий эндотермический эффект, обусловленный выделением конституционной воды, а основная часть потерь при прокаливании наблюдается при температуре 650 °C, т.е. образование $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$. В интервале температур 920 — 1050 °C наблюдается четкий экзотермический эффект вследствие кристаллизации Al_2O_3 с образованием химически инертного муллита [18].

Природный каолин представляет собой минерал из группы водных силикатов алюминия. Химический состав $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$; содержит 39,5 % Al_2O_3 , 46,5 % SiO_2 и 14 % H_2O . В основе кристаллической структуры каолина лежат бесконечные листы из тетраэдров Si-O_4 , которые имеют три общих кислорода и связанных попарно через свободные вершины алюминием и гидроксидом.

При нагревании до 500 °C каолин начинает терять воду с образованием активного метакеолина $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7$, а при 925-1050 °C может разлагаться с выделением тепла, давая вначале шпинель $\text{Si}_3\text{Al}_4\text{O}_{12}$, а затем муллит $\text{Si}_2\text{Al}_6\text{O}_{13}$ и кристобалит SiO_2 — химически неактивные вещества. Реакции происходят по следующей схеме [19]:



Основой метакеолина являются природные алюмосиликаты, которые характеризуются сложным

химическим составом и внутренним строением. В основе их структуры лежит кремнекислородный тетраэдр, в центре которого находится ион кремния Si^{4+} или ион алюминия Al^{3+} , а в вершинах — ионы кислорода O^{2-} . Ионы кремния создают четырехвалентный, а ионы алюминия — трехвалентный радикал с дополнительным отрицательным зарядом. Это, собственно, и объясняет его активность.

Исследованиями структуры метакеолина, проведенными под руководством д.т.н., проф. Усова П.Г., было установлено, что метакеолин сохраняет хорошо упорядоченную структуру, несмотря на то, что она не обладает трехмерной правильностью, периодичность сохраняется в двух направлениях — в плоскости a и b и не имеет периодичности в направлении c , т.е. при нагревании каолина до температуры 550°C слоистая структура сохраняется (структура каолина наследуется), но сокращение межплоскостного расстояния до $0,63$ нм (вместо $0,715$ нм), вызванного обезвоживанием, нарушает периодичность в направлении, перпендикулярном к этой слоистости [20].

Разрушение кристаллической решетки, например в результате температурных деформаций, чем больше таких дефектов в кристаллической решетке, тем большая вероятность того, что вследствие ее разрушения (расслоения) образуются более мелкие частицы [18]. Авторы [18] предположили, что структурная упорядоченность (природных) каолинитов влияет на их пуццолановые свойства после термоактивации, а наличие кристаллических дефектов в необоженном каолине обуславливает интенсивность диспергации термически обработанного каолина под действием извести.

Процесс химических преобразований при обжиге не моментальный, протекает не менее, чем 5 минут, как и процесс разогрева обжигаемого материала, и зависит от таких факторов, как крупность обжигаемого материала, время обжига, интенсивность теплообмена (тип печи) и, конечно, температуры (т.е. до какой температуры в среднем успевает разогреться обжигаемый материал и сколько времени он находится в этом состоянии).

Для получения метакеолинсодержащей добавки — придания нужных свойств (активации), ильменитовая пульпа — продукт обогащения ильменитовой руды (техногенные отходы) подвергались термообработке в течении 20 минут при температуре 640°C , обеспечивающей дегидратацию, но сохраняющей структуру и не допускающей преобразование метакеолина в неактивные минералы. Данная температура была установлена в результате дериватографических исследований (рис. 2).

Эффективность использования метакеолинсодержащей добавки, полученной из техногенного сырья, оценивалась по показателям прочности вяжущего на основе портландцемента марки 500 Балаклеевского завода, при различном содержании добавки. В работе было применено полнофакторное планирование эксперимента. В качестве варьируемых факторов были приняты: В/Ц отношение — X_1 ; расход воды л/м^3 — X_2 ; расход метакеолинсодержащей добавки, % от массы цемента — X_3 . За выходные параметры приняты предел прочности при изгибе и сжатии образцов, изготовленных и испытанных в соответствии со стандартами.

Нами было исследовано составы вяжущего с различным содержанием метакеолинсодержащей добавки: контрольный (без добавки отходов); 10% добавки; 15%; 20% добавки от массы цемента.

В результате проведенного исследования было установлено, что наиболее рациональная замена цемента добавкой в количестве 15%. Дальнейшее увеличение содержания добавки с 15 до 20 % показало снижение прочностных показателей.

По полученным результатам были рассчитаны коэффициенты влияния и получены математические модели, адекватно описывающие зависимости прочности вяжущего с добавкой на сжатие и изгиб. Был также исследован рост прочности вяжущего во времени при различном содержании добавки.

Выводы. Из представленной выше статьи можно сделать следующие выводы: исследуемая проблема использования техногенных отходов промышленности в производстве строительных материалов является актуальной на сегодняшний день и открывает широкие перспективы, которые базируются на уменьшении себестоимости строительных материалов и улучшении экологической обстановки в Украине; полученные результаты, касающиеся исследований хвостовой пульпы ВГМК, свидетельствуют о возможности её применения в качестве сырья для производства метакеолинсодержащей добавки; метакеолинсодержащая добавка, полученная в результате термической обработки хвостовой пульпы, может найти широкое применение в производстве строительных материалов и способна сократить затраты цемента на 15%, повышая при этом прочностные показатели изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров С.А. Высокоактивный метакраин — современный минеральный модификатор цементных систем / С.А. Захаров, Б.С. Калачик // Строительные материалы. — 2007. — № 5. — С. 56-57.
2. Айлер Р. К. Коллоидная химия кремнезема и силикатов / Айлер Р. К. — М.: Госстройиздат, 1959. — 395 с.
3. Каприелов С.С. Модифицированные бетоны нового поколения: реальность и перспектива / С.С. Каприелов, В.Г. Батраков, А.В. Шейнфельд // Бетон и железобетон. — № 6. — 1999. — С. 6-10.
4. Айлер Р. К. Химия кремнезема: Пер. с англ. — М.: Мир, 1982. — 1127с.
5. Кудяков А. И. Зернистый пористый материал из микро кремнезема / А. И. Кудяков, Н. А. Свергунова // Строительные материалы. — 2006. — №6. — С.86-87.
6. Трофимов Б. Я. Использование отхода производства ферросилиция / Б.Я.Трофимов, С. П. Горбунов, Л. Я. Крамар, И. В. Жуков [и др.] // Бетон и железобетон. — 1987. — №4. — С. 39-41.
7. Campillo I. High performance nanostructured materials for construction / I. Campillo, J. S.Dolado, A. Porro // Nanotechnology in construction / RSC publications. — 2004. — P. 215-225.
8. Khayat K. H. Silica fume in concrete: an overview. Fourth CANMET / K. H. Khayat, P. C. Aitcin // ACI International conference on fly ash, silica fume, slag and natural pozzolanas in concrete, SP-132. 1992. — V2. P. 835.
9. Korpa A. The use of synthetic colloidal silica dispersions for making HPC and UHPC systems, preliminary comparison results between colloidal silica dispersions and silica fumes (SF). / A. Korpa, R. Tretin // Proc. Int. Symp. UHPC. Kassel, Germany. 2004. — P.155-164.
10. Каприелов С. С. Общие закономерности формирования структуры цементного камня и бетона с добавкой ультрадисперсных материалов / С. С. Каприелов // Бетон и железобетон. — 1995. — № 4. — С. 16-20.
11. Yogendran V. Silica fume in high-strength concrete / V. Yogendran [et al.] // ACI Materials Journal. — 1987. — Vol.84, № 2. — P. 124-129.
12. Godfrey K. Concrete strength record jumps 36% / K. Godfrey // Civ. — Eng. (USA). 1987. — V.57. — №10 — P. 84-86.
13. Батраков В. Г. Применение отходов ферросплавного производства с пониженным содержанием микрокремнезема / В. Г. Батраков, С. С. Каприелов, В. В. Пирожников [и др.] // Бетон и железобетон. — № 3. — 1989. — С. 22-24.
14. Батраков В. Г. Модифицированные бетоны. / Батраков В. Г. — М.: Стройиздат, 1990. — 400с.
15. Тимашев В. В. Влияние физической структуры цемента на его прочность / В. В. Тимашев // Цемент. — 1978. — № 2. — С. 6-8.
16. Calabrone M. A. High Reactivity Metakaolin: A. New Generation of Mineral Admixture. / M. A. Calabrone, K. A. Gruber, R. G. Burg // Concrete International. Nov. Vol. 16. — 1994. — №11. Pp. 32-40.
17. Kostuch J. A. High performance concrete incorporating metakaolin — a review / J. A. Kostuch, G. V. Walters, T. K. Jones // Concrete 2000 Conference, University of Dundee, September 1993.
18. Метакраїн в будівельних розчинах і бетонах: [Монографія] / Л. Й. Дворкін, Н. В. Лушнікова, Р. Ф. Рунова, В. В. Троян — К.: Видавництво КНУБіА, 2007. — 216 с.
19. Брек К. Цеолитовые молекулярные сита. — М.: Мир, 1976. — С. 324-329.
20. П.Г. Усов, Э.А. Губер Изменение механической прочности изделий из глины в связи со структурными изменениями глинистых минералов при обжиге // Известия Томского Ордена Трудового Красного Знамени политехнического института имени Кирова // — 1971. — Том 174. — С. 66 - 71

А. П. ПРИХОДЬКО, Н. С. СТОРЧАЙ, Д. О. МАЛЯР, Д. В. КОНОНОВ, Е. А. ЕНВАЛЬТ
 НАУКОВО-ОБґРУНТОВАНА ПЕРСПЕКТИВА ВИКОРИСТАННЯ
 ВТОРИННИХ ПРОДУКТІВ ВИРОБНИЦТВА
 Придніпровська державна академія будівництва і архітектури

У статті розглянуті перспективи використання сировини техногенного походження в технології виробництва будівельних матеріалів. Науковий підхід до вивчення природи утворення техногенної сировини, його хімічного і мінералогічного складу, фізико-хімічних властивостей та ін., дозволяє використовувати його як ефективні модифікатори для поліпшення фізико-механічних властивостей бетонів і в'язучих. Ефективність використання добавки, що містить метакраїн, отриманої з техногенної сировини, оцінювалася за показниками міцності в'язучого на основі портландцементу марки 500 Балаклєвського заводу, при різному вмісті добавки. У роботі було застосовано повнофакторне планування експерименту.
активні мінеральні добавки, мікрокремнезем, метакраїн, добавка, що містить мета країн, алюмосилікати

A. P. PRIHODKO, N. S. STORCHAY, D. O. MALYAR, D. V. KONONOV, K. A. ENVALT
THE SCIENTIFICALLY-REASONABLE USE OF TECHNOGENIC RAW MATERIAL
IN PRODUCTION TECHNOLOGY OF BUILDING MATERIALS

Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture

The perspectives of the use of technogenic raw material in production technology of building materials are considered in the article. The scientific approach to the study of the formation nature of technogenic raw material, its chemical and mineralogical composition, physico-chemical properties etc. allows to use it as effective modifiers for the improvement of physico-mechanical properties of concretes and binders. Efficiency of the use of metakaolin addition, got from technogenic raw material, was estimated on the indexes of durability binder on the basis of portlandcement 500 from the Balakleva plant, at different content of addition. The fullfactor planning of experiment in-process was applied.

active mineral additions, silicafume, metacaolin, metacaolin addition, aluminosilicate

Приходько Анатолий Петрович — доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: застосування техногенних відходів промисловості в виробництві будівельних матеріалів.

Сторчай Надія Станіславівна — кандидат технічних наук, доцент кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: застосування техногенних відходів промисловості в виробництві будівельних матеріалів.

Маляр Дмитро Олегович — аспірант кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: застосування техногенних відходів промисловості в виробництві будівельних матеріалів.

Кононов Денис Володимирович — аспірант кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: застосування техногенних відходів промисловості в виробництві будівельних матеріалів.

Енвальт Катерина Олександрівна — аспірантка кафедри технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: застосування техногенних відходів промисловості в виробництві будівельних матеріалів.

Приходько Анатолий Петрович — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии строительных материалов, изделий и конструкций Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: применение техногенных отходов промышленности в производстве строительных материалов.

Сторчай Надежда Станиславовна — кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: применение техногенных отходов промышленности в производстве строительных материалов.

Маляр Дмитрий Олегович — аспирант кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: применение техногенных отходов промышленности в производстве строительных материалов.

Кононов Денис Владимирович — аспирант кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: применение техногенных отходов промышленности в производстве строительных материалов.

Энвальт Екатерина Александровна — аспирантка кафедры технологии строительных материалов, изделий и конструкций Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: применение техногенных отходов промышленности в производстве строительных материалов.

Prihodko Anatoliy Petrovych — doctor of Engineering sciences, professor, a Head of "Technologies of Building Materials, Products and Constructions" Chair of Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: using the industry technological waste in production building materials.

Storchay Nadezhda Stanislavivna — assistant professor of "Technologies of Building Materials, Products and Constructions" Chair of Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: using the industry technological waste in production building materials.

Malyar Dmytro Olegovych — post-graduate student of "Technologies of Building Materials, Products and Constructions" Chair of Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: using the industry technological waste in production building materials.

Kononov Denis Volodymyroysh — post-graduate student of "Technologies of Building Materials, Products and Constructions" Chair of Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: using the industry technological waste in production building materials.

Envalt Katerina Olexandrivna — post-graduate student "Technologies of Building Materials, Products and Constructions" Chair of Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: using the industry technological waste in production building materials.

ЗМІСТ

ДЕМЧИНА Б. Г., СУРМАЙ М. І., КРАВЗ А. Р., БЛЯХАР Т. Й. Досвід виготовлення дощатоклеєних балок, армованих неметалевою арматурою	193
ШИШКІН О. О., АДАМОВ А. Ю. Безусадочні гліцерино-цементні розчини	198
ГОНЧАРОВА Н. В., УВАРОВ П. Є., ЧУРСІН С. І. Сучасні проблеми становлення і розвитку в Україні індустрії переробки та використання вторинних ресурсів будівельних відходів	202
МАРТИНЕНКО В. О. Виробництво виробів з газобетону автоклавного тверднення в Україні та в Європейських країнах	213
ОКСАК С. В., СВИНАРЬОВ М. О. Методика оцінки візуальних якостей кольорового термопластбетону для дорожнього покриття	221
ПЕТРИКОВА Є. М., АМЕЛІНА Н. О., МАЙСТРЕНКО А. А., ПАВЛЮК В. В. Виготовлення елементів благоустрою	226
ПИЛИПЕНКО В. М. Технологія віброударно-імпульсного ущільнення бетонної суміші	234
ЛАЧЕЗАР ХРИСЧЕВ СПАСОВ Вибір промислових підлог	239
БЕРЕГІЙ Ю. Г. Метод призначення ремонтного складу дрібнозернистого сталевібробетону з комбінованим мікроармуванням	247
БОРОДАЙ Д. І. Довговічність залізобетонних автодорожніх мостів	253
КОВАЛЬЧУК В. А. Мінерально-органічний матеріал для ремонту та відновлення будівельних конструкцій	259
КОРЮК В. П. Удосконалення секторного пресу	264
ПЕЛЕХ А. Б., СУРМАЙ М. І., ОЛЕКСИН Г. М. Зниження міцності дерев'яних дощатоклеєних конструкцій внаслідок дії високих температур	268
УВАРОВ Є. П., ПАЗІН В. В., УВАРОВ П. Є. Підвищення кваліметричного якості оцінки точності монтажних засобів підземного трубопровідного будівництва	275
ТЯН Р. Б., ІВАНОВ М. Ф., ТЯН Е. Р., ПРИЛЕПОВА М. Є. Розробка моделі організаційно-економічного механізму управління інноваційними проектами будівництва і реконструкції об'єктів в регіонах України	285
ЧЕРНЕНКО В. К., ЧЕРНЕНКО К. В. Аналіз умов і принципів формування методів монтажу великогабаритних конструкцій у робочій зоні	291
ШАЛЕННИЙ В. Т., БІЦОЄВА О. А., КИСЛИЦЯ Л. В. Розвиток методики оцінки енергозатрат для удосконалення деяких прогресивних технологій будівельно-монтажних робіт	298
БЕЛОВ Д. В., МОСКАЛЕНКО В. І., ЮГОВ А. М. Вказівки до виконання робіт при зведенні монолітного залізобетонного куполу з використанням підйомної опалубки	303
БЛОКОНЬ А. І., УВАРОВ П. Є., ПАЗІН В. В., ШПАРБЕР М. Є. Науково-методологічні основи формування інноваційних технологій життєвого циклу проектів-об'єктів трубопровідного будівництва	311
КОЖЕМЯКА С. В., МАЗУР В. О. Дефекти і пошкодження кровель промислових будівель. Причини і чинники їх появи	321
АТІА АЛЬ АМРЕЙ РОВАД, МІШУТІН А. В. Фібробетони для аеродромних покриттів, що виготовляються в жарких умовах	327
АННЕНКОВА М. В. Дослідження умов праці вогнетривників при гарячому ремонті коксових печей	334
БЕЛІКОВ А. С., ПЕТРЕНКО В. О., ПЕТРЕНКО А. О. Забезпечення мікроклімату в приміщеннях будівель на базі термотрансформаторов абсорбції і використання поновлюваної енергії	340

ЧЕРНЯВСЬКИЙ В. Л., ГАЛАТ В. В., ГІЛЬ Ю. Б., СПІРІН Ю. О. Ресурсне забезпечення адаптивності залізобетону	346
ПЕЛЕСЬКО І. Д., ІВАНЕЙКО І. Д., БАЛУК І. М. Оптимальне проектування стрижневих металевих конструкцій з урахуванням монтажних станів	353
АРУТЮНЯН І. А. Сучасні логістичні підходи по організації будівельного виробництва	360
ЮГОВ А. М., ТОНКАЧЕЄВ Г. Н., ТАРАН В. В. Дослідження структури процесу зведення збірно-монолітних будівель і споруд	366
ВЕРЕТЕННИКОВ В. І., БУЛАВИЦЬКИЙ М. С. Вплив дійсної технології виготовлення на зміну масштабного фактору важкого бетону монолітних залізобетонних колон 400х400 мм щодо початку їх експлуатації	373
КІРНОС В. М., УВАРОВ П. Є., ШПАРБЕР М. Є. Організаційно-економічний аналіз індикаторів ефективності інвестицій в системі комплексного проектування ПЗНП — КБІ	381
ДІДЕНКО Л. М., РИБАЛКА К. А. Забезпечення безпеки виконання робіт при ремонті і реконструкції житлових будівель	393
БЄЛІКОВ А. С., РАГІМОВ С. Ю., ШАЛОМОВ В. А. Теоретичні дослідження інтенсивності енергетичної освітленості робочого виробництва	398
РАГІМОВ С. Ю. Розробка універсальних номограм для оцінки інтенсивності теплового опромінення на робочих місцях	406
БЄЛІКОВ А. С., КАПЛЯ О. І., ПИЛИПЕНКО О. В., КАПЛЕНКО Г. Г., САЛЕНКО А. В., ДЕРЕВ'ЯНКО І. Г. Виявлення загроз та небезпек, що впливають на персонал ДП "З8 ВІТЧ" при виконанні службових обов'язків	412
ВЕРЕТЕННИКОВ В. І., ДОЛМАТОВ А. О., БАРМОТІН О. О., ТАХТАЙ Д. О., БУЛАВИЦЬКИЙ М. С., КОСІК О. Б. Характер розподілу міцності важкого бетону по перетину та об'єму залізобетонних елементів різного способу формування	419
ПРИХОДЬКО А. П., СТОРЧАЙ Н. С., МАЛЯР Д. О., КОНОНОВ Д. В., ЕНВАЛБТ К. О. Науково-обґрунтована перспектива використання вторинних продуктів виробництва	433

СОДЕРЖАНИЕ

ДЕМЧИНА Б. Г., СУРМАЙ М. И., КРАВЗ А. Р., БЛЯХАР Т. И. Опыт изготовления дощатоклееных балок, армированных неметаллической арматурой	193
ШИШКИН А. А., АДАМОВ А. Ю. Безусадочные глицерино-цементные растворы	198
ГОНЧАРОВА Н. В., УВАРОВ П. Е., ЧУРСИН С. И. Современные проблемы становления и развития в Украине индустрии переработки и использования вторичных ресурсов строительных отходов	202
МАРТЫНЕНКО В. А. Производство изделий из газобетона автоклавного твердения в Украине и в европейских странах	213
ОКСАК С. В., СВИНАРЕВ М. А. Методика оценки визуальных свойств цветного термопластбетона для дорожного покрытия	221
ПЕТРИКОВА Е. Н., АМЕЛИНА Н. А., МАЙСТРЕНКО А. А., ПАВЛЮК В. В. Изготовление элементов благоустройства	226
ПИЛИПЕНКО В. Н. Технология виброударно-импульсного уплотнения бетонной смеси	234
ЛАЧЕЗАР ХРИСЧЕВ СПАСОВ Выбор промышленных полов	239
БЕРЕГИЙ Ю. Г. Метод назначения ремонтного состава мелкозернистого сталефибробетона с комбинированным микроармированием	247
БОРОДАЙ Д. И. Долговечность железобетонных автодорожных мостов	253
КОВАЛЬЧУК В. А. Минерально-органический материал для ремонта и восстановления строительных конструкций	259
КОРЮК В. П. Усовершенствование секторного пресса	264
ПЕЛЕХ А. Б., СУРМАЙ М. И., ОЛЕКСИН Г. М. Снижение прочности деревянных дощатоклееных конструкций вследствие действия высоких температур	268
УВАРОВ Е. П., ПАЗИН В. В., УВАРОВ П. Е. Повышение квалиметрического качества оценки точности монтажных средств подземного трубопроводного строительства	275
ТЯН Р. Б., ИВАНОВ М. Ф., ТЯН Е. Р., ПРИЛЕПОВА М. Р. Разработка модели организационно-экономического механизма управления инновационными проектами строительства и реконструкции объектов в регионах Украины	285
ЧЕРНЕНКО В. К., ЧЕРНЕНКО К. В. Анализ условий и принципов формирования методов монтажа крупногабаритных конструкций в рабочей зоне	291
ШАЛЕННЫЙ В. Т., БИЦОЕВА О. А., КИСЛИЦА Л. В. Развитие методики оценки энергозатрат для усовершенствования некоторых прогрессивных технологий строительно-монтажных работ	298
БЕЛОВ Д. В., МОСКАЛЕНКО В. И., ЮГОВ А. М. Производство работ при возведении монолитного железобетонного купола с использованием подъемной опалубки	303
БЕЛОКОНЬ А. И., УВАРОВ П. Е., ПАЗИН В. В., ШПАРБЕР М. Е. Научно-методологические основы формирования инновационных технологий жизненного цикла проектов-объектов трубопроводного строительства	311
КОЖЕМЯКА С. В., МАЗУР В. А. Дефекты и повреждения кровель промышленных зданий. Причины и факторы их появления	321
АТИААЛЬ АМРЕЙ РОВАД, МИШУТИН А. В. Фибробетоны для аэродромных покрытий, изготавливаемых в жарких условиях	327
АННЕНКОВА М. В. Исследование условий труда огнеупорщиков при горячем ремонте коксовых печей	334
БЕЛИКОВ А. С., ПЕТРЕНКО В. О., ПЕТРЕНКО А. О. Обеспечение микроклимата в помещениях зданий на базе абсорбционных термотрансформаторов и использования возобновляемой энергии	340

ЧЕРНЯВСКИЙ В. Л., ГАЛАТ В. В., ГИЛЬ Ю. Б., СПИРИН Ю. А. Ресурсное обеспечение адаптивности железобетона	346
ПЕЛЕШКО И. Д., ИВАНЕЙКО И. Д., БАЛУК И. М. Оптимальное проектирование стержневых металлических конструкций с учетом монтажных состояний	353
АРУТЮНЯН И. А. Современные логистические подходы по организации строительного производства	360
ЮГОВ А. М., ТОНКАЧЕЕВ Г. Н., ТАРАН В. В. Исследование структуры процесса возведения сборно-монолитных зданий и сооружений	366
ВЕРЕТЕННИКОВ В. И., БУЛАВИЦКИЙ М. С. Влияние действительной технологии изготовления на изменение масштабного фактора тяжелого бетона монолитных железобетонных колонн 400х400 мм к началу их эксплуатации	373
КИРНОС В. М., УВАРОВ П. Е., ШПАРБЕР М. Е. Организационно-экономический анализ индикаторов эффективности инвестиций в системе комплексного проектирования ПЗНП – КБИ	381
ДИДЕНКО Л. М., РЫБАЛКА Е. А. Обеспечение безопасности выполнения работ при ремонте и реконструкции жилых зданий	393
БЕЛИКОВ А. С., РАГИМОВ С. Ю., ШАЛОМОВ В. А. Теоретические исследования интенсивности энергетической освещенности рабочего производства	398
РАГИМОВ С. Ю. Разработка универсальных номограмм для оценки интенсивности теплового облучения на рабочих местах	406
БЕЛИКОВ А. С., КАПЛЯ А. И., ПИЛИПЕНКО А. В., КАПЛЕНКО Г. Г., САЛЕНКО А. В., ДЕРЕВЯНКО И. Г. Определение угроз и опасностей, влияющих на персонал ДП "38 ВИТЧ" при исполнении служебных обязанностей	412
ВЕРЕТЕННИКОВ В. И., ДОЛМАТОВ А. А., БАРМОТИН А. А., ТАХТАЙ Д. А., БУЛАВИЦКИЙ М. С., КОСИК А. Б. Характер распределения прочности тяжелого бетона по сечению и объему железобетонных элементов различного способа формирования	419
ПРИХОДЬКО А. П., СТОРЧАЙ Н. С., МАЛЯР Д. О., КОНОНОВ Д. В., ЭНВАЛЬТ Е. А. Научно-обоснованная перспектива использования вторичных продуктов производства	433

CONTENTS

DEMCHYNAB. G., SURMAY M. I., KRAVZ A. R., BLACHAR T. YO. Experience in manufacturing of plankglue beams with nonmetallic fittings	193
SHISHKIN O. O., ADAMOV A. YU. Non-shrinkage cements containing glycerin	198
GONCHAROVAN. V., UVAROV P. YE., CHURSIN S. I. Modern problems of formation and development in Ukraine the processing industry and using of secondary resources of the building wastes	202
MARTYNENKO V. O. Wares manufacturing of aerated concrete of autoclave hardening in Ukraine and in the European countries	213
OKSAK S. V., SVYNAROV M. O. Technique of the estimation of visual properties of coloured thermoplastic concrete for the road covering	221
PETRIKOVA YE. M., AMELINA N. O., MAYSTRENKO A. A., PAVLYUK V. V. Production of elements of recreational development	226
PILIPENKO V. M. Technology of vibration impacts and impulsive compaction of the concrete mixture	234
LACHEZAR HRISCHEV SPASOV Selection of Industrial Floorings	239
BEREGIY YU. G. Intending method of repair fine aggregate steel fiber reinforced concrete with combined micro-reinforcement	247
BORODAJ D. I. Reinforced-concrete highway bridges lasting	253
KOVALCHUK V. A. Mineral-organic material for repair and building structures restoration	259
KORJUK V. P. Improvement of the sector press	264
PELEH A. B., SURMAY M. I., OLEXYNG. M. Durability reduction of wooden plankglue structures because of action of high temperatures	268
UVAROV E. P., PAZIN V. V., UVAROV P. E. Qualimetric of quality's of exactness estimation of assembling facilities of underground pipeline building	275
TYAN R. B., IVANOV M. F., TYAN E. R., PRILEPOVA M. R. Elaboration of organizational and economic model of management mechanism by the innovative projects of building and reconstruction of objects is in the regions of Ukraine	285
CHERNENKO V. K., CHERNENKO K. V. Analysis of conditions and principles of the methods formation of the assembling of large measures structures in the operating zone	291
SHALENNIJ V. T., BITSOEVA O. A., KISLITSA L. V. Development of methods for improving assessment energy consumption some advanced technology construction works	298
BELOV D. V., MOSKALENKO V. I., YUGOV A. M. Works producting while erection of monolithic reinforced-concrete dome using the lifting timbering	303
BILOKON' A. I., UVAROV P. YE., PAZIN V. V., SHPARBER M. YE. Scientifically-Methodological bases of innovative technologies formation of life cycle of projects-objects of pipeline building	311
KOZHEMYAKA S. V., MAZUR V. O. Defects and damages of krovel' of industrial buildings. Reasons and factors of their appearance	321
ATIA AL' AMREY ROVAD, MISHUTIN A. V. Fiber-concrete for aerodrome covering manufactured in hot conditions	327
ANNENKOVA M. V. Research of labour of conditions of fire-resistant workers while hot repair of coke furnaces	334
BELIKOV A. S., PETRENKO V. O., PETRENKO A. O. Providing of microclimate in apartments of buildings on the base of the absorbpioned thermotransform and renewing energy using	340
CHERNYAVSKIY V. L., GALAT V. V., GIL' YU. B., SPIRIN YU. A. Resource providing of the reinforced concrete adaptiveness	346

PELESHKO I. D., IVANEYKO A. D., BALUK I. M. Optimum designing of rod metal taking into account the state assembling	353
ARUTYUNYAN I. A. Modern logistic approaches on organization of a build production	360
YUGOV A. M., TONKACHEEV G. N., TARAN V. V. Research process structure of erection of assembled-monolithic buildings and structures	366
VERETENNIKOV V. I., BULAVYTSKYI M. S. Influence of actual technology of monolithic reinforced concrete columns of 400x400 mm manufacturing on changing of heavy concrete scale factor before the beginning of their exploitation	373
KIRNOS V. M., UVAROV P. YE., SHPARBER M. YE. The organizational and economic analysis of indicators of efficiency of investments is in the system of the complex designing of PZNP – KBI	381
DIDENKO L. M., RYBALKO K. A. Providing of safety works implementation while repairing and reconstruction of dwellings	393
BELIKOV A. S., RAGIMOV S. YU., SHALOMOV V. A. Theoretical researches of intensity of power luminosity of working production	398
RAGIMOV S. YU. Development of universal nomogram for the estimation of intensity of thermal irradiation on workplaces	406
BELIKOV A. S., KAPLJA A. I., PILIPENKO A. V., KAPLENKO G. G., SALENKO A. V., DEREVYANKO I. G. Determination of threats and dangers, influencing on personnel DC "38 DITC" at course of duty	412
VERETENNIKOV V. I., DOLMATOV A. O., BARMOTIN O. O., TAKHTAY D. O., BULAVYTSKYI M. S., KOSIK O. B. Character of heavy concrete strength distribution along the cross-section and through volume of reinforced concrete elements of different ways of execution (forming)	419
PRIHODKO A. P., STORCHAY N. S., MALYAR D. O., KONONOV D. V., ENVALT K. A. The scientifically-reasonable use of technogenic raw material in production technology of building materials	433