

# ВЕСТНИК

ДОНБАССКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ



III Международный строительный форум  
18-20 апреля 2019 года

## «СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»



**ВЫПУСК 2019-4(138)**

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ  
ДОСТИЖЕНИЯ СТУДЕНТОВ  
СТРОИТЕЛЬНО-АРХИТЕКТУРНОЙ  
ОТРАСЛИ**

ГОУ ВПО “Донбасская национальная академия  
строительства и архитектуры”

# **ВЕСТНИК**

**Донбасской национальной академии  
строительства и архитектуры**

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**

Издается с декабря 1995 года  
Выходит 8 раз в год

**Выпуск 2019-4(138)**

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ  
ДОСТИЖЕНИЯ СТУДЕНТОВ  
СТРОИТЕЛЬНО-АРХИТЕКТУРНОЙ  
ОТРАСЛИ**

Макеевка 2019

ДООУ ВПО “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 2019-4(138)**

**НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ  
ДОСЯГНЕННЯ СТУДЕНТІВ  
БУДІВЕЛЬНО-АРХІТЕКТУРНОЇ  
ГАЛУЗІ**

Макіївка 2019

## **Основатель и издатель**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации серия ААА № 000094

выдано 17.01.2017 г. Министерством информации ДНР

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений, точность данных по цитируемой литературе и за использование в статьях данных, не подлежащих открытой публикации.

В случае использования материалов ссылка на «Вестник ДонНАСА» является обязательной.

Выпускается по решению ученого совета

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Протокол № 10 от 27.05.2019 г.

## **Редакционный совет:**

Горохов Е. В., д. т. н., профессор – главный редактор;

Мущанов В. Ф., д. т. н., профессор – зам. гл. редактора (научный редактор);

Югов А. М., д. т. н., профессор – технический редактор;

Зайченко Н. М., д. т. н., профессор – ответственный редактор выпуска.

## **Редакционная коллегия:**

Бенаи Х. А., д. арх., профессор;

Братчун В. И., д. т. н., профессор;

Бумага А. Д., к. т. н., доцент;

Веретенникова О. В., к. э. н., доцент;

Горохов Е. В., д. т. н., профессор;

Губанов В. В., д. т. н., профессор;

Зайченко Н. М., д. т. н., профессор;

Левин В. М., д. т. н., профессор;

Лозинский Э. А., к. т. н., доцент;

Лукьянов А. В., д. т. н., профессор;

Мущанов В. Ф., д. т. н., профессор;

Савенков Н. В., к. т. н., доцент;

Югов А. М., д. т. н., профессор.

Корректоры Л. Н. Лещенко, Е. В. Гнездилова

Программное обеспечение С. В. Гавенко

Компьютерная верстка Е. А. Солодкова

Подписано к выпуску 28.06.2019

## **Адрес редакции и издателя**

86123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2,

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Телефоны: +38(062) 343-7033; +38(062) 343-7028

E-mail: [vestnik@donnasa.ru](mailto:vestnik@donnasa.ru), <http://vestnik.donnasa.ru>

Приказом МОН ДНР № 464 от 02.05.2017 г. журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Выпущено в полиграфическом центре

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

86123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2

© ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 2019



**Засновник і видавець**

ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Свідчення про реєстрацію засобу масової інформації серія ААА № 000094

видано 17.01.2017 р. Міністерством інформації ДНР

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.

Випускається за рішенням Вченої ради

ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Протокол № 10 от 27.05.2019 р.

**Редакційна рада:**

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

Мушанов В. П., д. т. н., професор – заст. гол. редактора (науковий редактор);

Югов А. М., д. т. н., професор – технічний редактор;

Зайченко М. М., д. т. н., професор – відповідальний редактор випуску.

**Редакційна колегія:**

Бенаї Х. А., д. арх., професор;

Братчун В. І., д. т. н., професор;

Бумага О. Д., к. т. н., доцент;

Веретенникова О. В., к. е. н., доцент;

Горохов Є. В., д. т. н., професор;

Губанов В. В., д. т. н., професор;

Зайченко М. М., д. т. н., професор;

Левін В. М., д. т. н., професор;

Лозинський Е. О., к. т. н., доцент;

Лук'янов О. В., д. т. н., професор;

Мушанов В. П., д. т. н., професор;

Савенков М. В., к. т. н., доцент;

Югов А. М., д. т. н., професор.

Коректори Л. М. Лещенко, О. В. Гнездилова

Програмне забезпечення С. В. Гавенко

Комп'ютерне верстання Є. А. Солодкова

Підписано до випуску 28.06.2019

**Адреса редакції і видавця**

86123, ДНР, м. Макіївка, вул. Державіна, 2,

ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

+38(062) 343-7033; +38(062) 343-7028

E-mail: vestnik@donnasa.ru, <http://vestnik.donnasa.ru>

Наказом МОН ДНР № 464 від 02.05.2017 р. журнал включено до переліку рецензованих наукових видань, в яких повинні бути опубліковані основні наукові результати дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук, на здобуття наукового ступеня доктора наук

Випущено у поліграфічному центрі

ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

86123, ДНР, м. Макіївка, вул. Державіна, 2

© ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», 2019

УДК 614.818.9

**Д. Г. БЕЛИЦКИЙ, А. В. ПИЧАХЧИ, А. Ю. КОЧЕРГИН**

ГООУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ ШИПОВ ЛЕДОХОДОВ С ЛЕДЯНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ**

**Аннотация.** Представлены данные по результатам экспериментальных исследований эффективности сцепления шипов ледоходов с ледяной поверхностью. Подробно описана изготовленная экспериментальная установка. Установка позволяет моделировать силовые параметры, возникающие при использовании рыболовного ящика в качестве базового элемента при спасении человека, провалившегося в промоину во льду. Приведены данные результатов двухфакторного эксперимента, выполненного в натурных условиях, на открытом водоеме. Получено уравнение регрессии и построена поверхность отклика зависимости реализуемого тягового усилия (силы сцепления ледоходов со льдом) от массы вертикальной нагрузки и количества шипов.

**Ключевые слова:** ледоходы, шипы, эксперимент, спасение, лёд.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

В зимний период как на водоемах, так и на дорогах, тротуарах образовывается ледяной слой. Перемещение по нему затруднено, вследствие повышенной скользкости повышается количество травм от падений. Отдельной опасности подвергаются любители подводной ловли (МЧС Донецкой народной республики фиксирует от 4 до 10 провалов людей под лед ежегодно). Актуальными являются вопросы обеспечения удобного перемещения по скользкой поверхности и эффективности способов спасения человека, провалившегося под лёд.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Для более удобного перемещения по скользкой обледеневшей поверхности необходимо увеличивать силы сцепления поверхности обуви со льдом. Коммунальные службы используют метод посыпки скользких дорог специальными реагентами и противоскользящими материалами (песок, шлак и т. д.). [1] Производители обуви разрабатывают специальные виды подошв [2]. Обыватели используют самодельные и серийно выпускаемые ледоходы, надеваемые на обувь [3].

В работе [4], выполненной под руководством профессора В. А. Пенчука изложен ряд технологий спасения человека, провалившегося в промоину во льду. Одна из них предлагает использовать в качестве базового элемента рыболовный ящик, дно которого оснащено шипами для повышения сцепления со льдом. К ящику крепится лебедка, с помощью которой рыбак-спасатель вытаскивает человека, провалившегося в прогалину во льду.

### **ЦЕЛЬ**

Экспериментальным путем определить сцепное усилие, реализуемое в зависимости от количества шипов ледоходов и веса человека.

### **ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

На рисунке 1 представлены схема и фотография экспериментальной установки. На днище типового рыболовного ящика 1 (максимальная вертикальная нагрузка – 130 кг) закреплены серийно выпускаемые ледоходы 3 (менеджмент качества ИСО 9001-2015) с шипами, грузы 2 имитируют вес

© Д. Г. Белицкий, А. В. Пичахчи, А. Ю. Кочергин, 2019

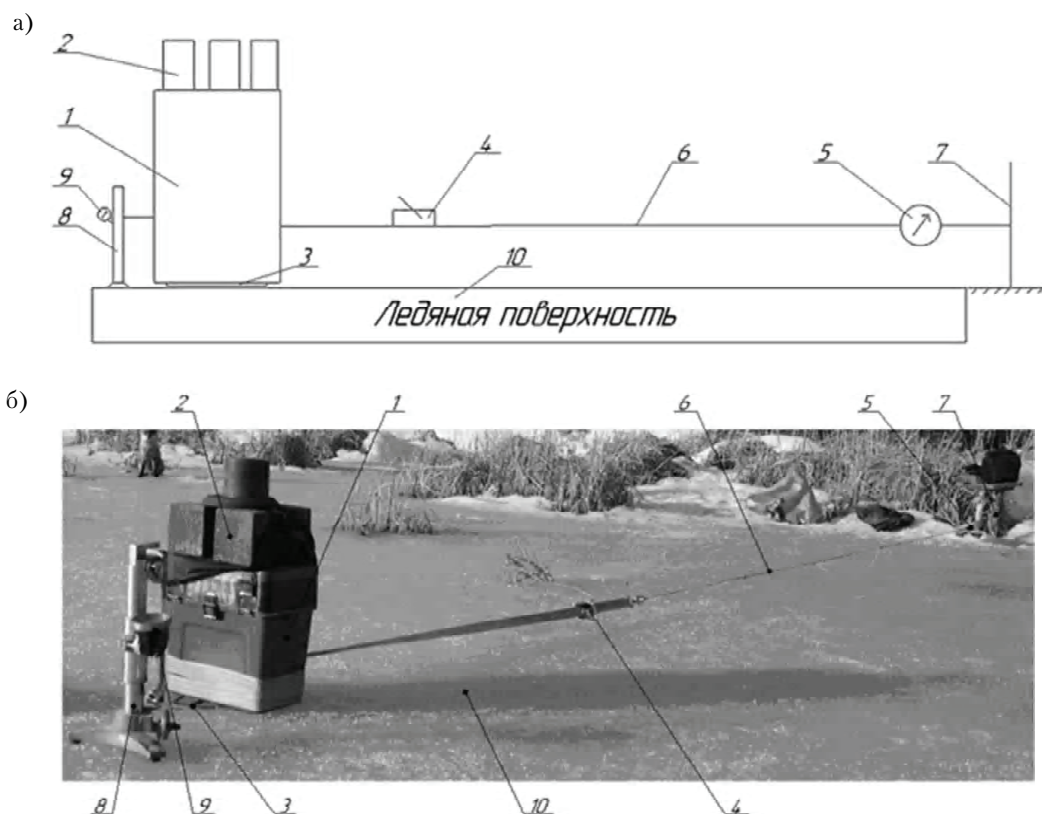


Рисунок 1 – Экспериментальная установка: а) схема; б) фотография.

человека. Тянущее усилие создается малогабаритной лебедкой 4 (стяжное усилие – 2 т), один конец каната 6 (разрывная нагрузка – 130 кгс) прикреплен к ящику 1, а второй к неподвижной опоре 7. Тяговое усилие, которое ограничено силами сцепления шипов ледоходов 3 со льдом 10, фиксируется динамометром 7 (динамометр ДПУ 0,5/2 ГОСТ 13837-68).

Для определения момента сдвига ящика его перемещение фиксировалось прогибомером Максимова 9 (ПМ-3), закрепленным на штативе 8. Показания прогибомера и динамометра записывались на видео с синхронизацией по времени.

Экспериментальные исследования проводились в феврале 2019 года на открытом водоеме с толщиной льда 15 сантиметров при отрицательной температуре окружающей среды  $-5^{\circ}\text{C}$  и влажности воздуха 52 %.

Эксперимент планировался как полный двухфакторный. Фактор  $X_1$  – масса вертикального груза, фактор  $X_2$  – количество шипов (таблица 1).

Таблица 1 – Кодирование факторов при проведении экспериментальных исследований

Интервал варьирования и уровень факторов	Масса грузов, т, кг	Количество шипов, п
Кодовое обозначение	$X_1$	$X_2$
Нулевой уровень $x_i = 0$	100	8
Интервал варьирования $\delta_i$	20	4
Нижний уровень $x_i = -1$	80	4
Верхний уровень $x_i = +1$	120	12

Для получения уравнения регрессии эксперимент проводился по план-матрице центрального композиционного ортогонального плана второго порядка [5] (таблица 2). В качестве исследуемого параметра принят показатель тягового усилия динамометра  $P$  в момент сдвига ящика (среднее арифметическое по каждому опыту).

**Таблица 2** – План-матрица центрального композиционного ортогонального плана второго порядка

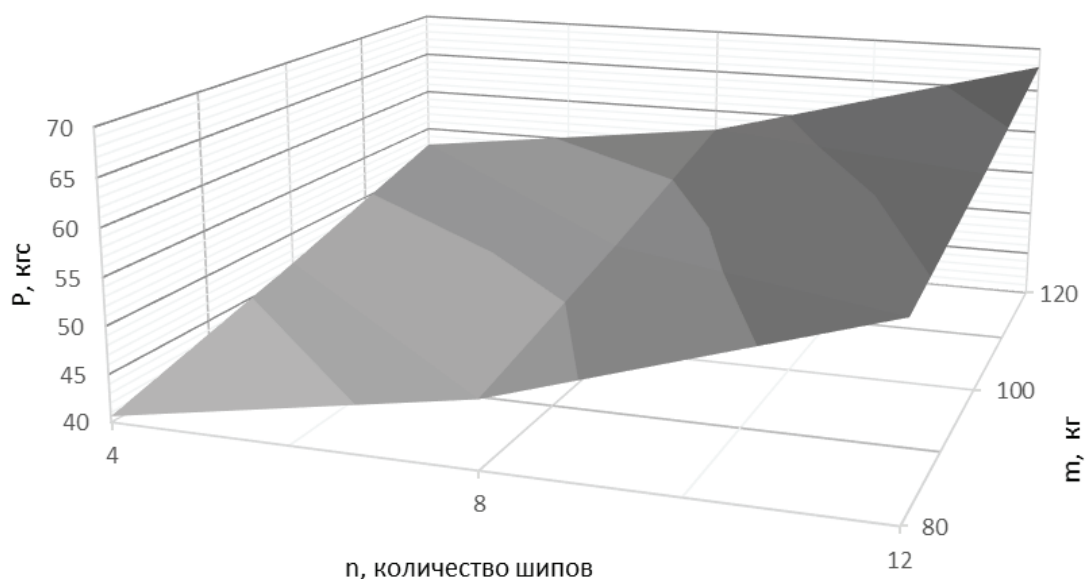
Опыт	$x_0$	$x_1$	$x_2$	$x_1^2-2/3$	$x_2^2-2/3$	$x_1 x_2$	P, кг
Планирование типа $2^2$	+1	-1	-1	1/3	1/3	+1	43,333
	+1	+1	-1	1/3	1/3	-1	51,667
	+1	-1	+1	1/3	1/3	-1	60
	+1	+1	+1	1/3	1/3	+1	65
Звездные точки	+1	-1	0	1/3	-2/3	0	43,333
	+1	+1	0	1/3	-2/3	0	61,667
	+1	0	-1	-2/3	1/3	0	45
	+1	0	+1	-2/3	1/3	0	65
Нулевые точки	+1	0	0	-2/3	-2/3	0	51,667

Уравнение регрессии зависимости реализуемого тягового усилия (сила сцепления шипов ледоходов со льдом) от массы вертикального пригруза и количества шипов в натуральных величинах примет вид

$$P = 18,665 + 0,0006925m^2 + 0,1735625n^2 + 0,2088m + 0,34875n - 0,010425mn, \quad (1)$$

где  $P$  – тяговое усилие на динамометре, кг;  
 $m$  – масса грузов, кг;  
 $n$  – количество шипов.

На основании полученного уравнения регрессии (1) построена поверхность отклика (рис. 2).


**Рисунок 2** – Зависимость реализуемого тягового усилия (сила сцепления ледоходов со льдом) от массы вертикального пригруза и количества шипов.

## ВЫВОД

Экспериментальные исследования подтвердили возможность использования рыболовного ящика в качестве базового элемента при спасении человека, провалившегося в промоину во льду. Сила сцепления ледоходов со льдом растет пропорционально количеству шипов и массе человека.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика испытаний противогололедных материалов [Текст] : отраслевой дорожный методический документ / Ю. Н. Розовой, В. И. Мазепова, Полосина-Никитина, И. А. Паткина и др. – Введ. 2016-06-03 / М-во трансп. Российской Федерации, Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор). – М. : [б. и.], 2003. – 23 с.

2. Erica, Di Maio Researchers discover most winter boots are too slippery to walk safely on icy surfaces [Электронный ресурс] / Erica Di Maio // University Health Network, 2016. – Режим доступа : [https://www.uhn.ca/corporate/News/PressReleases/Pages/researchers\\_discover\\_most\\_winter\\_boots\\_are\\_too\\_slippery\\_to\\_walk\\_safely\\_on\\_icy\\_surfaces.aspx](https://www.uhn.ca/corporate/News/PressReleases/Pages/researchers_discover_most_winter_boots_are_too_slippery_to_walk_safely_on_icy_surfaces.aspx).
3. Цветков, Сергей Защита от скольжения на льду. Мифы и реальность [Электронный ресурс] / Сергей Цветков // Гетсиз. – Режим доступа : <https://getsiz.ru/zashchita-ot-skolzheniya-na-ldu-mify-i-realnost.html>. – Назв. с экрана.
4. Попкович, В. С. Совершенствование технологий и средств механизации для спасения людей на воде в зимнее время [Текст] : магистерская диссертация / В. С. Попкович. – Макеевка : ГОУ ВПО «ДонНАСА», 2018. – 74 с.
5. Вавилова, Г. В. Математическая обработка результатов измерения [Текст] : учебно-метод. пособие / Г. В. Вавилова. – Томск : ТПУ, 2013. – 160 с.

Получено 01.04.2019

Д. Г. БЕЛИЦЬКИЙ, О. В. ПІЧАХЧИ, О. Ю. КОЧЕРГІН  
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗЧЕПЛЕННЯ  
ШИПІВ ЛЬОДОХОДІВ З КРИЖАНОЮ ПОВЕРХНЕЮ  
ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** Представлені дані за результатами експериментальних досліджень ефективності зчеплення шипів льодоходів з крижаною поверхнею. Детально описана виготовлена експериментальна установка. Установка дозволяє моделювати силові параметри, що виникають при використанні рибальського ящика як базового елемента при порятунку людини, яка провалилася у вимойні на льоду. Наведено дані результатів двофакторного експерименту, виконаного в натурних умовах на відкритому водоймищі. Отримано рівняння регресії і побудована поверхня відгуку залежності реалізованого тягового зусилля (сили зчеплення льодоходів з льодом) від маси вертикального навантаження і кількості шипів.

**Ключові слова:** льодоходи, шипи, експеримент, порятунок, лід.

DMYTRO BELYTSKYI, ALEXANDR PICHAKHCHI, ALEKSEY KOCHERGIN  
EXPERIMENTAL STUDIES OF THE EFFECTIVENESS OF ADHESION OF ICE  
SPIKES TO ICE

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The data on experimental studies of the effectiveness of adhesion of spikes of ice drifts with an ice surface are presented. The described experimental setup is described in detail. The installation allows you to simulate the power parameters that occur when using a fishing box as a basic element in the rescue of a person who has failed in a ravine in the ice. The data of the results of a two-factor experiment performed under natural conditions in an open water body are presented. The regression equation is obtained and the surface of the response of the dependence of the realized tractive effort (the force of adhesion of ice drifts to ice) on the mass of the vertical load and the number of spikes is constructed.

**Key words:** ice drifts, spikes, experiment, rescue, ice.

**Белицкий Дмитрий Григорьевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, технологических машин и оборудования ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение эффективности разработки грунтов рейферными рабочими органами.

**Пичахчи Александр Владимирович** – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: рейферы.

**Кочергин Алексей Юрьевич** – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: рейферы.

**Белицкий Дмитро Григорович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, технологічних машин і обладнання ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення ефективності розробки ґрунту рейферним робочим органом.

**Пічахчи Олександр Володимирович** – магістрант ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: рейфери.

**Кочергін Олексій Юрійович** – магістрант ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: грейфери.

**Belytskyi Dmytro** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technical Exploitation and Service of Automobiles, Technological Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: increase of efficiency of ground development by clamshell working organ.

**Pichakhchi Alexandr** – master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: increase of efficiency of ground development by clamshell working organ. Scientific interests: clamshell.

**Kochergin Aleksey** – master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: clamshell.

УДК 528.48

**П. И. СОЛОВЕЙ, А. Н. ПЕРЕВАРЮХА, О. В. ВОЛОЩУК, Е. Ю. ОВЧАРЕНКО**  
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СТРЕЛЫ ПРОВЕСА И ГАБАРИТА ПРОВОДОВ ЛЭП С БОЛЬШИМИ ПЕРЕПАДАМИ ВЫСОТ**

**Аннотация.** Рассмотрена методика геодезического контроля стрелы провеса и габарита проводов воздушных линий электропередачи с большими перепадами высот опор. Установлено, что определение стрелы провеса в самой низкой точке провода совпадает со стрелой провеса в середине пролета. Это позволяет значительно сократить объем полевых и вычислительных работ.

**Ключевые слова:** геодезический контроль, расчет точности, габариты проводов.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Разработка эффективной методики геодезического контроля стрелы провеса и габарита проводов линии электропередачи, проходящей в холмистой и горной местности со значительными перепадами высот, является актуальной задачей.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Основное внимание в работах [1, 3, 4, 5] уделено методике геодезического контроля параметров проводов ЛЭП, расположенных в равнинной местности, при проведении геодезических изысканий. Но почти отсутствуют публикации, посвященные геодезическому мониторингу стрелы провеса и габарита проводов ЛЭП, проходящих в горной и холмистой местности, со значительными перепадами высот.

### **ЦЕЛИ**

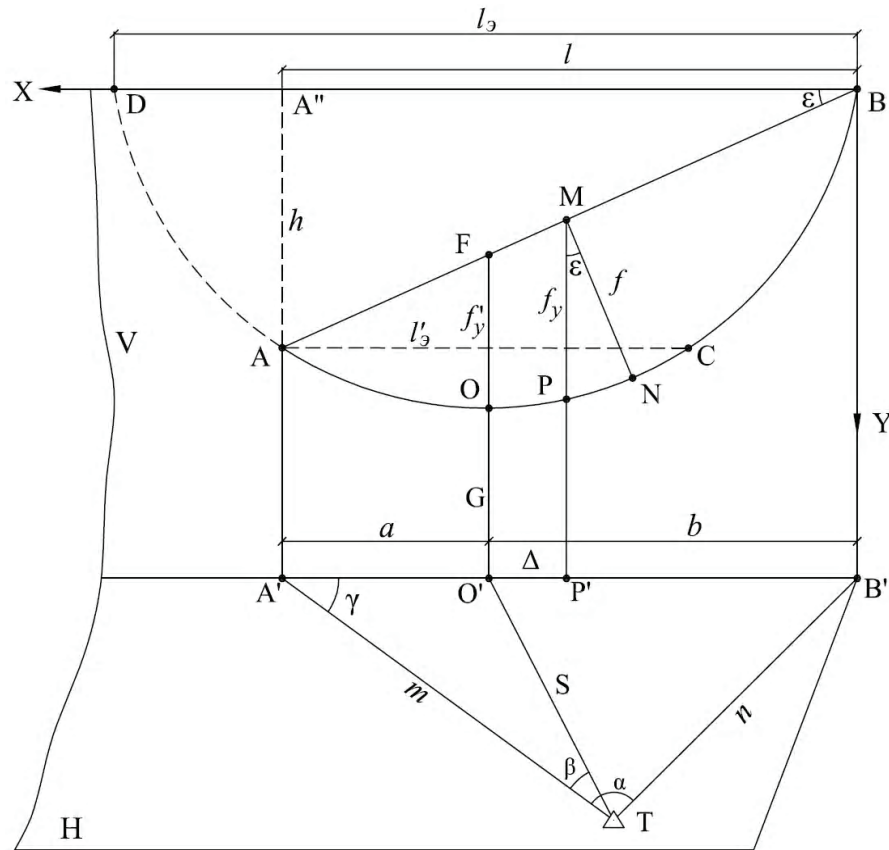
Целью статьи является разработка эффективной и точной методики геодезического контроля стрелы провеса и габарита проводов ЛЭП в условиях со значительными перепадами высот точек подвеса.

### **ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

При прохождении линий электропередачи в холмистой и горной местности возникает необходимость определения стрелы провеса и габарита проводов на участках с большими перепадами высот точек подвеса.

Пусть в отвесной плоскости  $V$  (рис.) расположены нижняя (т.  $A$ ) и верхняя (т.  $B$ ) точки подвеса провода ЛЭП. Требуется определить стрелу провеса и габарит  $G = OO'$  между самой низкой точкой  $O$  провода и точкой  $O'$  препятствия. В равнинной местности точки  $O$  и  $P$  совпадают, а в горной – расстояния между ними могут достигать нескольких метров.

Рассмотрим возможность определения стрелы провеса и габарита провода при визировании электронным безотражательным тахеометром на одну, самую низкую, точку  $O$  провода. Для этого применим прямоугольную систему координат  $XBY$ , в которой за начало координат принята верхняя точка  $B$  подвеса. Ось  $Y$  совпадает с отвесной линией, а ось  $X$  – перпендикулярна ей.



**Рисунок** – Схема определения стрелы провеса и габарита провода ЛЭП на участке с большими перепадами высот точек подвеса.

Для определения расстояний  $a = A'O'$  и  $b = O'B'$  от самой низкой точки провода до низшей и верхней точек подвеса используют [1] малый и большой эквивалентные пролеты  $l'_3 = AC$  и  $l_3 = DB$ , которые вычисляют по формулам:

$$l'_3 = l - \frac{2\sigma \cdot h}{\gamma \cdot l}; \quad (1)$$

$$l_3 = l + \frac{2\sigma \cdot h}{\gamma \cdot l}; \quad (2)$$

где  $l$  – длина пролета;  
 $\sigma$  – сила натяжения провода;  
 $\gamma$  – вес одного погонного метра провода;  
 $h$  – превышение между точками  $A$  и  $B$  подвеса провода.

Из формул (1) и (2) получим:

$$a = \frac{l'_3}{2} = \frac{l}{2} - \frac{\sigma \cdot h}{\gamma \cdot l}; \quad (3)$$

$$b = \frac{l_3}{2} = \frac{l}{2} + \frac{\sigma \cdot h}{\gamma \cdot l}. \quad (4)$$

Положение точки  $O'$  можно получить непосредственным отложением расстояния  $a$  в створе линии  $A'B'$ . В горной местности это сложно выполнить, поэтому направление на точку  $O$  провода получают следующим образом.

В точке  $T$  (рис.) устанавливают электронный безотражательный тахеометр таким образом, чтобы точки  $A$  и  $B$  попали в радиус действия прибора, а расстояние  $S = TO'$  было не меньше габарита провода. Измеряют расстояния  $m = TA'$ ,  $n = TB'$ , угол  $\alpha$  между направлениями  $TA'$  и  $TB'$ .

Вычисляют длину пролета:



$$l = \sqrt{m^2 + n^2 - 2mn \cdot \cos \alpha}. \quad (5)$$

Из треугольника  $TA'B'$  будем иметь:

$$\frac{l}{\sin \alpha} = \frac{n}{\sin \gamma}. \quad (6)$$

Откуда:

$$\sin \gamma = \frac{n \cdot \sin \alpha}{l}, \quad \gamma = \arcsin(\gamma). \quad (7)$$

Из треугольника  $TA'O'$  получим:

$$S = \sqrt{a^2 + m^2 - 2am \cdot \cos \gamma}, \quad (8)$$

тогда по теореме синусов:

$$\frac{S}{\sin \gamma} = \frac{a}{\sin \beta}, \quad (9)$$

откуда:

$$\sin \beta = \frac{a \cdot \sin \gamma}{S}, \quad \beta = \arcsin(\beta). \quad (10)$$

Отложив от направления  $TA'$  угол  $\beta$ , получают направление на точку  $O$  провода и тригонометрическим нивелированием определяют габарит  $G$  провода.

Для определения стрелы провеса  $f$  провода необходимо определить ее составляющую  $f_y$  по отвесной линии  $MP$ . Тогда стрела провеса будет равна:

$$f = f_y \cdot \cos \varepsilon, \quad (11)$$

где  $\varepsilon$  – угол наклона хорды  $BA$ .

Точка  $P'$  располагается на некотором горизонтальном расстоянии  $\Delta = O'P'$  от точки  $O'$  и чтобы зафиксировать точку  $P'$ , требуются дополнительные вычисления и измерения.

Рассмотрим, как повлияет на точность определения составляющей  $f_y$ , если вместо отрезка  $f_y = MP$ , вычислить отрезок  $f_y = FO$ .

В работе [2] приведена формула, которая позволяет определять составляющую стрелы провеса на любом расстоянии  $X$  от верхней точки  $B$  подвеса:

$$f_y = \frac{\gamma \cdot X(l - X)}{2\sigma}. \quad (12)$$

Подставив в формулу (12) значение  $X = l/2$  (середина пролета), получим составляющую стрелы провеса в точке  $P$ :

$$f_y = \frac{\gamma \cdot l^2}{8\sigma}. \quad (13)$$

Подставив в формулу (12) расстояние  $b$  из формулы (4), получим составляющую  $f'_y$  в самой низкой точке  $O$  провода:

$$f'_y = \frac{\gamma \left[ \left( \frac{l}{2} \right)^2 - \left( \frac{\sigma \cdot h}{l} \right)^2 \right]}{2\sigma}. \quad (14)$$

Пусть  $\gamma = 3,46 \cdot 10^{-3}$ ,  $l = 300$  м,  $\sigma = 13,0$  кгс/мм<sup>2</sup>,  $\varepsilon = \arctg h/l = 30^\circ$ . Подставив численные данные в формулы (13) и (14), получим  $f_y = 2,994$  м,  $f'_y = 2,987$  м. Как видно, разность  $f_y - f'_y = 0,007$  м, что является несущественной величиной.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, определение стрелы провеса в точке  $O$  (самая низкая точка провода) вместо точки  $P$  (середина пролета) не повлияет на точность определения стрелы провеса. Это значительно сокращает объем полевых и вычислительных работ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инженерно-геодезические работы для проектирования и строительства энергетических объектов [Текст] : учебник для техникумов / А. А. Карлсон, Л. И. Пик, О. А. Пономарев, В. И. Сердюков. – М. : Недра, 1986. – 349 с.
2. Крюков, К. П. Конструкции и механический расчет линий электропередачи [Текст] / К. П. Крюков, Б. П. Новгородцев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Энергия, Ленингр. отделение, 1979. – 312 с.
3. Руководство по изысканиям трасс воздушных линий электропередач 35–1150 кВ [Текст]. – Взамен 14115 тм-т1 «Руководство по инженерным изысканиям трасс воздушных линий электропередачи 500 кВ и выше» / Энергосетьпроект. – Москва : Энергосетьпроект, 1996. – 226 с.
4. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам [Текст] / В. Д. Большаков, Г. П. Левчук, В. Е. Новак и др. – М. : Недра, 1980. – 781 с.
5. Справочник геодезиста [Текст] / В. Д. Большаков, Г. П. Левчук, Г. В. Багратуни и др. ; под ред. В. Д. Большакова, Г. П. Левчука. – Изд. 2, перераб. и доп. – М. : Недра, 1975. – 1056 с.

Получено 02.04.2019

П. І. СОЛОВЕЙ, А. М. ПЕРЕВАРЮХА, О. В. ВОЛОЩУК, О. Ю. ОВЧАРЕНКО  
ГЕОДЕЗИЧНИЙ КОНТРОЛЬ СТРЕЛИ ПРОВИСАННЯ І ГАБАРИТУ  
ПРОВОДІВ ЛЕП З ВЕЛИКИМИ ПЕРЕПАДАМИ ВИСОТ  
ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

**Анотація.** Розглянуто методику геодезичного контролю стріли провисання і габариту проводів повітряних ліній електропередавання з великими перепадами висот опор. Встановлено, що визначення стріли провисання в найнижчій точці проводу збігається зі стрілою провисання в середині прольоту. Це твердження дозволяє значно скоротити обсяг польових і обчислювальних робіт.

**Ключові слова:** геодезичний контроль, розрахунок точності, габарити проводів.

PAVEL SOLOVEJ, ANATOLY PEREVARJUHA, OKSANA VOLOSHCHUK,  
ELENA OVCHARENKO  
GEODETIC CONTROL OF THE SAG AND THE GAUGE OF LEP WIRES WITH  
LARGE ELEVATION DIFFERENCES  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The technique of geodetic control of the sag and the gauge of the wires of overhead power lines with large differences in support heights is considered. It has been established that the definition of the sag at the lowest point of the wire coincides with the sag in the middle of the span. This statement can significantly reduce the amount of field and computational work.

**Key words:** geodesic control, accuracy calculation, wire dimensions.

**Соловей Павел Илларионович** – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование статических и динамических деформаций высотных зданий и сооружений.

**Переварюха Анатолий Николаевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование статических и динамических деформаций колеблющихся и вращающихся объектов.

**Волощук Оксана Владимировна** – ассистент кафедры инженерной геодезии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: геодезический мониторинг параметров проводов и опор ЛЭП в условиях эксплуатации.

**Овчаренко Елена Юрьевна** – студентка ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: геодезическое обеспечение в землеустройстве и кадастре.

**Соловей Павло Ілларіонович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної геодезії ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ». Наукові інтереси: дослідження статичних і динамічних деформацій висотних будівель і споруд.

**Переварюха Анатолій Миколайович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної геодезії ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження статичних і динамічних деформацій коливних і обертових об'єктів.

**Волощук Оксана Володимирівна** – асистент кафедри інженерної геодезії ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: геодезичний моніторинг параметрів проводів і опор ЛЕП в умовах експлуатації.

**Овчаренко Олена Юріївна** – студентка ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: геодезичне забезпечення в землевпорядкуванні та кадастрі.

**Solovej Pavel** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of static and dynamic deformations of high-rise buildings.

**Perevarjuha Anatoly** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of static and dynamic deformations of varying and rotating objects.

**Voloschuk Oksana** – assistant, Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: geodetic monitoring of wire parameters and transmission line poles under operating conditions.

**Ovcharenko Elena** – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: geodetic support in land management and cadastre.

УДК 711.168(477.6)

**В. В. ШАМРАЕВСКИЙ, В. А. ПУНДИК**

ГООУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **РЕАБИЛИТАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ, НАРУШЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ, В ДОНЕЦКОМ РЕГИОНЕ**

**Аннотация.** В статье рассмотрена актуальная для Донецкого региона проблема реабилитации территорий, нарушенных промышленной деятельностью. По результатам анализа зарубежного и отечественного опыта реабилитации территорий, нарушенных промышленной деятельностью, были рассмотрены методы переработки терриконов, а также их внедрение в окружающую городскую среду с целью повышения туристической привлекательности Донецкого региона.

**Ключевые слова:** антропогенный ландшафт; террикон; территории, нарушенные промышленной деятельностью; реабилитация; рекультивация; озеленение.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Хозяйственная деятельность человека привела к появлению в природной среде не свойственных ей ландшафтов, так называемых антропогенных. К таким ландшафтам относятся территории, нарушенные промышленной деятельностью.

Для Донецкого региона, как и для других угледобывающих регионов, характерны возвышающиеся терриконы. Если говорить об уровне отравления окружающей среды терриконами в Донецкой области, то наша атмосфера буквально задавлена окисью углерода, фенолами, вместе с пылью терриконов в воздух попадает свинец, цинк, марганец, медь и т. д. Территорией максимального загрязнения считается 500-метровая зона вокруг террикона. Горящие терриконы выбрасывают в воздух вредные вещества, провоцирующие заболевания дыхательных путей и аллергические реакции. Угарный газ, будучи тяжелее воздуха, стелется по земле – при высокой его концентрации человек может задохнуться [5].

Сам по себе террикон является сложной конструкцией, состоящий из породы, разнообразных бактерий, животных, которые живут на склонах. Кроме того, терриконы приносят множество неприятностей, а именно:

- 1 – выветривание и вымывание породы террикона;
- 2 – самовозгорание;
- 3 – радиационный фон.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Решению проблемы терриконов посвящено множество работ и проектов, как концептуальных, так и реализованных. Например:

1. Немецкий опыт, Рурская область. Проект «Экстрашихт», заключающийся в выработке электроэнергии (ветряных и солнечных электростанций), а также в выращивании сырья для биоэлектростанций [6].

2. Порода терриконов и отвалов углеобогачительных фабрик можно использовать для получения глинозема, из которого выплавляется алюминий и рассматривать в качестве нового нетрадиционного вида минерального сырья. Так, во Франции успешно опробован новый двуокислотный метод переработки отходов угольного производства для извлечения глинозема. Технологи Польши доказали возможность промышленного получения глинозема из глинистых пород [1].

3. Проект Российского предприятия ООО «Ростовгипрошахт» использовал отвальные породы в строительных материалах плит перекрытия, стеновых панелей, лестничных маршей, лифтовых шахт и т. д.

4. В Англии отвалы, которые часто портят виды местности рядом с разработанным месторождением угля, архитектор Чарльз Дженкс превратил в живописный ландшафт. Шахтный отвал предоставил уникальную возможность сформировать формы скульптуры «Богиня Севера», высотой с 8-этажный дом (парк герцога Бакклех) [2].

5. Парк в Некрасовке спроектирован на месте мусорной свалки. Это уникальный активный парк, с пешеходными и велосипедными дорожками, смотровой площадкой, с площадками для маунтинг-байк и тюбинга [2].

6. США, Польша, Германия давно используют технологии переработки терриконов: смешивают породу с песком и другими добавками и закладывают выработанное пространство [3].

7. В 2001 году Российско-Британский консалтинговый центр предложил создать две электростанции на основе технологии сжигания породы терриконов с незначительным добавлением угля. Это бы позволило переработать 100 млн тонн пустой породы, которая ныне горит и отравляет атмосферу.

На Донбассе тоже имеются некоторые реализованные проекты утилизации терриконов. Несколько девятиэтажных домов по улице Университетской, отдел милиции Киевского района, радиорынок «Маяк» в Донецке и гипермаркет «Метро» между городами Донецк и Макеевка – все эти объекты построены на территории, которую когда-то занимали терриконы. В Донецке порода терриконов активно используется в качестве балансирующего материала при строительстве дорог (объездная дорога, новая дорога от проспекта Мира по улице Павла Поповича) [7].

А также в отечественной практике существуют и концептуальные разработки, и научные изыскания, такие как:

1. Разработка архитектора Леонида Семченкова уникального строительства теплиц на терриконе, так называемое «солнечное строительство».

2. Проект «Реабилитация нарушенных территорий – терриконов, путем создания на них электростанций на базе солнечных модулей» архитектор О. Е. Булахова.

3. Идею строительства небольших ветроэлектростанций на терриконах высказал заведующий кафедрой природоохранной деятельности ДонНТУ В. К. Костенко [3].

4. Производство топлива учеными НГУ ХОТ-3-1 (холодное окисление топлива 3-ступенчатое). По этой технологии успешно эксплуатировалось 11 установок ХОТ-3 (в Макеевке, Луганске, Донецке, Днепропетровске и Александрии) [3].

5. Использование теплоты отвальных пород терриконов в качестве источника низкопотенциальной тепловой энергии посредством геотермальных тепловых насосов (ГТН) [4].

**Цель данной статьи** – анализ существующих в теории и на практике методик реабилитации территорий, нарушенных промышленной деятельностью, в отечественной и зарубежной практике. Их синтез с региональной, экономической, социальной потребностью Донецкого региона, а также предложение своего концептуального варианта решения данной проблемы.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

По данным Госуправления экологии и природных ресурсов в Донецкой области насчитывается 580 терриконов, из них 114 горящих. На территории Донецка по разным оценкам находится более 100 терриконов. На теоретическом уровне проблемная ситуация заключается в том, что, несмотря на значительное количество научных трудов и концептуальных решений проектирования по данной теме, ни одна из методик не нашла себя в полной мере в нашем регионе.

Авторами статьи предполагается, что каждый террикон необходимо рассматривать как индивидуально, так и в комплексе с другими терриконами. Как показали предварительные исследования, существует два пути решения проблемы терриконов. Первый – оставить потухшие терриконы, которые не представляют опасности для населения и преобразовать их в смотровые площадки; полигоны для экстремальных видов спорта; парки; платформы для культурных инициатив; теплицы; солнечных и ветряных электростанций.

Второй путь – использование энергии горящих терриконов и их природного ресурса для нужд населения. А также производить обратную засыпку выработанных угольных пластов.

В условиях формирования государственности ДНР большое внимание уделяется спорту, что в целом характеризуется высокой привлекательностью для детей и молодежи. В Донецке существует

множество организаций, секций, школ, связанных с экстремальными видами спорта, такие как крытые и открытые скейтпарки; канатные дороги (парк «Лень в пень»); донецкая областная федерация альпинизма и др.

Проблема организаций такого рода заключается в отсутствии или недостаточного количества материально-технической базы, полигонов для тренировок и проведения соревнований, учебных классов для проведения теоретических занятий, а также отсутствие специально оборудованных залов для тренировок в несезонное время.

По мнению авторов, террикон по своим внешним характеристикам способствует удовлетворению множеству пунктов для создания центра экстремальных видов спорта. Наличие отвесного склона (на угол склона влияет технология возведения террикона), большой территории, прилегающей к подножью (санитарно-защитная зона), уровень возвышения над землей и т. д., дает возможность создать центр, в котором будут размещаться: альпинизм, маунтинбайк, парашютный спорт, вело- и мототрек, горнолыжные открытые и закрытые трассы, скейтпарки.

Организация и озеленение окружающего пространства будет способствовать решению проблемы терриконов в Донецком регионе. Такой концептуальный вариант решит проблему отрыва данных о территории, нарушенной промышленной деятельностью, от данных о городе, его населения, его коммуникаций.

## ВЫВОД

Существует множество креативных идей использования терриконов, не только предполагающих получение экономической выгоды, но и способствующих развитию в регионе современных энерго-сберегающих технологий, современного искусства, современных видов спорта.

Решению проблемы терриконов может способствовать активная позиция энтузиастов и тесное сотрудничество частного инвестиционного капитала и государственной власти.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григоращенко, А. П. Мировая практика обращения с породугольными терриконами [Электронный ресурс] / А. П. Григоращенко, А. Н. Корчевский // Электронный архив научных исследований ДонНТУ. – 2015. – Режим доступа : <http://ea.donntu.org:8080/bitstream/123456789/29571/1/1.pdf>.
2. Формирование ландшафтно-рекреационных зон на территориях, нарушенных промышленной деятельностью [Текст] / А. В. Губанов, В. Е. Вязовский, В. И. Васютина // Збірник наукових праць Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2017. – № 2 – 2017 (7). – С 44–57.
3. Ивченко, Л. А. О возможности использования терриконов с целью повышения туристической привлекательности Донецкого региона [Текст] / Л. А. Ивченко, Э. М. Лебезова // Вестник ДИТБ (Донецкий институт туристического бизнеса). – 2012. – № 16. – С. 186–192.
4. Монах, С. И. Исследование возможности применения геотермальных тепловых насосов (ГТН) с использованием теплоты грунтов терриконов для автономного теплоснабжения [Текст] / С. И. Монах, Р. Э. Бафгаловский // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2008. – Том 4, № 3. – С. 113–118.
5. Побережнюк, Р. Разборщик терриконов – новая профессия для региона [Текст] / Р. Побережнюк // Укррудпром. – 2008. – 25 декабря. – С. 5.
6. Реуцкая, Н. Терриконы: потерянные метры или горы возможностей [Текст] / Н. Реуцкая // Макеевский рабочий. – 2011. – 16 декабря. – С. 12.
7. Скринецкая, И. В. Использование породных отвалов в дорожном строительстве [Текст] / И. В. Скринецкая, В. Ю. Романова // Комплексне використання природних ресурсів : зб. доповідей IV регіональної конференції (м. Донецьк, 12 грудня 2011 р.) / Донецький національний технічний університет. – Донецьк : ДонНТУ, 2011. – С. 73–76.

Получено 05.04.2019

**В. В. ШАМРАЄВСЬКИЙ, В. О. ПУНДИК**  
РЕАБІЛІТАЦІЯ ТЕРИТОРІЙ, ПОРУШЕНИХ ПРОМИСЛОВОЮ  
ДІЯЛЬНІСТЮ, У ДОНЕЦЬКОМУ РЕГІОНІ  
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** У статті розглянуто актуальну для Донецького регіону проблему реабілітації територій, порушених промисловою діяльністю. За результатами аналізу зарубіжного та вітчизняного досвіду були розглянуті методи переробки терриконів, а також їх впровадження в навколишнє міське середовище з метою підвищення туристичної привабливості Донецького регіону.

**Ключові слова:** антропогенний ландшафт, терикон, території, порушені промисловою діяльністю, реабілітація, рекультивація, озеленення.

VALERY SHAMRAEVSKY, VERONIKA PUNDIK  
REHABILITATION OF AREAS AFFECTED BY INDUSTRIAL ACTIVITIES IN  
THE DONETSK REGION

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The article deals with the actual problem of rehabilitation of territories disturbed by industrial activity. On the analysis of foreign and domestic experience were considered methods of processing of waste, as well as their introduction into the urban environment in order to increase the tourist attractiveness of the Donetsk region.

**Key words:** anthropogenic landscape, waste ground, territories disturbed by industrial activity, rehabilitation, reclamation, landscaping.

**Шамраевский Валерий Викторович** – доцент кафедры градостроительства и ландшафтной архитектуры ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: архитектурное проектирование в природной среде. Поиск архитектурных акцентов в городах Донбасса.

**Пундик Вероника Александровна** – бакалавр кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проблема озеленения городов. Реабилитация территорий, нарушенных промышленной деятельностью на Донбассе.

**Шамраєвський Валерій Вікторович** – доцент кафедри містобудування та ландшафтно́ї архітектури ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: архітектурне проектування в природному середовищі. Пошук архітектурних акцентів в містах Донбасу.

**Пундик Вероніка Олександрівна** – бакалавр кафедри архітектурного проектування і дизайну архітектурного середовища ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проблема озеленення міст. Реабілітація територій, порушених промисловою діяльністю на Донбасі.

**Shamraevsky Valery** – Associate Professor, Urban Development and Landscape Architecture Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: architectural design in the natural environment. Search for architectural accents in the cities of Donbass.

**Pundik Veronika** – bachelor of Urban Development and Landscape Architecture Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: the problem of urban greening. Rehabilitation of areas disturbed by industrial activity in the Donbass.

УДК 624.012.3.001.24

**В. М. ЛЕВИН, В. С. ЮРОВА, Н. А. СЕВОСТЬЯНОВ**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЭЛЕМЕНТА НЕЛИНЕЙНЫМ ДЕФОРМАЦИОННЫМ МЕТОДОМ И ПО ПРЕДЕЛЬНЫМ УСИЛИЯМ**

**Аннотация.** Построен алгоритм расчета сечений железобетонных элементов нелинейным диаграммным методом, не требующим применения сложных методов решения систем нелинейных уравнений. Приведен пример сопоставления результатов расчета сечения по предельным усилиям и нелинейным диаграммным методом.

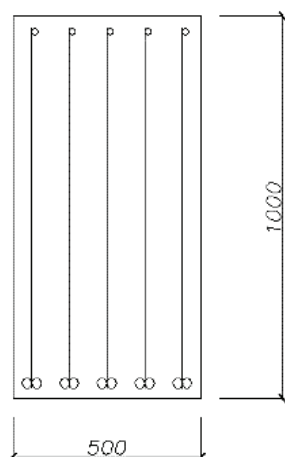
**Ключевые слова:** бетон, арматура, железобетон, напряжения, деформации, равнодействующая и момент внутренних сил, предельные деформации бетона и арматуры.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Нормами разных стран рекомендуются два подхода к расчету нормальных сечений железобетонных стержневых элементов – по предельным усилиям и нелинейным диаграммным методом, однако эти нормы не содержат их сопоставления и по области их применения. В данной работе представлены первые результаты такого сопоставления.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Анализом работы неупругих стержней занимались К. Г. Абрамян, С. А. Амбарцумян, Н. И. Безухов, Е. А. Бейлин, Г. М. Вестергард, М. А. Задоян, С. А. Леонова, Е. Н. Тихомиров, Г. П. Яковленко [1], А. С. Кац [2], Е. Н. Пересыпкин [3], Н. И. Карпенко [4], В. М. Левин [5], В. М. Левин и О. И. Дорошенко [6] и др. Расчет различных железобетонных конструкций регламентируется нормативными документами, например [7] и [8].



**Рисунок 1** – Сечение рассчитываемого стержня.

### **ЦЕЛИ**

Сравнение результатов расчета прямоугольного сечения железобетонного элемента нелинейным деформационным методом и методом предельных усилий.

### **ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

Был выполнен сопоставительный расчет нормальных сечений изгибаемого железобетонного стержня прямоугольного сечения двумя методами. Исходные данные – сечение 500×1 000 мм из бетона В25, армирование – каркасами Матарова, растянутая арматура 2·5Ø25A400, сжатая арматура 5Ø16A400, поперечная арматуры 5Ø16A400 (рис. 1).

Расчеты выполнялись по [7]. При расчете нелинейным диаграммным методом уравнения равновесия решались методом прямого перебора. В процессе перебора разыскивалось такое положение эпюры деформаций в сечении, при котором нормальная сила равна заданной величине (в данном случае – нулю) с некоторой допускаемой погрешностью. Для удобства контроля предельных деформаций была выполнена замена переменных –



кривизна и деформация начального волокна были выражены через деформации самого сжатого волокна бетона и самого растянутого арматурного стержня. Полагалось, что на одном краевом волокне выполнено условие прочности (деформация равна предельной). На противоположном волокне осуществлялся перебор значений деформаций в пределах, определяемых условиями прочности соответствующих волокон при их сжатии и растяжении. Таким образом, на каждом шаге поиска задавалось положение прямолинейной эпюры деформаций, определялись равнодействующая и момент внутренних сил, и равнодействующая сравнивалась с заданной нормальной силой в сечении. Выбиралось такое значение варьируемой величины деформации, при котором выполняется условие достаточной близости равнодействующей к заданной нормальной силе (с допускаемой погрешностью). В случае необходимости при приближении к этой точке решение может быть уточнено дроблением шага перебора.

Момент, полученный в результате вычислений с помощью метода предельных усилий, составил  $M_{ult} = 1,53$  МН·м, а нелинейным деформационным методом –  $M_x = 1,5219$  МН·м.

Относительная разность двух результатов составляет

$$\frac{1,5300 - 1,5219}{1,5300} \cdot 100 \% = 0,5 \%$$

Граница области допустимых значений обобщенных сил в сечении, полученная в процессе перебора, показана на рис. 2.

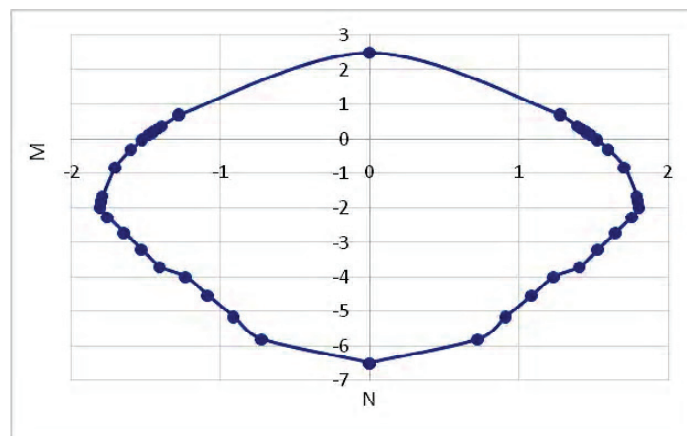


Рисунок 2 – Граница области допустимых значений обобщенных сил в сечении.

## ВЫВОДЫ

Для выбранных исходных данных различия между полученными результатами существенно меньше традиционной для строительного проектирования погрешности (5 %).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковленко, Г. П. Нелинейный расчет армированных стержней и стержневых конструкций [Текст] / Г. П. Яковленко. – Л. : Издательство Ленинградского университета, 1988. – 136 с.
2. Кац, А. С. Расчет неупругих строительных конструкций [Текст] / А. С. Кац. – Л. : Стройиздат, Ленингр. отд-е, 1989. – 168 с., ил. – ISBN 5-274-00367-2.
3. Пересыпкин, Е. Н. Расчет стержневых железобетонных элементов [Текст] / Е. Н. Пересыпкин. – М. : Стройиздат, 1988. – 168 с.: ил. – (Наука – строит. пр-ву). – ISBN 5-274-00158-0.
4. Карпенко, Н. И. Общие модели механики железобетона [Текст] / Н. И. Карпенко. – М. : Стройиздат, 1996. – 416 с.
5. Левин, В. М. Влияние глубины дефекта на напряженно-деформированное состояние монолитной железобетонной балки [Текст] / В. М. Левин, О. И. Дорошенко // Современные проблемы строительства : Ежегодный науч. техн. сборник. – 2007. – №4(9)2006. – С. 260–266.
6. Левин, В. М. Расчет железобетонных стержневых и пространственных конструкций при наличии концентраторов напряжений [Текст] / В. М. Левин // Бетон и железобетон – пути развития : научные труды 2-ой Всероссийской (международной) конференции по бетону и железобетону (5–9 сентября 2005 г., Москва). – В 5 томах, Том 2 Железобетонные конструкции зданий и сооружений / Теория железобетона. Методы расчета. – М. : [б. и.], 2005. – С. 495–502.

- 7 СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения [Текст]. – Взамен СНиП 52-01-2003 ; введ. 2013-01-01. – М. : Минрегион России. – 152 с.
8. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції [Текст]. – На заміну СНиП 2.03.01-84\* ; надано чинності 2011-07-01. – К. : Мінрегіобуд України, 2009. – 71 с.

Получено 08.04.2019

**В. М. ЛЕВІН, В. С. ЮРОВА, М. А. СЕВОСТЬЯНОВ**  
**ПОРІВНЯННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ ПРЯМОКУТНОГО ПЕРЕРІЗУ**  
**ЗАЛІЗОБЕТОННОГО ЕЛЕМЕНТА НЕЛІНІЙНИМ ДЕФОРМАЦІЙНИМ**  
**МЕТОДОМ І ЗА ГРАНИЧНИМИ ЗУСИЛЛЯМИ**  
**ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»**

**Анотація.** Обґрунтовано необхідність зіставлення результатів розрахунку перерізів залізобетонних елементів нелінійним діаграмним методом і за граничними зусиллями; побудований алгоритм розрахунку нелінійним діаграмним методом, що не вимагає застосування складних методів вирішення систем нелінійних рівнянь. Наведено приклад зіставлення результатів розрахунку перерізу обома методами.

**Ключові слова:** бетон, арматура, залізобетон, напруження, деформації, рівнодіюча і момент внутрішніх сил, граничні деформації бетону та арматури.

**VICTOR LEVIN, VICTORIA YUROVA, NIKITA SEVOSTYANOV**  
**COMPARISON OF RESULTS OF CALCULATION OF RECTANGULAR SECTION**  
**OF REINFORCED CONCRETE ELEMENT BY NONLINEAR DEFORMATION**  
**METHOD AND WITH ULTIMATE FORCES**  
**Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture**

**Abstract.** The necessity of comparing the results of calculation of sections of reinforced concrete elements by a nonlinear diagram method is substantiated, and the algorithm of calculation by a nonlinear diagram method, which does not require the use of complex methods for solving systems of nonlinear equations, is constructed by limiting forces. The example of comparison of results of calculation of section by both methods is given.

**Key words:** concrete, reinforcement, reinforced concrete, stresses, deformations, resultant and moment of internal forces, ultimate deformations of concrete and reinforcement.

**Левин Виктор Матвеевич** – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: методы анализа напряженно-деформированного состояния неупругих пространственных систем; исследование и моделирование прочностных и деформативных свойств бетона и железобетона; местные состояния неупругих пространственных систем.

**Юрова Виктория Сергеевна** – студентка ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: сравнение двух методов расчета прямоугольного сечения железобетонного элемента: нелинейным деформационным методом и методом предельных усилий.

**Севостьянов Никита Андреевич** – студент ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: сравнение двух методов расчета прямоугольного сечения железобетонного элемента: нелинейным деформационным методом и методом предельных усилий.

**Левін Віктор Матвійович** – доктор технічних наук, професор; завідувач кафедри залізобетонних конструкцій ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: методи аналізу напружено-деформованого стану непружних просторових систем; дослідження і моделювання міцності і деформативних властивостей бетону та залізобетону; місцевий стан непружних просторових систем.

**Юрова Вікторія Сергіївна** – студентка ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: порівняння двох методів розрахунку прямокутного перерізу залізобетонного елемента: нелінійним деформацийним методом і методом граничних зусиль.

**Севостьянов Микита Андрійович** – студент ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: порівняння двох методів розрахунку прямокутного перерізу залізобетонного елемента: нелінійним деформаційним методом і методом граничних зусиль.

**Levin Victor** – D. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: methods of analysis of stress-strain state of inelastic spatial systems; research and modeling of strength and deformative properties of concrete and reinforced concrete; local states of inelastic spatial systems.

**Yurova Victoria** – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: comparison of two methods of calculation of rectangular cross-section of reinforced concrete element by nonlinear: deformation method and the method of limiting forces.

**Sevostyanov Nikita** – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: comparison of two methods of calculation of rectangular cross-section of reinforced concrete element by nonlinear: deformation method and the method of limiting forces.

УДК 624.012.45:62.673.2.004.6

**Е. А. ДМИТРЕНКО, А. С. ВОЛКОВ, А. В. НЕДОРЕЗОВ, С. Н. МАШТАЛЕР, Т. О. ГРАНИНА,  
В. Р. ДЕМЕРЗА, Л. Н. ПЕРКАТИЙ**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ТИПОВЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАШЕННЫХ КОПРОВ**

**Аннотация.** Статья написана на основе отчетов о результатах обследования технического состояния строительных конструкций шести железобетонных башенных копров шахт Донбасса. Рассмотрены и приведены основные дефекты и повреждения строительных конструкций подобных сооружений с иллюстрациями.

**Ключевые слова:** железобетон, башенный копер, дефекты и повреждения, конструкции копров, типовые повреждения копров.

Еще со времен СССР Донбасс был развитым регионом в угледобывающей промышленности. Вплоть до 2014 года на территории Донецкой области работали 37 шахт, сейчас лишь половина, да и та с разной степенью загрузки. Башенные копры являются одними из наиболее характерных сооружений угледобывающих комплексов как в части конструктивных решений, так и в части проектирования, обследования и реконструкции их строительных конструкций [2, 6].

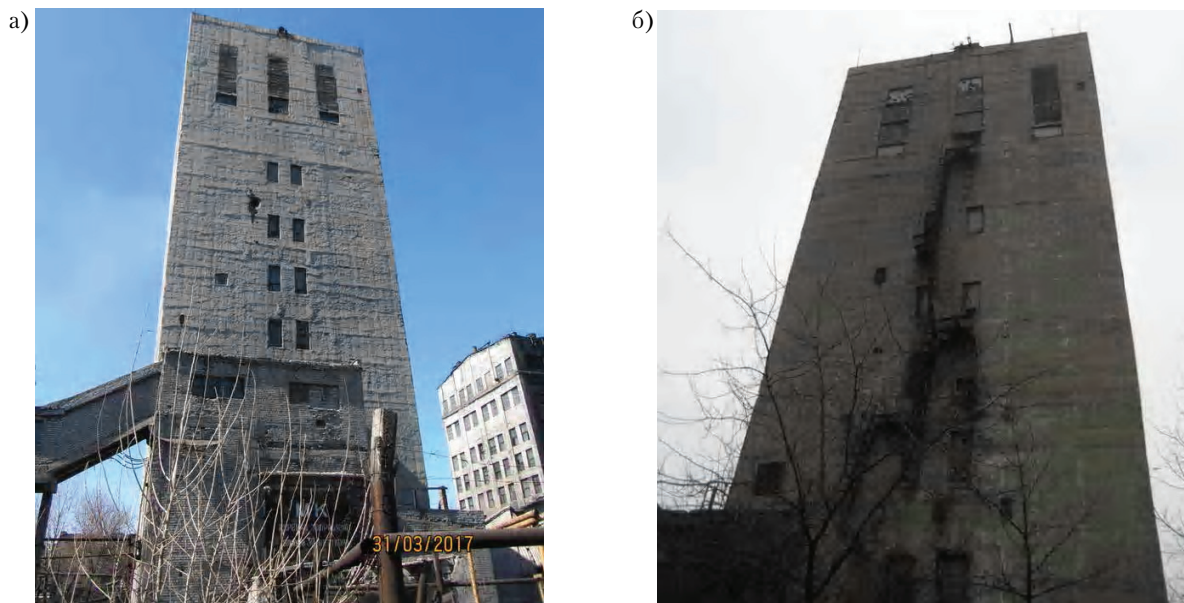
Основное функциональное назначение данных сооружений заключается в размещении подъемного оборудования, кроме того в них могут размещаться различное вспомогательное и технологическое оборудование, а при соответствующем обосновании – складских и других помещений [1].

Объемно-планировочное решение копра во многом определяется технологическими факторами, главными из которых считаются мощность шахты, глубина и диаметр ствола и др. Размер копра в плане определяется числом подъемных сосудов, их размерами и размещением в стволе. Использование многоканатных подъемных машин сопровождается применением отклоняющих шкивов, что приводит к увеличению высоты копра [1, 3].

Для подавляющего большинства подобных сооружений характерен длительный срок эксплуатации, приближающийся или превышающий нормативный срок проведения капитального ремонта. За время эксплуатации строительные конструкции копров, как правило, получают повреждения, которые могут оказывать влияние на их несущую способность. Выход из строя как отдельных конструкций, так и сооружения в целом может повлечь за собой огромные материальные потери (вплоть до закрытия угледобывающего предприятия) и катастрофические техногенные и экологические последствия для отдельных регионов государства. В связи с этим точная и надежная оценка несущей способности и эксплуатационной пригодности конструктивных элементов данных сооружений представляет для нашего региона актуальную и важную не только в научном, но и в практическом плане задачу [4, 5, 7, 8].

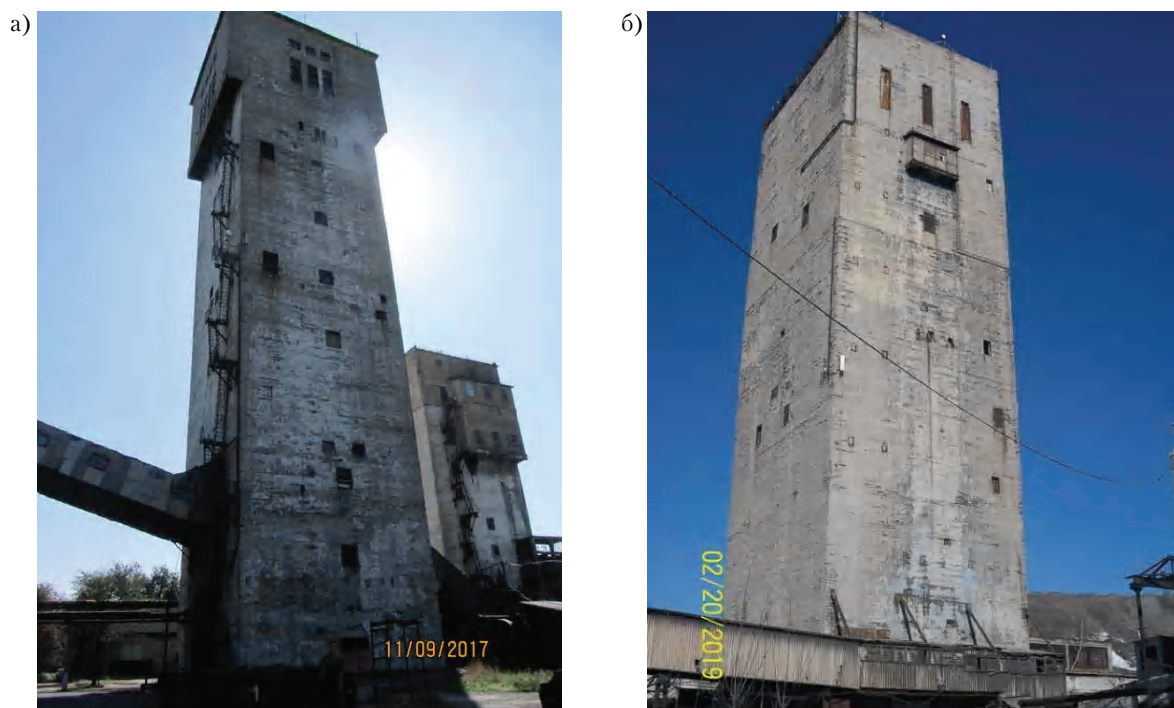
В рамках научно-исследовательских работ специалисты ГОУ ВПО «ДонНАСА» выполняли работы по исследованию технического состояния конструкций, исследованию влияния обширных по площади повреждений в результате длительной эксплуатации и аварийной ситуации на изменение параметров НДС отдельных конструкций и эксплуатационной пригодности сооружений в целом. В качестве объектов научно-практических исследований рассматривались следующие сооружения:

– железобетонный башенный копер клетьевого ствола № 4 ОП «Шахта имени В. И. Ленина» в г. Макеевке – введен в эксплуатацию в 1968 г. (рис. 1);



**Рисунок 1** – Общий вид башенного копра клетьевого ствола № 4 шахты им. В. И. Ленина ГП «Макеевуголь» в г. Макеевке: а) со стороны фасада «Г–А»; б) фасада «А–Г».

- железобетонный башенный копер скипового ствола шахты ОП «Шахта Северная» ГП «Макеевуголь» в г. Макеевке – введен в эксплуатацию в 1971 г. (рис. 2а);
- железобетонный башенный копер клетьевого ствола № 2 шахты им. М. И. Калинина в г. Горловке – введен в эксплуатацию в 1976 г. (рис. 2б);



**Рисунок 2** – Общий вид башенного копра скипового ствола шахты ОП «Шахта Северная» ГП «Макеевуголь» в г. Макеевке (а) и башенного копра клетьевого ствола № 2 шахты им. М. И. Калинина в г. Горловке (б).

- железобетонный башенный копер клетьевого ствола № 1 шахты «Красный Профинтерн» в г. Енакиеве – введен в эксплуатацию в 1993 г. (рис. 3а);





**Рисунок 3** – Общий вид башенного копра клетьевого ствола № 1 шахты «Красный Профинтерн» г. Енакиево (а) и копробункера шахты ОП «Шахта им. М. И. Калинина» в г. Донецке (б).

– железобетонный башенный копер скипового ствола шахты ОП «Шахта им. А. А. Скочинского» в г. Донецке – введен в эксплуатацию в 1975 г. (рис. 4);



**Рисунок 4** – Общий вид башенного копра скипового ствола шахты ОП «Шахта им. А. А. Скочинского» в г. Донецке со стороны фасада «А–Г» (а) и «Г–А» (б). Съемка выполнена в марте 2019 г.

– железобетонный копробункер шахты ОП «Шахта им. М. И. Калинина» в г. Донецке – введен в эксплуатацию в 1962 г. (рис. 36).

Все сооружения, за исключением копробункера, представляют собой многоэтажное сооружение значительной высоты (от 53 до 85 м) прямоугольное в плане с размерами в крайних осях от 18×18 до 21×21 м. По конструктивной схеме железобетонные копры являются башенными сооружениями с несущими наружными и внутренними монолитными стенами переменного сечения по высоте 250... 300 мм. У каждого копра есть внутренняя шахта с размерами в плане от 6,0×6,0 до 7,0×10,0 м, внутри нее осуществляется спуск – подъем клетей и противовесов. Стены связаны горизонтальными дисками жесткости, роль которых играют перекрытия и покрытие.

Железобетонный копробункер шахты ОП «Шахта им. М. И. Калинина» в г. Донецке (рис. 36) представляет собой надземное сооружение башенного типа, совмещенное с бункерами, которое выполняет функции размещения подъемных механизмов скипового подъемного ствола, а также оборудования, обеспечивающего функционирование данного комплекса.

Копровые шкивы расположены на отм. +50,675 м попарно в одном уровне. Скиповый подъем обслуживается подъемной машиной БЦК 9/5×2,5. Расстрелы смонтированы на железобетонных отливках, и к ним присоединены проводники одностороннего расположения. На момент обследования клетевая подъемная установка используется в качестве запасного инспекторского подъема.

В результате обследования указанных сооружений следует выделить следующие основные повреждения несущих конструкций:

- недостаточный защитный слой бетона с обнажением и коррозионным износом рабочей арматуры (рис. 7, 8);
- пробоины в конструкциях стен и плит перекрытий и покрытий в местах пропуска коммуникаций;
- следы увлажнений и белые потеки на поверхностях конструкций;
- разрушение защитного слоя бетона (рис. 5);



**Рисунок 5** – Участки разрушения защитного слоя бетона глубиной до 40 мм в местах протечек с обнажением и коррозионным износом рабочей арматуры до 10 % поперечного сечения.

- локальные участки сколов бетона;
- масляные пятна (рис. 8б);
- дефектные швы и наплывы бетона;
- сетки мелких трещин на поверхностях конструкций с налипанием угольной пыли;
- вертикальные и наклонные трещины силового характера (рис. 6);
- вертикальные трещины коррозионного характера в конструкциях стен и фундаментов;
- трещины силового характера в монолитных плитах перекрытий;
- вертикальные и наклонные трещины в балках перекрытий;





**Рисунок 6** – Вертикальные и наклонные трещины в конструкциях несущих стен шириной раскрытия до 0,4 мм.



**Рисунок 7** – Недостаточный защитный слой бетона на поверхностях балки перекрытия с обнажением и коррозией рабочей арматуры до 10...15 % поперечного сечения.

- продольные трещины коррозионного характера на нижней поверхности балок перекрытий;
- обрывы рабочей арматуры (рис. 8);
- разрушение фактурного слоя краски, штукатурки и утеплителя на поверхностях стен;
- протечки грунтовых вод через стены фундаментов.

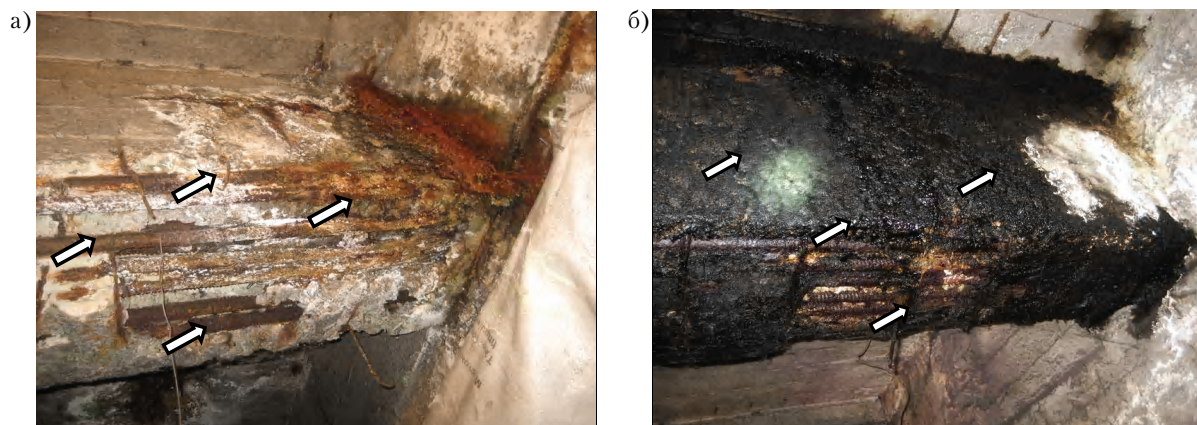
**Основные виды дефектов и повреждений, характерные для прочих конструкций башенных копров:**

- погибы защитных ограждений лестниц;
- погибы отдельных элементов металлических ворот и дверей;
- разрушение напольных покрытий;
- разрушение элементов оконного заполнения, стеклоблоков;
- неправильное устройство узлов прохода вентиляционных каналов через кровлю;
- коррозионный износ конструкций молниеотводов;
- коррозионный износ металлических элементов лестниц, ворот, защитных ограждений.

Из результатов обследования следует выделить существенные отличия в техническом состоянии балок и монолитных плит перекрытий (особенно опорных балок и балок машзала) в копре, эксплуатирующемся по назначению и для водоотлива.

На скорость коррозионного разрушения стальных конструкций и арматуры особенно влияет угольная пыль – забивается в неровности и зазоры между металлическими конструкциями и, абсорбируя





**Рисунок 8** – Коррозия железобетона конструкций монолитных балок в результате воздействия воды (а) и машинного масла (б) с разрушением защитного слоя бетона на глубину до 40...50 мм, обнажением и коррозионным износом рабочей арматуры до 10 % поперечного сечения, и обрывами поперечной арматуры.

влагу, разлагается, а при разложении может выделяться серная кислота и органические кислоты. Вышеперечисленные факторы определяют интенсивную коррозию металла в контакте с углем.

Машинное масло также рассматривается как агрессивный компонент. При интенсивном замачивании маслом снижается прочность бетона. Особенно характерно это явление для конструкций перекрытия под машзалами и отклоняющими шкивами. Следует отметить, что для конструкций башенных копров не предусматривалась специализированная защита, в т. ч. отсутствие гидроизоляции и уклонов на перекрытиях машзалов и отклоняющих шкивов, что и является причиной обширных по площади указанных повреждений [9, 10, 11].

На каждом из обследованных копров выполнялся контроль прочности бетона неразрушающими методами в комплексе с методом вырыва. Из результатов хотелось бы отметить прирост прочности относительно проектных марок бетона по прочности на осевое сжатие. Причем прирост прочности для наружных конструкций незначителен, а для внутренних конструкций копра более весомый, это связано в первую очередь со стабильными внутренними условиями окружающей среды. Более того, при эксплуатации по назначению значения прироста прочности более значимы (до +4 %).

Материалы выполненных обследований послужили основанием для выполнения поверочных расчетов конструкций при оценке их несущей способности и эксплуатационной пригодности. На слайдах представлен внешний вид, физические и расчетные модели с использованием современных программных комплексов для моделирования и расчета конструкций сооружений. Достаточно высокая степень детализации и прочее.

Особое внимание уделялось местному состоянию конструкций в зонах ослабления большими проемами, что характерно для нижних этажей конструкций, и в зонах опирания балок машзала и опорных балок в подземной части копров.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Башенные копры относятся к сооружениям высокой стоимости и большой ответственности со сложной конструктивной схемой, требующих особого внимания при их проектировании, при поддержании пригодности состояния на протяжении всего времени их эксплуатации и оценке их состояния при обследовании.

2. При изменении функционального назначения башенного копра в значительной степени могут измениться условия эксплуатации, что существенно отражается на техническом состоянии строительных конструкций сооружения.

3. Основные типы дефектов и повреждений несущих конструкций башенных копров характерны таковым для железобетонных элементов, эксплуатирующихся в течение длительного периода времени в условиях агрессивной окружающей среды (особенно сооружения, выведенные из эксплуатации и используемые в водоотливных комплексах).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев, В. Е. Проектирование, строительство и эксплуатация башенных копров [Текст] / В. Е. Андреев. – М. : Издательство «Недра». – 1970. – 240 с.
2. Левин, В. М. Башенные сооружения промышленного назначения. Исследования, расчет [Текст] / В. М. Левин. – Макеевка : ДГАСА, 1999. – 230 с.
3. Научные основы обеспечения надежности и экономичности шахтных копров [Текст] : монография / В. Н. Кущенко, В. М. Левин, В. Ф. Мушанов [и др.] ; М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Донбасская нац. акад. стр-ва и архитектуры. – Макеевка : Донбасская нац. акад. стр-ва и архитектуры, 2012. – 461 с.
4. ГОСТ 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля [Текст] : актуализированная редакция ГОСТ 22690-88 ; введ. 2016-04-01. – М. : ОАО «НИЦ "Строительство"», 2015. – 28 с.
5. ДСТУ-Н Б В.1.2-18-2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану [Текст]. – Введено вперше ; надано чинності 2017-04-01. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 47 с.
6. Руководство по расчету башенных копров угольных и рудных шахт [Текст] / Донецкий ПромстройНИИпроект и др. – М. : Стройиздат. – 1975. – 141 с.
7. Ремонт и усиление конструкций зданий и сооружений [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. И. Рощина, А. Г. Гоньшаков, М. В. Попова [и др.] – Владимир, 2014. – Режим доступа : [http://www.vlsu.ru/fileadmin/Kadru\\_dlja\\_regiona/19/2014\\_dec/19-2-3-02\\_2014\\_Uchebnoe\\_posobie\\_part1.pdf](http://www.vlsu.ru/fileadmin/Kadru_dlja_regiona/19/2014_dec/19-2-3-02_2014_Uchebnoe_posobie_part1.pdf).
8. Бровман, Я. В. Надшахтные копры [Текст] : (Проектирование, расчет и конструкция) : [учеб. пособие для студентов горных вузов и фак.] / Я. В. Бровман. – [Москва] : Госгортехиздат, 1961. – 239 с.
9. Расчет башенных сооружений для многоканатных шахтных подъемов [Текст] / А. С. Поверский, И. Я. Нежурко, Л. П. Макаренко и др. ; Гос. ком. по делам строительства. Донецкий промстройниипроект. – Москва : Стройиздат, 1967. – 239 с.
10. Справочник инженера-шахтостроителя [Текст] / Ред. коллегия : Б. Я. Седов (гл. ред.) [и др.] / Т. 2. – [Авт. В. Б. Алексеев, Ф. И. Андронников, канд. техн. наук С. А. Архангельский и др.]. – 1972. – 703 с.
11. СП 6313330.2012 Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения [Текст] : актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 ; введ. 2013-01-01. – М. : Министерство регионального развития, 2011. – 152 с.

Получено 08.04.2019

Є. А. ДМИТРЕНКО, А. С. ВОЛКОВ, А. В. НЕДОРЄЗОВ, С. М. МАШТАЛЕР,  
Т. О. ГРАНАІНА, В. Р. ДЕМЕРЗА, Л. М. ПЕРКАТІЙ  
ТИПОВІ ПОШКОДЖЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ  
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАШТОВИХ КОПРІВ  
ДОНУ ВПО «ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

**Анотація.** Стаття написана на основі звітів про результати обстеження технічного стану будівельних конструкцій шести залізобетонних баштових копрів шахт Донбасу. Розглянуті та наведені основні дефекти і пошкодження будівельних конструкцій подібних споруд з ілюстраціями.

**Ключові слова:** залізобетон, баштовий копер, дефекти і пошкодження, конструкції копрів, типові пошкодження копрів.

EVGENIY DMITRENKO, ANDREI VOLKOV, ANDRII NIEDORIEZOV, SERGIY  
MASHTALER, TATIANA GRANINA, VADIM DEMERZA, LYUDMILA PERKATIY  
TYPICAL DAMAGE TO BUILDING STRUCTURES OF REINFORCED  
CONCRETE TOWER-TYPE  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The article is written on the basis of reports on the results of the inspection of the technical condition of the building structures of six reinforced concrete tower-type of the Donbas mines. The main defects and damage to building structures of similar structures with illustrations are reviewed and listed.

**Key words:** reinforced concrete, mining tower-type headgear, defects and damage, constructions of tower-type, typical damage of tower-type.

**Дмитренко Евгений Анатольевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: развитие

методик определения характеристик напряженно-деформированного состояния железобетонных элементов при сложных режимах силового и температурного воздействий, оценка технического состояния и проектирование железобетонных конструкций.

**Волков Андрей Сергеевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование прочностных и деформативных свойств конструкций их модифицированного высокопрочного бетона, оценка технического состояния и проектирование железобетонных конструкций.

**Недорезов Андрей Владимирович** – ассистент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: Экспериментальные исследования процессов деформирования и разрушения бетона при сложных напряженных состояниях.

**Машталер Сергей Николаевич** – ассистент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: развитие методик определения характеристик напряженно-деформированного состояния железобетонных (сталефибробетонных) элементов при простых режимах силового и температурного воздействия, оценка технического состояния и проектирование железобетонных конструкций.

**Гранина Татьяна Олеговна** – магистр, ассистент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: конструирование сборных железобетонных зданий малой этажности с применением легкого бетона.

**Демерза Вадим Романович** – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: оценка эффективности применения высокопрочного бетона на примере железобетонных конструкций каркасного здания.

**Перкатий Людмила Николаевна** – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование влияния коррозии на несущую способность и эксплуатационную пригодность железобетонных конструкций.

**Дмитренко Євген Анатолійович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних конструкцій ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розвиток методик визначення характеристик напружено-деформованого стану залізобетонних елементів при складних режимах силового і температурного впливів, оцінка технічного стану і проектування залізобетонних конструкцій.

**Волков Андрій Сергійович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних конструкцій ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження міцнісних та деформативних властивостей конструкцій з модифікованих високоміцних бетонів, оцінка технічного стану і проектування залізобетонних конструкцій.

**Недорезов Андрій Володимирович** – асистент кафедри залізобетонних конструкцій ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: експериментальні дослідження процесів деформування і руйнування бетону в умовах складних напружених станів.

**Машталер Сергій Миколайович** – асистент кафедри залізобетонних конструкцій ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розвиток методик визначення характеристик напружено-деформованого стану залізобетонних (сталефібробетонних) елементів при простих режимах силового і температурного впливів, оцінка технічного стану і проектування залізобетонних конструкцій.

**Граніна Тетяна Олегівна** – магістр, асистент кафедри залізобетонних конструкцій ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: конструювання збірних залізобетонних будівель малої поверховості з застосуванням легкого бетону.

**Демерза Вадим Романович** – магістрант ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: оцінка ефективності застосування високоміцного бетону на прикладі залізобетонних конструкцій каркасної будівлі

**Перкатий Людмила Миколаївна** – магістрант ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження впливу корозії на несучу здатність і експлуатаційну придатність залізобетонних конструкцій.

**Dmitrenko Evgeniy** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of methods of estimation of characteristics of the stress-strain state of reinforced concrete elements under complex modes of power and temperature influences, estimation of technical state and design of reinforced concrete constructions.

**Volkov Andrei** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: determination of strength and strain properties of modified high strength concrete structures, estimation of technical state and design of reinforced concrete constructions.

**Niedoriezov Andrii** – assistant, Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: experimental studies of concrete deformation and fracture under complex stress states.

**Mashtaler Sergii** – assistant, Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of methods of estimation of characteristics of the stress-strain state of reinforced concrete elements under complex modes of power and temperature influences, estimation of technical state and design of reinforced concrete constructions.

**Tatiana Granina** – master, Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: construction of precast reinforced concrete buildings of small number of floors with the use of lightweight concrete.

**Demerza Vadim** – master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture: evaluation of the effectiveness of high-strength concrete on the example of reinforced concrete structures of a frame building.

**Perkatiy Lyudmila** – master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: the research of influence of corrosion on bearing capacity and operational suitability of reinforced concrete structures.

УДК 004.025.8: 514.112.3

**Т. П. МАЛЮТИНА, А. С. МИЩЕНКО, С. А. ЛОЗИЦКИЙ**  
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## ОСОБЫЕ ТОЧКИ В ТРЕУГОЛЬНИКЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧКИ ШЛЕМИЛЬХА

**Аннотация.** Статья посвящена описанию ранее полученных соотношений [1] для особых точек треугольника, основанных на точечном (БН-) исчислении, и дополнению этого списка точечной формулой Шлемильха. Основой для её получения явилась *S*-теорема [2] (теорема отношения площадей) точечного исчисления, которая дала возможность найти точку пересечения прямых в многомерном пространстве.

**Ключевые слова:** точечное (БН-) исчисление, симплекс плоскости, особые точки треугольника, прямые Шлемильха, математический аппарат, вычислительные алгоритмы, многомерное пространство

### ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Соединение графических и проекционных методов инженерной графики с точечными расчетными методами позволяет объединить зрительную наглядность с предусмотренной точностью решения инженерных задач. Метод прямых исчислений, заложенный в этом соединении, позволяет использовать компьютер. Эта возможность прикладной геометрии, основанной на точечном (БН) исчислении, позволяет выступать в виде геометрии конструирования. Предложенная работа является иллюстрацией подобной возможности.

### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Предложенный в этой статье метод задания особых точек в треугольнике основан на методе точечного (БН) исчисления [3], который позволяет в компактной форме представить их выражения [1]. Процесс получения соотношения для вычисления точки Шлемильха выявил механизм работы математического аппарата точечного (БН) исчисления, основанный на возможности оперировать непосредственно геометрическими понятиями при описании графических построений; и использовать полученные соотношения для разработки вычислительных алгоритмов конструирования плоских и пространственных форм в пространстве [4].

### ЦЕЛИ

Рассмотреть примеры точечных соотношений для определения особых точек треугольника и получить точечную формулу Шлемильха в симплексе [5] треугольника ABC, позволяющую делать обобщения на пространства  $n$  измерений.

### ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Геометрические формы состоят из множества точек, которые организуются в отрезки прямых, плоские фигуры, дуги кривых, поверхности. Основной их элемент – точка, которая в различных ситуациях выполняет различные функции. Выделим особые (замечательные) точки треугольника. Замечательность точки определяется естественностью конфигураций треугольника, которые ее образуют. Геометрический алгоритм построения этих точек отражает механизм работы точечного исчисления. Приведем точечную интерпретацию соответствия между графическими построениями и

геометрическими преобразованиями на примере задания особых точек треугольника. Перечислим некоторые из особых точек треугольника [1].

Первая четверка известна с незапамятных времен, а именно: центр тяжести, центр вписанной окружности, центр описанной окружности, ортоцентр.

**Центр тяжести (центроид)  $T$**  (рис. 1) треугольника лежит на пересечении медиан треугольника и определяется как среднеарифметическая точка его вершин из соотношения:

$$T = \frac{A+B+C}{3}. \quad (1)$$

**Центр вписанной окружности  $P$**  (рис. 2) лежит на пересечении биссектрис треугольника и определяется средневзвешенным произведением его вершин и длин сторон, противоположных этим вершинам из соотношения:

$$P = \frac{Al_{BC} + Bl_{CA} + Cl_{AB}}{l_{BC} + l_{CA} + l_{AB}}. \quad (2)$$

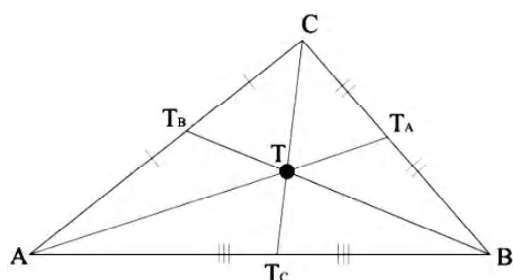


Рисунок 1 – Центр тяжести.

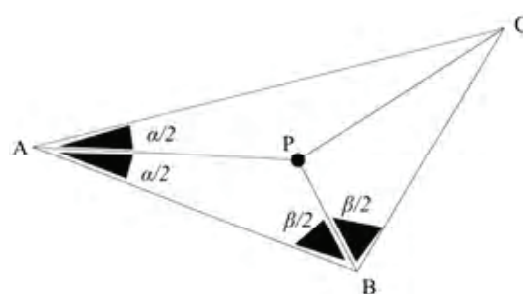


Рисунок 2 – Центр вписанной окружности.

**Центр описанной окружности  $Q$**  (рис. 3) лежит на пересечении срединных перпендикуляров и определяется средневзвешенным произведением его вершин и синусов углов из соотношения:

$$Q = \frac{A \sin 2\alpha + B \sin 2\beta + C \sin 2\gamma}{\sin 2\alpha + \sin 2\beta + \sin 2\gamma}. \quad (3)$$

**Ортоцентр  $H$**  (рис. 4) лежит на пересечении высот треугольника и определяется произведением вершин и котангенсов углов, противолежащих этой вершине из соотношения:

$$H = A \operatorname{ctg} \beta \cdot \operatorname{ctg} \gamma + B \operatorname{ctg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} \gamma + C \operatorname{ctg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} \beta. \quad (4)$$

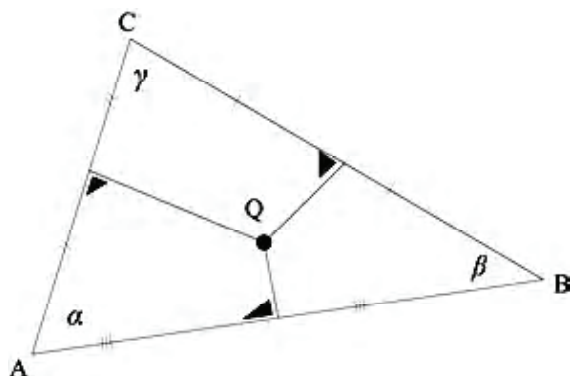


Рисунок 3 – Центр описанной окружности.

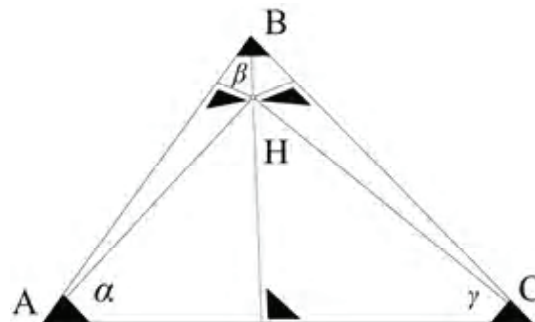


Рисунок 4 – Ортоцентр.

Дадим описание еще нескольких особых точек треугольника.

**Точка Лемуана  $L$**  (рис. 5) изогонально сопряжена центроиду  $T$ . Можно сказать, что она минимизирует сумму квадратов расстояний до сторон треугольника и лежит на пересечении его симедиан.

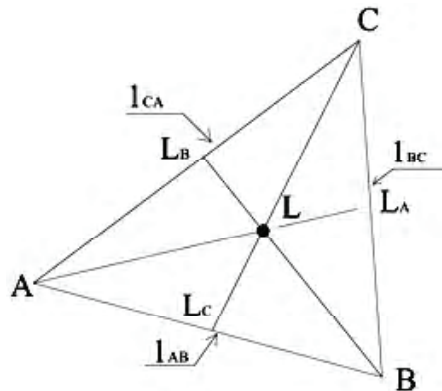


Рисунок 5 – Точка Лемуана.

Симедиана, как известно [6], – это прямая, проходящая через его вершину и делящая противоположную сторону на части, пропорциональные квадратам прилежащих сторон. Точка Лемуана определяется из соотношения:

$$L = \frac{Al_{BC}^2 + Bl_{CA}^2 + Cl_{AB}^2}{l_{BC}^2 + l_{CA}^2 + l_{AB}^2}. \quad (5)$$

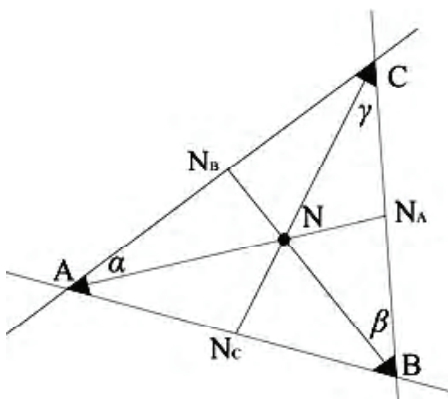


Рисунок 6 – Точка Нагеля.

**Точка Нагеля N** (рис. 6) лежит на пересечении прямых, соединяющих каждую из вершин треугольника с точкой касания противоположной стороны с соответствующей вне-вписанной окружностью. Она определяется средневзвешенным произведением его вершин и котангенсов половинных углов в этих вершинах из соотношения:

$$N = \frac{A \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} + B \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2} + C \operatorname{ctg} \frac{\gamma}{2}}{\operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2} + \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2} + \operatorname{ctg} \frac{\gamma}{2}}. \quad (6)$$

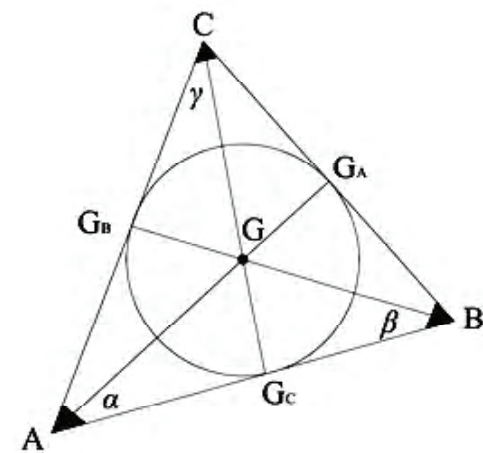


Рисунок 7 – Точка Жергонна.

**Точка Жергонна G** (рис. 7) лежит на пересечении прямых, соединяющих вершины треугольника с точками касания вписанной окружности со сторонами треугольника. Она определяется средневзвешенным произведением его вершин и тангенсов половинных углов в этих вершинах из точечного соотношения:

$$G = \frac{A \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + B \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + C \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}}. \quad (7)$$

Представленные точечные формулы особых точек треугольника отражают геометрические операции при их построении. Процесс получения соотношений между этими точками и точками, задающими плоскость, явился примером работы математического аппарата точечного исчисления. Он обеспечил реализацию таких возможностей, как: оперирование непосредственно геометрическими понятиями при описании графических построений; использование в удобной и компактной форме полученных соотношений при разработке вычислительных алгоритмов конструирования плоских форм в пространстве.

Дополним список особых точек треугольника **точечной формулой Шлемильха III**.



Теорема Шлемильха утверждает, что прямые, которые соединяют середины сторон треугольника с серединами его высот пересекаются в одной точке – **точке Шлемильха** (рис. 8). Приведем геометрический алгоритм задания точки **Ш** в плоскости треугольника **ABC**, заданного прямоугольными декартовыми координатами его вершин.

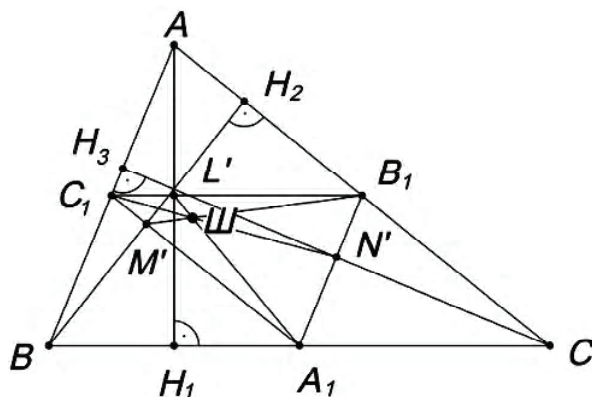


Рисунок 8 – Точка Шлемильха.

С точечного (БН) исчисления известно, что основы высот треугольника **ABC** (рис. 8) определяются по формулам:

$$H_C = \frac{A\Sigma_{AC}^B + B\Sigma_{BC}^A}{\Sigma_{AC}^B + \Sigma_{BC}^A}; \quad (8)$$

$$H_A = \frac{A\Sigma_{AB}^C + C\Sigma_{AC}^B}{\Sigma_{AB}^C + \Sigma_{AC}^B}; \quad (9)$$

$$H_B = \frac{C\Sigma_{BC}^A + A\Sigma_{BA}^C}{\Sigma_{BC}^A + \Sigma_{AB}^C}. \quad (10)$$

Определим середину высот треугольника **ABC** (рис. 8) и соответствующие середины сторон, которые определяют прямые Шлемильха:

$$\frac{1}{2} \left( \frac{A\Sigma_{AC}^B + B\Sigma_{BC}^A}{\Sigma_{AC}^B + \Sigma_{AB}^C} + C \right) \leftrightarrow \frac{1}{2} (A + B); \quad (11)$$

$$\frac{1}{2} \left( \frac{B\Sigma_{AB}^C + C\Sigma_{AC}^B}{\Sigma_{AB}^C + \Sigma_{AC}^B} + A \right) \leftrightarrow \frac{1}{2} (B + C); \quad (12)$$

$$\frac{1}{2} \left( \frac{C\Sigma_{BC}^A + A\Sigma_{BA}^C}{\Sigma_{BC}^A + \Sigma_{AB}^C} + B \right) \leftrightarrow \frac{1}{2} (A + C). \quad (13)$$

Зададим точечное уравнение первой прямой:

$$2M = A \left( 1 - \frac{\Sigma_{BC}^A}{\Sigma_{AC}^B + \Sigma_{BC}^A} t \right) + B \left( 1 - \frac{\Sigma_{AC}^B}{\Sigma_{AC}^B + \Sigma_{BC}^A} t \right) + Ct. \quad (14)$$

Различные точки первой прямой задаются различными значениями параметра  $t$ . Найдем такие значения параметра  $t$ , которые вместе с двумя точками другой прямой определяют треугольник нулевой площади. Используя **S**-теорему (теорему относительных площадей) с условием преобразования определителей получим соотношения:

$$\begin{vmatrix} \Sigma_{AC}^B + \Sigma_{BC}^A - t\Sigma_{BC}^A & \Sigma_{AC}^B + \Sigma_{BC}^A - t(2\Sigma_{AC}^B + \Sigma_{BC}^A) \\ \Sigma_{AC}^B + \Sigma_{AB}^C & \Sigma_{AB}^C - \Sigma_{AC}^B \end{vmatrix} = 0, \quad (15)$$



$$\begin{vmatrix} \Sigma_{AC}^B + \Sigma_{BC}^A - t(\Sigma_{BC}^A + \Sigma_{AC}^B) & \Sigma_{AC}^B + \Sigma_{BC}^A - t\Sigma_{AC}^B \\ \Sigma_{AB}^C - \Sigma_{BC}^A & \Sigma_{BC}^A + \Sigma_{AB}^C \end{vmatrix} = 0. \quad (16)$$

Раскроем определители, после громоздких преобразований, получим из каждого определителя тот же результат:

$$t = (A + B) / (A + B + C). \quad (17)$$

Окончательно получим, что для любого треугольника **ABC** существует **точка Шлемильха**, которую можно определить по точечной формуле:

$$2Ш = A \left( 1 - \frac{\Sigma_{BC}^A}{\Sigma_{AC}^B + \Sigma_{BC}^A} \cdot \frac{A+B}{A+B+C} \right) + B \left( 1 - \frac{\Sigma_{AC}^B}{\Sigma_{AC}^B + \Sigma_{BC}^A} \cdot \frac{A+B}{A+B+C} \right) + \frac{C(A+B)}{A+B+C}. \quad (18)$$

Поскольку два разных определителя, связанные с определением точки пересечения первой прямой Шлемильха с другими, дали те же значения параметра **t**, то этим доказано существование общей точки пересечения трёх прямых. Доказательство является конструктивным, так как применение полученной формулы позволяет по координатам вершин треугольника **ABC** рассчитать координаты точки Шлемильха.

## ВЫВОДЫ

Полученная точечная формула является еще одним дополнением списка особых точек треугольника. Она позволяет включить ранее неизвестную точку Шлемильха во всевозможные компьютерные программы. Известно, что точечные формулы позволяют при расчётах вместо точек брать только одну их координату и этим работать в пространстве **n** измерений. Это свойство точечного исчисления используется при решении практических задач многомерного пространства, что требует разработки новых различных точечных соотношений. Разработанная система получения точечных формул может быть использована для моделирования геометрических объектов на основе точечного исчисления и проективных преобразований с применением средств компьютерной графики.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малютина, Т. П. Интерпретация вычислительной геометрии плоских фигур в точечном исчислении [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.01.01 / Малютина Татьяна Петровна. – К. : КГТУСА, 1998. – 227 с.
2. Балюба И. Г. Конструктивная геометрия многообразий в точечном исчислении [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук : 05.01.01 / Балюба Иван Григорьевич. – Макеевка : МИСИ, 1995. – 227 с.
3. Балюба, И. Г. Точечное исчисление [Текст] : учебное пособие / И. Г. Балюба, В. М. Найдыш. – Мелитополь : МГПУ им. Б. Хмельницкого, 2015. – 234с.
4. Давиденко, И. П. Конструирование поверхностей пространственных форм методом подвижного симплекса [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.01.01 / Давиденко Иван Петрович. – Макеевка : ДонНАСА, 2012. – 164 с.
5. Алгебра БН-исчисления [Текст] / В. М. Найдыш, И. Г. Балюба, В. М. Верещага // Міжвідомчий науковий збірник. Випуск 90 «Прикладна геометрія та інженерна графіка». – Київ : КНУБА, 2012. – С. 210–215.
6. Четверухин, Н. Ф. Проективная геометрия [Текст] : учебник для пед. ин-тов / Н. Ф. Четверухин. – 8-е изд. – М. : Просвещение, 1969. – 368 с.

Получено 09.04.2019

Т. П. МАЛЮТИНА, А. С. МИЩЕНКО, С. А. ЛОЗИЦЬКИЙ  
ОСОБЛИВІ ТОЧКИ В ТРИКУТНИКУ І ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧКИ  
ШЛЕМІЛЬХА  
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** Стаття присвячена опису раніше отриманих співвідношень [1] для особливих точок трикутника, оснований на точковому (БТ) обчисленні, і доповненню цього списку точковою формулою Шлемільха. Основою для її отримання стала **S**-теорема [2] (теорема відношення площ) точкового числення, яка дала можливість знайти точку перетину прямих у багатовимірному просторі.

**Ключові слова:** точкове (БН-) обчислення, симплекс площини, особливі точки трикутника, прямі Шлемільха, математичний апарат, обчислювальні алгоритми, багатовимірний простір.

TATYANA MALUTINA, ALINA MISHCHENKO, SERGEY LOZITSKY  
SPECIAL POINTS IN A TRIANGLE AND DETERMINATION OF THE POINT OF  
SLAMILKH

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The article is devoted to the description of the previously obtained relations [1] for singular points of a triangle based on point (BN) calculus, and the addition of this list with the Schlemilch point formula. The basis for obtaining it was the  $\mathcal{S}$ -theorem [2] (area ratio theorem) of point calculus, which made it possible to find the intersection point of lines in a multidimensional space.

**Key words:** point (BN-) calculus, simplex plane, singular points of a triangle, Schlemilch's lines, mathematical apparatus, computational algorithms, multidimensional space.

**Малютина Татьяна Петровна** – кандидат технических наук, доцент кафедры специализированных информационных технологий и систем ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: развитие альтернативного геометрического аппарата рационального описания контуров геометрических тел, создание расчетных моделей различных технических форм в процессе их проектирования на основе математического аппарата БН-исчисления.

**Мищенко Алина Сергеевна** – студентка ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: изучение и освоение механизма работы математического аппарата точеного (БН) исчисления на примере получения новых соотношений особых точек треугольника, решения задач с плоскими фигурами, в определитель которых входят точки симплекса.

**Лозицкий Сергей Андреевич** – студент ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: изучение и освоение механизма работы математического аппарата точеного (БН) исчисления на примере получения новых соотношений особых точек треугольника, решения задач с плоскими фигурами, в определитель которых входят точки симплекса.

**Малютіна Тетяна Петрівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри спеціалізованих інформаційних технологій і систем ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розвиток альтернативного геометричного апарата раціонального опису контурів геометричних тіл, створення розрахункових моделей різних технічних форм у процесі їх проектування на основі математичного апарата БН-обчислення.

**Мищенко Алина Сергіївна** – студент ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: вивчення та освоєння механізму роботи математичного апарата точкового (БН-) обчислення на прикладі отримання нових співвідношень особливих точок трикутника, розв'язання задач з плоскими фігурами, в визначник яких входять точки симплексу.

**Лозицький Сергій Андрійович** – студент ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: вивчення та освоєння механізму роботи математичного апарата точкового (БН-) обчислення на прикладі отримання нових співвідношень особливих точок трикутника, розв'язання задач з плоскими фігурами, в визначник яких входять точки симплексу.

**Malutina Tatyana** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Specialized Information Technology and Systems Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of an alternative geometric apparatus for the rational description of the contours of geometric bodies, the creation of computational models of various technical forms in the process of their design on the basis of the mathematical apparatus of BN calculus.

**Mishchenko Alina** – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: the study and development of the mechanism of the mathematical apparatus of exact (BN) calculus by the example of obtaining new relations of the singular points of the triangle, solving problems with flat figures, the determinant of which includes the points of the simplex.

**Lozitsky Sergey** – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: the study and development of the mechanism of the mathematical apparatus of exact (BN) calculus by the example of obtaining new relations of the singular points of the triangle, solving problems with flat figures, the determinant of which includes the points of the simplex.

УДК 624(047.2+074.2)

**В. Ф. МУЩАНОВ, А. Н. ОРЖЕХОВСКИЙ, Д. С. КОРОВКИНА**  
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **МЕМБРАННЫЕ СИСТЕМЫ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ПОКРЫТИЙ С КОНСТРУКТИВНЫМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ**

**Аннотация.** В статье рассматриваются мембранные системы покрытий, оболочки положительной Гауссовой кривизны. Выполнен анализ достоинств и недостатков. Приведены основные способы стабилизации мембранных конструкций на круглом и овальном планах. Рассмотрена система безразмерных параметров, позволяющая определять жесткостные характеристики основных несущих элементов преднапряженных мембранных конструкций. Поставлена задача разработать аналогичную систему жесткостных параметров для преднапряженных мембранных конструкций покрытий на круглом плане с учетом совместной работы покрытия и нижерасположенных опорных конструкций. Приведена новая конструктивная форма покрытия, позволяющая конструктивно создавать преднапряжение в опорном контуре оболочки, что способствует снижению материалоемкости системы. Для наиболее рациональной работы материала конструкции предлагается решить оптимизационную задачу проектирования. В качестве параметров оптимизации рассматривается не только масса покрытия, но и масса нижележащих опорных элементов конструкции.

**Ключевые слова:** мембрана, висячее покрытие, стабилизация, преднапряжение, опорный контур.

Висячими называют покрытия, в которых главная несущая пролетная конструкция работает на растяжение. Она может быть образована из стальных стержней, канатов, тросов, прокатных профилей, а также может быть металлической или железобетонной предварительнонапряженной оболочкой.

Мембранное покрытие состоит из пролетной конструкции – мембраны, воспринимающей поперечную нагрузку и работающей в основном на двухосное растяжение, и опорного контура, который воспринимает распор и передает на поддерживание конструкции главным образом вертикальную нагрузку.

Висячие покрытия за последние годы нашли широкое применение в спортивных и выставочных сооружениях, гаражах, крытых рынках, городских залах общего назначения, некоторых производственных зданиях и в других сооружениях. Этому способствует ряд преимуществ висячих покрытий перед традиционными конструктивными формами покрытия:

1. Работа несущих конструкций на растяжение, что позволяет полно использовать материал, поскольку несущая способность таких конструкций определяется прочностью, а не устойчивостью.

2. Большое разнообразие архитектурных форм висячих покрытий позволяет применять их для зданий самого различного назначения.

3. Транспортируемость элементов висячих покрытий и почти полное отсутствие вспомогательных подмостей при монтаже делают их достаточно индустриальными.

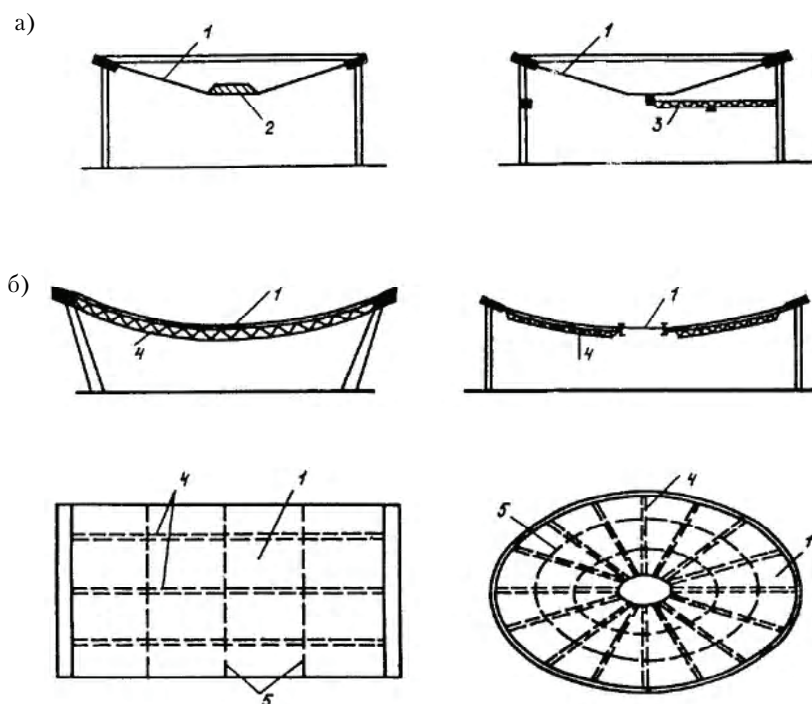
4. Малый собственный вес несущей конструкции и ее повышенная деформативность делают ее сейсмостойкой, так как резко уменьшается сейсмический импульс на конструкцию.

Однако висячие покрытия имеют и недостатки:

1. Висячие системы – системы распорные, и для восприятия распора необходима специальная опорная конструкция, могущая воспринять эти горизонтальные силы; стоимость опорной конструкции может составлять значительную часть стоимости всего покрытия. Желание уменьшить стоимость опорной конструкции повышением эффективности ее работы приводит к преимущественному использованию покрытий круглой, овальной и других непрямоугольных форм плана.

2. К специфическим особенностям висячих покрытий относится их повышенная деформативность. Она обуславливается повышенными упругими деформациями применяемых высокопрочных материалов и особенно тросов, геометрической изменяемостью большинства систем висячих покрытий и горизонтальной деформацией опор, их податливостью в распорных висячих системах.

Для снижения деформативности покрытий висячих конструкций производят их стабилизацию. Существует несколько способов стабилизации покрытия (рис. 1):



**Рисунок 1** – Стабилизация покрытий: а) пригрузом; б) с использованием изгибно-жестких элементов; 1 – мембрана; 2 – пригруз; 3 – кольцевой кран; 4 – основные (продольные или радиальные) ребра; 5 – вспомогательные (поперечные или кольцевые) ребра.

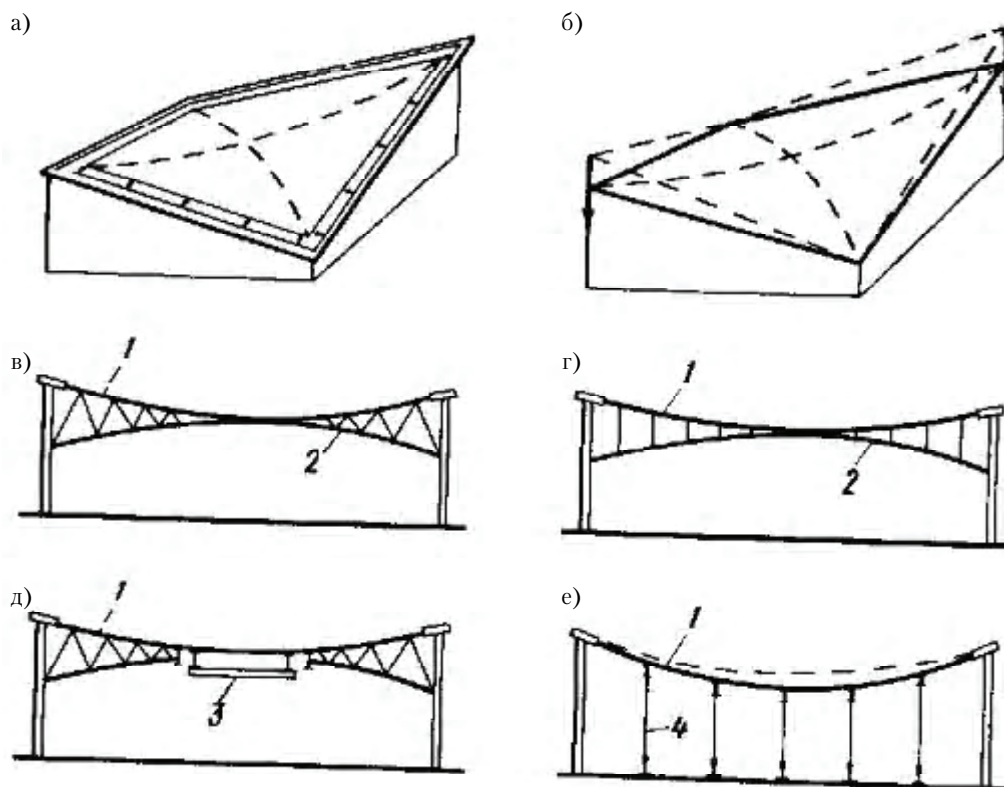
- стабилизация пригрузом;
- стабилизация с помощью изгибно-жестких элементов;
- стабилизация предварительным напряжением;
- стабилизация формой поверхности (отрицательной кривизны) (гиперболические параболоиды).

Наиболее оптимальным способом стабилизации мембранных покрытий является преднапряжение как наиболее рациональный способ с учетом работы материала конструкции (рис. 2). Наиболее разработанными являются методы преднапряжения для оболочек на прямоугольном и овальном планах. Рассмотрим методику преднапряжения мембранной оболочки для круглых планов, как менее изученную.

В достаточной степени подробно разработана инженерная методика непреднапряженных мембранных покрытий на круглом плане, которая зависит от системы безразмерных параметров:

$$\bar{S} = 0,125 \frac{q}{E} \frac{R}{t} \left( \frac{R}{f_0} \right)^3; \quad \bar{K} = \frac{(EA)_k}{EtR}; \quad \beta = \frac{q_1}{q_2}, \quad (1)$$

где  $\bar{K}$  – относительная продольная жесткость контура;  
 $\beta$  – коэффициент, определяющий форму поверхности;  
 $q$  – суммарная равномерно распределенная нагрузка, действующая на покрытие от собственного веса и технологического оборудования, а также от снега;  
 $E$  – модуль упругости материала оболочки и стального контура;  
 $R, f_0, t$  – соответственно радиус покрытия, начальная стрела провиса оболочки и ее толщина;



**Рисунок 2** – Стабилизация покрытий предварительным напряжением: а) притягиванием мембраны к контуру; б) изменением геометрии покрытия; в), г), д) с помощью натяжения вантовых ферм; е) притягиванием поперечных балок к основанию; 1 – мембрана; 2 – стабилизирующие ванты; 3 – центральный пригруз; 4 – оттяжка.

$A$  – площадь поперечного сечения опорного контура;

$q_1, q_2$  – интенсивность трапециевидной нагрузки на радиальный элемент «постели» при монтаже оболочки, включающая, как правило, вес мембранных полотнищ и собственный вес постели.

Используя рекомендуемые значения параметров, можем выйти на необходимые жесткостные характеристики. В рассмотренной системе параметров абсолютно нет предварительного напряжения, так как для таких систем, как правило, использовалась стабилизация с использованием изгибно-жестких элементов.

До 50 % материалоемкости и стоимости всего покрытия в целом составляет расход материала на замкнутый опорный контур. Снижение материалоемкости опорного контура представляется важной и актуальной задачей, которая позволит в целом повысить эффективность используемой конструкции. Президентом академии архитектуры Украины В. Г. Штолько предлагается новая конструктивная форма покрытия, которая представляет из себя: арочные элементы, на которых располагаются трибуны зрелищного объекта; стойки – колонны, которые на необходимую высоту поднимают провисающую оболочку мембранного покрытия с небольшой стрелой провисания; замкнутый опорный контур, который также от основной нагрузки на покрытие испытывает сжимающие усилия, но в силу того, что нижележащие конструкции обладают довольно значительной нагрузкой, может испытывать растяжение. Используя рациональные сочетания размеров колонны, арки и нагрузки можно добиться того, чтобы контур от совокупности всех усилий испытывал практически незначительные сжимающие усилия, так как за счет постоянной нагрузки в нем будут создаваться растягивающие усилия, а от нагрузки собственного веса мембраны, кровли и снеговой нагрузки наоборот сжимающие усилия. Решением оптимизационной задачи можно добиться минимального расхода материала по совокупности всех трех элементов, которые должны дать в конечном итоге эффективную пространственную конструкцию со сниженным расходом материалоемкости этого опорного контура.



Рисунок 3 – Рассматриваемая конструктивная форма покрытия.

### ВЫВОДЫ

1. Для предложенной конструкции существующая система безразмерных параметров проектирования мембранных покрытий на круглом плане должна быть дополнена факторами, учитывающими величину конструктивного предварительного напряжения, создаваемого системой нижележащих конструктивных элементов (геометрические и жесткостные характеристики колонн, полуарок, величина постоянной нагрузки на полуарку).
2. На основе обновленной системы безразмерных параметров должна быть разработана методика расчета и проектирования конструктивно преднапряженного мембранного покрытия на круглом плане.
3. Учитывая, с одной стороны, снижение расхода материала на внешний опорный контур, но с другой стороны – появление дополнительных элементов в виде полуарок и несущих колонн, должна быть решена оптимизационная задача на основе критерия расхода материала на основные несущие элементы системы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трофимов, В. И. Мембранные конструкции зданий и сооружений. Справочное пособие в двух частях [Текст] / В. И. Трофимов, П. Г. Еремеев; Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций им. В. А. Кучеренко. – Москва : Стройиздат, 1990. – 248 с.
2. Беленя, Е. И. Металлические конструкции. Специальный курс [Текст] / Е. И. Беленя, Н. Н. Стрелецкий ; Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебного пособия для студентов строительных специальностей высших учебных заведений. – М. : Стройиздат, 1982. – 472 с.
3. Основы расчета и проектирования конструкций большепролетных покрытий спортивных сооружений [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. Ф. Мушанов, В. И. Корсун, Н. И. Ватин ; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – Электрон. текстовые дан. (1 файл : 15,1 Мб). – Санкт-Петербург, 2019. – Загл. с титул. экрана. – Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование). – Adobe Acrobat Reader 7.0. – <<http://elibrary.spbstu.ru/dl/2/s19-76.pdf>>. – <<http://doi.org/10.18720/SPBPU/2/s19-76>>.
4. An unsymmetric 8-node hexahedral solid-shell element with high distortion tolerance: Linear formulations [Text] / J. Huang, S. Cen, Z. Li, C.-F. Li // International Journal for Numerical Methods in Engineering. – 2018. – Volume 116. – Issue 12–13. – PP. 759–783.
5. Cyclic lateral response of FRP-confined circular concrete-filled steel tubular columns [Text] / Yu. T., Hu Y. M., J. G. Teng // Journal of Constructional Steel Research. – 2016. – Volume 2016. – PP. 12–22.
6. Spatial finite element analysis for dynamic response of curved thin-walled box girder bridges [Electronic resource] / Yinhui Wang, Yidong Xu, Zheng Luo, Haijun Wu and Liangliang Yan // Mathematical Problems in Engineering. – 2016. – Volume 2016. – ID 8460130. – <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8460130>.
7. A Hybrid Interpolation Method for Geometric Nonlinear Spatial Beam Elements with Explicit Nodal Force [Electronic resource] / Huiqing Fang and Zhaohui Qi // Mathematical Problems in Engineering. – 2016. – Volume 2016(2). – Article ID 8980676. – <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8980676>.
8. Modelling a Cracked Beam Structure Using the Finite Element Displacement Method [Electronic resource] / Hui Long, Yilun Liu, Changzheng Huang, Weihui Wu and Zhaojun Li // Shock and Vibration. – 2019. – Volume 2019. – ID 7302057. – <https://doi.org/10.1155/2019/7302057>.

Получено 10.04.2019

В. П. МУЦАНОВ, А. М. ОРЖЕХОВСЬКИЙ, Д. С. КОРОВКИНА  
МЕМБРАННІ СИСТЕМИ ВЕЛИКОПРОЛЬОТНИХ ПОКРИТТІВ З  
КОНСТРУКТИВНИМ ПОПЕРЕДНІМ НАПРУЖЕННЯМ  
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** У статті розглядаються мембранні системи покриття, оболонки позитивної Гауссової кривизни. Виконано аналіз достоїнств та недоліків. Наведені основні способи стабілізації мембранних конструкцій на круглому та овальному планах. Розглянута система безрозмірних параметрів, що дозволяють визначити жорсткісні характеристики основних несучих елементів непереднапружених мембранних конструкцій. Пропонується розробляти аналогічну систему жорсткісних параметрів для переднапружених мембранних конструкцій покриття на круглому плані, з урахуванням спільної роботи покриття та нижчезташованих опорних конструкцій. Наведена нова конструктивна форма покриття, що дозволяє конструктивно створювати переднапруження в опорному контурі оболонки, що здатне знизити матеріалоемність системи. Для найбільш раціональної роботи матеріалу конструкції пропонується розв'язати оптимізаційну задачу проектування. За параметри оптимізації розглядається не лише маса покриття, а й маса нижчезташованих опорних елементів конструкції.

**Ключові слова:** мембрана, висячі покриття, стабілізація, переднапруження, опорний контур.

VOLODYMYR MUSCHANOV, ANATOLY ORZHEKHOVSKY, DARIA KOROVKINA  
LONG-SPAN MEMBRANE COATING SYSTEMS WITH CONSTRUCTIVE  
PRESTRESS

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The article discusses membrane systems of coatings, shells, and positive Gaussian curvature. The analysis of the advantages and disadvantages. The main methods of stabilizing membrane structures on the round and oval planes are given. A system of dimensionless parameters is considered, which makes it possible to determine the stiffness characteristics of the main bearing elements of non-stressed membrane structures. The task is to develop a similar system of stiffness parameters for pre-stressed membrane structures of coatings on a circular plane, taking into account the joint operation of the coating and the underlying structures. A new structural form of the coating is given, which allows constructively creating prestressing in the support contour of the shell, which helps reduce the material consumption of the system. For the most rational work of the material of construction it is proposed to solve the optimization problem of design. As optimization parameters, we consider not only the mass of the coating, but also the mass of the underlying supporting structural elements.

**Key words:** membrane, hanging coating, stabilization, prestress, support circuit.

**Муцанов Владимир Филиппович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической и прикладной механики, проректор по научной работе ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Член международной организации «Институт гражданских инженеров» и международной ассоциации «Пространственные конструкции». Научные интересы: теория надежности, расчет, проектирование и техническая диагностика пространственных металлических конструкций.

**Оржеховский Анатолий Николаевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной механики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование действительной работы и показателей надежности стержневых систем в строительстве, численные методы расчета пространственных стержневых конструкций.

**Коровкина Дарья Станиславовна** – студентка ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: изучение особенностей напряженно-деформируемого состояния оболочек.

**Муцанов Володимир Пилипович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної та прикладної механіки, проректор з наукової роботи ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Член міжнародної організації «Інститут цивільних інженерів» і міжнародної асоціації «Просторові конструкції». Наукові інтереси: теорія надійності, розрахунок, проектування та технічна діагностика просторових металевих конструкцій.

**Оржеховський Анатолій Миколайович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної механіки ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження дійсної роботи і показників надійності стержневих систем у будівництві, числові методи розрахунку просторових стержневих конструкцій



**Коровкіна Дар'я Станіславівна** – студентка ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: вивчення особливостей напружено-деформованого стану оболонок.

**Mushchanov Volodymyr** – DSc (Eng.), Professor; Head of the Theoretical and Applied Mechanics Department, vice-rector on the scientific activity of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. A member of the international organization «Institute of Civil Engineer» and international organization of «Spatial Structures». Scientific interests: include the reliability theory, analyses, designing and engineering diagnostics of spatial metal structures.

**Orzhekhovsky Anatoly** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor; Theoretical and Applied Mechanics Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: the study of real work and reliability indicators of pivotal systems in construction, numerical methods for calculating spatial pivotal structures.

**Korovkina Daria** – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: study of the features of stress-strain state of shells.

УДК 629.1

**Н. В. САВЕНКОВ, Л. Э. ЭНТИНА**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ МОДИФИКАЦИОННЫХ РЯДОВ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ НА ПАССАЖИРСКИХ МАРШРУТАХ В ПРЕДЕЛАХ ТИПОВОЙ ГРУППЫ**

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос целесообразности внедрения комплекса конструкционных и организационных мероприятий, обеспечивающих снижение себестоимости пассажирских перевозок на городских маршрутах за счет улучшения топливно-экономичных свойств путем рационального выбора конструкционных параметров трансмиссии автобуса и организации их работы на соответствующих типовых группах маршрутов.

**Ключевые слова:** топливная экономичность, автобус, трансмиссия, маршрут, типовые группы, оптимизация.

### **ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Показатели путевого расхода топлива автомобиля, как правило, являются одним из наиболее значимых факторов, оценивающих эффективность эксплуатации автомобиля в целом. Традиционными направлениями для современного автомобилестроения являются такие пути повышения топливной экономичности в условиях заданной закономерности изменения режимов движения (например, в стандартизированных ездовых циклах и т. д.): 1) снижение затрат работы на преодоление сил сопротивления движению (совершенствованием аэродинамических характеристик кузова, применением материалов с большей удельной прочностью для снижения снаряженной массы и увеличения весовой отдачи автомобиля); 2) применение более совершенных в энергетическом отношении конструкций силовых агрегатов (имеющих большие пиковые значения эффективного КПД за счет внедрения ДВС, имеющих большие степени сжатия, системы наддува, комплексного микропроцессорного управления рабочими процессами и т. д.); 3) повышение среднеэксплуатационного КПД силовой установки (СУ) путем согласования режимов работы двигателя и трансмиссии с режимами движения за счет выбора рациональных конструкционных и режимных параметров СУ [1].

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ПУБЛИКАЦИЙ**

Для коммерческих автомобилей рациональным является последнее из рассмотренных выше направлений [2, 3], так как связано с рабочими процессами узлов и агрегатов, которые характеризуются наибольшими потерями энергии. Это направление может реализовываться различными способами. Например, для автомобилей, оснащенных ступенчатой механической трансмиссией, методом оптимизационного поиска с учетом дополнительных ограничений может быть получен рациональный ряд передаточных чисел, обеспечивающий минимизацию значения целевой функции [4]. Это позволяет улучшить топливно-экономичные свойства автомобиля при обеспечении необходимого уровня тягово-скоростных свойств и экологических качеств в принятых режимных условиях эксплуатации. Данный подход обуславливается наименьшим объемом механических работ и соответствующих затрат при внедрении.

В Российской Федерации для оценки, в частности, расхода топлива городских автобусов применяется ГОСТ Р 54810-2011 [5]. Соответствующие стандарту единые ездовые циклы для автобусов

различных категорий и классов составлены на основе статистических исследований режимов движения данных автотранспортных средств в эксплуатационных условиях и обуславливают возможность выполнения сравнительной оценки топливной экономичности аналогичных по категории и классу автобусов.

**Основная цель статьи** – рассмотреть практическую возможность, рациональность и порядок повышения топливной экономичности городских автобусов за счет разработки их модификационных рядов для эксплуатации в пределах групп типовых маршрутов.

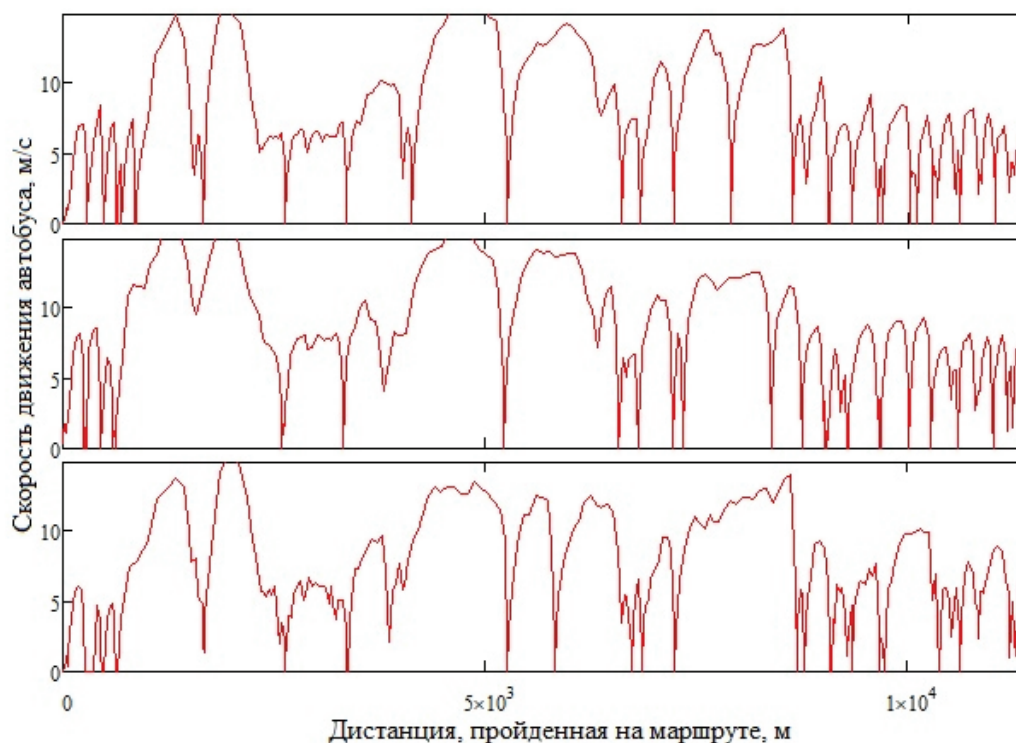
### ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

Фактический набор режимов движения автобуса на отдельно рассмотренном пассажирском маршруте, безусловно, будет в значительной степени отличаться от режимов соответствующего стандартизированного ездового цикла.

Основываясь на положении, что городские автобусы, в отличие от других категорий автомобилей общего назначения, большую часть своего жизненного цикла работают на конкретном маршруте (чем отчасти и обусловлен выбор параметров вместимости, габаритов, маневренности и т. д.), справедливо предположить, что процесс оптимизационного поиска рациональных параметров силовой установки должен основываться именно на фактическом наборе режимов движения с последующим контролем путевого расхода топлива и экологических качеств по соответствующему стандартизированному ездовому циклу [5].

Во избежание необходимости разработки отдельных модификаций для каждого маршрута предлагается выполнить формирование в пределах административных границ городов и их агломераций семейства групп типовых маршрутов, которые характеризуются сопоставимыми наборами режимов движения, и создавать модификационные ряды автобусов, предназначенные для работы на соответствующей группе типовых маршрутов.

Процесс формирования этих групп и распределение между ними маршрутов предлагается осуществлять с помощью телематических систем. На рис. 1 и рис. 2 приведены полученные авторами результаты экспериментального определения GPS-трекером режимов движения автобуса «Донбасс» на выбранном в качестве примера маршруте № 96 «АС ЦУМ – АС Щетинина», который соединяет г. Макеевку с г. Донецком.



**Рисунок 1** – Скорость движения на маршруте в прямом направлении (ЦУМ – Щетинина).

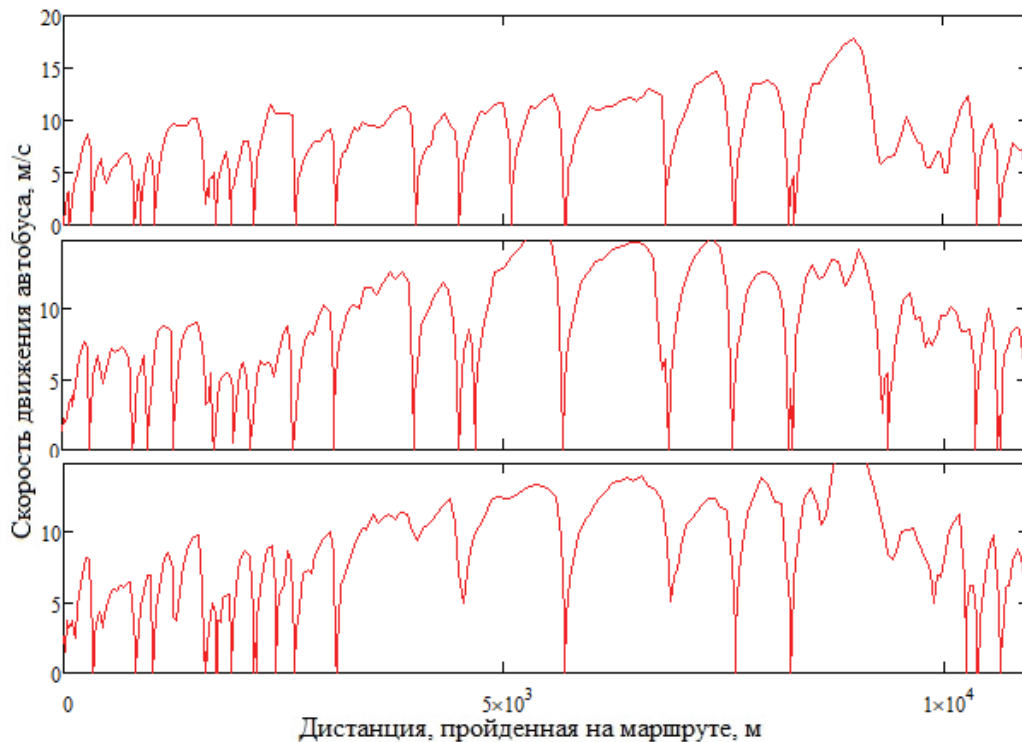


Рисунок 2 – Скорость движения на маршруте в возвратном направлении (Щетинина-ЦУМ).

На графиках прямого и возвратного направлений показаны данные трех измерений, которые выполнены для разных автобусов одной модели согласно планированию эксперимента (с учетом количества автобусов на маршруте, времени суток, дня недели, времени года, а также других календарных и социальных факторов). Видно, что режимы обоих направлений имеют общую закономерность, и поэтому на основе анализа выборок серии экспериментов возможно разработать ездовой цикл движения на этом маршруте.

Соответствующим образом, для принятых в качестве примера автобуса и пассажирского маршрута, в исследовании были получены результаты, позволяющие путем внедрения оптимизационного ряда передаточных чисел получить такое согласование параметров двигателя и трансмиссии, которое обеспечит снижение путевого расхода топлива в рассмотренных эксплуатационных условиях на 4,3 % (таблица).

Таблица – Результаты оптимизационного расчета относительной топливной экономичности автобуса «Донбасс» на пассажирском маршруте № 96

Ряд ПЧ коробки передач	Значения передаточных чисел коробки передач					Экономия по отношению к серийному ряду, %
	$U_{(1)}$	$U_{(2)}$	$U_{(3)}$	$U_{(4)}$	$U_{(5)}$	
Серийный	6,550	3,933	2,376	1,442	1,000	0 %
Оптимизированный	6,550	4,500	2,050	1,268	1,000	4,3 %*
* – значение соответствует фактической массе автобуса с пассажирами 7 300 кг, которое принято в качестве среднего показателя по результатам выполненной серии экспериментов.						

## ВЫВОД

Таким образом, в работе предложена концепция повышения эффективности эксплуатации городских автобусов на пассажирских маршрутах за счет улучшения топливно-экономичных свойств автотранспортных средств путем внедрения комплекса научно-инженерных, конструкционных и организационных мероприятий, направленных на создание групп типовых автобусных маршрутов и разработку модификационных рядов эксплуатируемой на них техники.

Также рассмотрен и обоснован ряд требуемых решения задач и приведены первичные результаты исследования и анализа режимов движения на выбранном, в качестве примера, маршруте совместно с полученными данными оптимизационного расчета для трансмиссии отечественного автобуса «Донбасс».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Automotive engineering. Powertrain, chassis system and vehicle body [Text] / Edited by David A. Crolla. – Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier, 2009. – 828 p.
2. Senft James R. Mechanical Efficiency of Heat Engines [Text] / James R. Senft. – New York : Cambridge University Press, 2007. – 189 p. – ISBN-13-978-0-521-86880-8.
3. Савенков, Н. В. Метод выбора передаточных чисел силовой установки автомобиля категории N1 на основе ездового цикла [Текст] : дис. ... канд. тех. наук : 05.05.03 / Савенков Никита Владимирович ; ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)». – Москва, 2017. – 206 с.
4. Newman, K. Modeling the effects of transmission gear count, ratio progression, and final drive ratio on fuel economy and performance using ALPHA [Electronic resource] / K. Newman, P. Dekraker // SAE Technical Paper : conference Paper (April 2016). – DOI: 10.4271/2016-01-1143.
5. ГОСТ Р 54810-2011 Автомобильные транспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний [Текст]. – Введ. 2012-09-01. – М. : Стандартинформ, 2012. – 23 с.

Получено 11.04.2019

М. В. САВЕНКОВ, Л. Е. ЕНТИНА  
ДО ПИТАННЯ ПРО СТВОРЕННЯ МОДИФІКАЦІЙНИХ РЯДІВ МІСЬКИХ  
АВТОБУСІВ, ЩО ЕКСПЛУАТУЮТЬСЯ, ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ПАЛИВНОЇ  
ЕКОНОМІЧНОСТІ НА ПАСАЖИРСЬКИХ МАРШРУТАХ У МЕЖАХ  
ТИПОВОЇ ГРУПИ  
ДОНУ ВПО «ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

**Анотація.** У статті розглядається питання доцільності впровадження комплексу конструкційних і організаційних заходів, що забезпечують зниження собівартості пасажирських перевезень на міських маршрутах за рахунок поліпшення паливно-економічних властивостей шляхом раціонального вибору конструкційних параметрів трансмісії автобуса та організації їх роботи на відповідних типових групах маршрутів.

**Ключові слова:** паливна економічність, автобус, трансмісія, маршрут, типові групи, оптимізація.

NIKITA SAVENKOV, LILIYA ENTINA  
FOR THE QUESTION OF CREATING THE MODIFICATION ROWS OF  
OPERATED CITY BUSES FOR INCREASING THE FUEL EFFICIENCY ON  
PASSENGER ROUTES WITHIN THE MODEL GROUP  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The article considers the question of the feasibility of introducing a set of structural and organizational measures for reducing the cost of passenger traffic on urban routes by improving fuel-efficient properties through the rational selection of the structural parameters of the bus transmission and organizing their work on the corresponding typical route groups.

**Key words:** fuel efficiency, city bus, transmission, route, model groups, optimization.

**Савенков Никита Владимирович** – кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, технологических машин и оборудования ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: топливная экономичность автомобилей на неустановившихся режимах движения.

**Энтина Лилия Эдуардовна** – магистрант кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, технологических машин и оборудования ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение топливной экономичности автобусов на городских маршрутах.

**Савенков Микита Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів, технологічних машин і устаткування ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: паливна економічність автомобілів на несталих режимах руху.

**Ентина Лілія Едуардівна** – магістрант кафедри технічної експлуатації і сервісу автомобілів, технологічних машин і устаткування ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення паливної економічності автобусів на міських маршрутах.

**Savenkov Nikita** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technical Exploitation and Service of Automobiles, Technological Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: fuel efficiency of cars on transient driving modes.

**Entina Liliya** – master's student, Technical Exploitation and Service of Automobiles, Technological Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the fuel economy of the buses on the city routes.

УДК 69.002.5

**А. А. БОВКУН, Е. П. КАЛМЫКОВА**  
ГПОУ «Макеевский политехнический колледж»

## **ВОПЛОЩЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В ИСТОРИИ ПОДЪЕМА УНИКАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**Аннотация.** В статье речь идет о технических возможностях монтажных кранов от первых моделей до современных суперкранов. Уникальные интеллектуальные решения при производстве монтажных работ в современных условиях можно воплотить в условиях любой степени сложности.

**Ключевые слова:** грузоподъемные краны, система контргрузов, кольцевая платформа, грузоподъемность, основной подъем.

### **ПОСТАНОВКА ЗАДАНИЯ**

Исследовательская работа заключалась в том, чтобы рассмотреть, как выглядели первые монтажные краны и какими они стали десятки лет спустя, воплощая интеллектуальные решения при подъеме конструкций в разные периоды времени.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Первые модели гусеничных кранов начали использовать во время Первой мировой войны. Первую машину в начале 20-х гг. XX века выпустила американская компания P&H Mining Equipment (рис. 1).

Производство автокранов в России началось в 30-е годы XX века.

Самый первый автокран АКЭ грузоподъемностью в 2,5 тонны выпустили в 1932 году (рис. 2).



**Рисунок 1** – Первый гусеничный кран производства P&H Mining Equipment.



**Рисунок 2** – Автокран АКЭ.

В 1936 году кран усовершенствовали и установили на шасси ЗИС. Грузоподъемность автокрана 3 тонны (рис. 3).

Модель 1962 года 8Т210 имела грузоподъемность – до 6,3 тонн, максимальный вылет стрелы – 3,5 метра (рис. 4).





**Рисунок 3** – Автокран АКЭ на шасси ЗИС-6.



**Рисунок 4** – Автокран 8Т210 на базе Урал-375Д.

В 80-е годы в строительной отрасли применялся автокран СМК-10 грузоподъемностью 10 тонн (рис. 5). Автокран КС-3571 завода «Автокран» был удостоен высокой награды «Знак качества» (рис. 6).



**Рисунок 5** – Автокран СМК-10.



**Рисунок 6** – Автомобильный кран КС-3571.

Сегодня специалисты накопили значительный опыт в области разработки проектно-технологической и конструкторской документации, требуемой для производства строительно-монтажных работ при сооружении и реконструкции объектов металлургии, машиностроения, химической промышленности и гражданских объектов.



**Рисунок 7** – Реконструкция доменной печи.

Профессионалы «Донбасспечмонтажпроект» при реконструкции доменных печей на ОАО «МК Азовсталь» применили метод надвигки [1, с. 6] (рис. 7), при устройстве покрытий на ОАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича» внедрили конвейерно-блочный метод [2, с. 91] (рис. 8), монтаж высотных сооружений производили



**Рисунок 8** – Монтаж укрупненных пространственных блоков.

методом подрачивания [3, с. 315] (рис. 9, 10).

В 2001 году завод «Автокран» продемонстрировал модель грузоподъемностью 100 тонн (рис. 11).

В Германии выпустили кран Terex CC8800-1 TWIN на гусеничном ходу с двойной решетчатой стрелой грузоподъемностью 3 200 т, который поднимает груз массой 534 т при радиусе 62 м и длине стрелы 123 м [4, с. 132].

В настоящее время самый большой в мире кран Bigge125D AFRD с круговой базой для полного поворота, грузоподъемностью 6 803 т при стреле длиной 91 м.



**Рисунок 9** – Монтаж телевизионной башни методом подрачивания с помощью гидравлического подъемника (г. Киев).



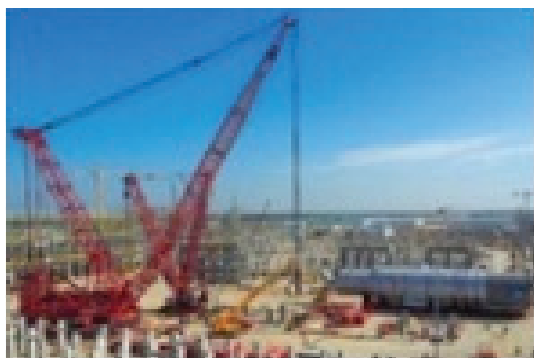
**Рисунок 10** – Прислонный вариант крепления башни крана БК-1000 к конструкции памятника «Родина-мать» методом подрачивания (г. Киев).



**Рисунок 11** – Автокран «Ивановец».

Кран Mammoet PT50 грузоподъемностью 2 тыс. т может иметь грузоподъемность 379 т при 62-м радиусе и стреле 125 м (рис. 12).

В рамках строительства комплекса на действующем нефтеперерабатывающем предприятии Южной Кореи демонтировали колонны (рис. 13).



**Рисунок 12** – Кран Mammoet PT50.



**Рисунок 13** – Демонтаж колонн нефтеперерабатывающего предприятия.



**Рисунок 14** – Установка негабаритной колонны.

Колонны весом до 2 000 тонн каждая демонтировали в стесненных условиях нефтеперерабатывающего завода. Для монтажа конструкций Mammoet использовал кольцевой кран PTC 200 DS, сократив сроки строительства на 30 %.

На нефтехимическом заводе в Тобольске монтировали негабаритные колонны массой 917 т, высотой 106 м (рис. 14).

Для технического обновления производства в Череповце демонтировали старую 500-тонную колонну на аммиачной установке и в стесненных условиях смонтировали новую, энергоэффективную колонну массой 265 тонн.

Mammoet разработал эффективный подход, который сократил время остановки производства на 40 % (рис. 15).

Инженеры разработали индивидуальное устройство, которое закрепляло тело колонны и позволило ее демонтировать.



**Рисунок 15** – Демонтаж старой колонны.



**Рисунок 16** – Установка новой колонны для синтеза аммиака.

Маммоет, применяя творческое мышление к каждому аспекту операции, сократил время простоя завода до 1,5 месяцев (рис. 16).

Печь была смонтирована на место установки с большой точностью, так как между прицепами и опорами было всего 150 миллиметров.

На полуострове Ямал на заводе по производству природного газа в сложных климатических условиях при температуре  $-57^{\circ}\text{C}$  были установлены емкости для сжижения газа.

Один из самых мощных в мире суперкранов Mammoet PTC 1600 DS грузоподъемностью 1 600 тонн выполнял основной подъем, а 750-тонный гусеничный кран обеспечивал плавный перевод груза в вертикальное положение (рис. 17).

Уникальной технологической операцией в России считают спуск на воду копии парусника, – флагманского линейного корабля «Полтава» (рис. 18).

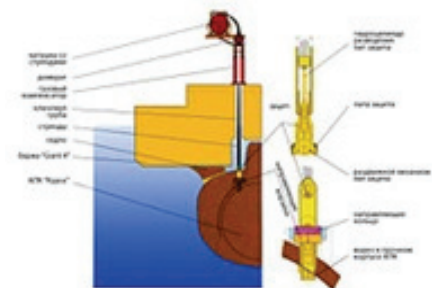
Подъем атомной подводной лодки «Курск» стал первой операцией по подъему затонувшего на глубине корабля. К подъему АПЛ «Курск» были предъявлены жесткие требования – поднимать без крена и дифферента (рис. 19).



**Рисунок 17** – Монтаж коксовой камеры установки замедленного коксования.



**Рисунок 18** – Спуск на воду флагманского корабля.



**Рисунок 19** – Схема расположения АПЛ «Курск» при транспортировке.

## ВЫВОД

Примеры уникальных методов выполнения монтажных работ показывают, как оптимальные решения и люди, которые их создают, способствуют решению сложнейших задач в различных отраслях. Современные строительные компании воплощают интеллектуальные решения, которые продвигают инновации в различных отраслях промышленности с целью обеспечения безопасной работы, сокращения сроков строительства объектов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология строительных процессов [Текст] : учеб. пособие / В. Г. Колесниченко, В. И. Веретенников, В. И. Кабанец, Е. В. Тихомиров. – Том 2. – Макеевка : ДонНАСА, 2001. – 55 с.
2. Технология возведения зданий и сооружений [Текст] : учеб. для строит. вузов / В. И. Теличенко, О. М. Терентьев, А. А. Лapidус. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 2004. – 410 с.
3. Технология строительных процессов [Текст] : учеб. для строит. вузов / В. И. Теличенко, О. М. Терентьев, А. А. Лapidус. – в 2 ч. – Ч. 1. ; 2-е изд., исп. и доп. – М. : Высш. шк., 2005. – 392 с.
4. Технологія монтажу будівельних конструкцій [Текст] : Навч. посібник / В. К. Черненко, О. Ф. Осипов, Г. М. Тонкачєєв. – К. : Горобець Г. С., 2011. – 375 с.

Получено 12.04.2019

А. А. БОВКУН, О. П. КАЛМИКОВА  
ВТІЛЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ РІШЕНЬ В ІСТОРІЇ ПІДЙОМУ  
УНІКАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ  
ДПОЗ «Макиївський політехнічний коледж»

**Анотація.** У статті йдеться про технічні можливості монтажних кранів від перших моделей до сучасних суперкранів. Унікальні інтелектуальні рішення при виробництві монтажних робіт в сучасних умовах можна втілити в умовах будь-якого ступеня складності.

**Ключові слова:** вантажопідйомні крани, система контрвантажів, кільцева платформа, вантажопідйомність, основний підйом.

ARTEM BOVKUN, ELENA KALMYKOVA  
EMBODIMENT OF INTELLECTUAL DECISIONS IS IN HISTORY OF GETTING  
UP OF UNIQUE CONSTRUCTIONS  
Makeevsky Polytechnic Colleg

**Abstract.** The article deals with the technical capabilities of mounting cranes from the first models to modern super cranes. Unique intelligent solutions in the production of installation work in modern conditions can be implemented in conditions of any degree of complexity.

**Key words:** loading cranes, system of counterweight, circular platform, carrying capacity, basic getting up.

**Бовкун Артем Анатольевич** – студент 4 курса ГПОУ «Макеевский политехнический колледж». Научные интересы: инновации в строительной отрасли.

**Калмыкова Елена Петровна** – преподаватель высшей категории специальных строительных дисциплин ГПОУ «Макеевский политехнический колледж». Научные интересы: инновационные технологии в строительстве.

**Бовкун Артем Анатолійович** – студент 4 курсу ДПОЗ «Макиївський політехнічний коледж». Наукові інтереси: інновації в будівельній галузі.

**Калмикова Олена Петрівна** – викладач вищої категорії спеціальних будівельних дисциплін, ДПОЗ «Макиївський політехнічний коледж». Наукові інтереси: інноваційні технології в будівництві.

**Bovkun Artem** – 4th year student, Makeevsky Polytechnic Colleg. Scientific interests: innovation in the construction industry.

**Kalmykova Elena** – teacher of the highest category of special construction disciplines of Makeevsky Polytechnic Colleg. Scientific interests: innovative technologies in construction.

УДК 621.879.324

**А. Ю. КОЧЕРГИН, А. В. ПИЧАХЧИ**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ КРАН-МАНИПУЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ НА ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ ГРУНТА ГРЕЙФЕРНЫМ КОВШОМ**

**Аннотация.** В статье представлен анализ влияния параметров кран-манипуляторных установок на процесс разработки грунта грейферным ковшом. Результаты экспериментального исследования показывают, что конструкция с приводным винтовым якорем повышает эффективность разработки 3-4 категории грунта, увеличивает глубину копания, повышает коэффициент наполнения ковша и производительность. Сопоставив напорное усилие развиваемым КМУ и сопротивление грунта внедрению челюстей грейферного ковша, получили зависимость максимально возможной глубины погружения челюстей, определили влияние параметров КМУ на процесс внедрения челюстей в грунт.

**Ключевые слова:** грейфер, КМУ, напорное усилие, винтовой якорь.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Традиционные грейферные ковши используют для работы с несвязными материалами. Для обоснования направлений совершенствования конструкций грейферов необходимо исследовать область избыточности и недостаточности основной функции кран-манипуляторной установки (КМУ) с грейферным рабочим органом. Установить влияние вылета КМУ на рабочий процесс грейфера.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

В работе [1] предлагается использовать грейфер с винтовым якорем (ВЯ). Использование приводных винтовых якорей в конструкции грейферных ковшей [2, 3] значительно повышает эффективность разработки грунтов 4-5 категории [1, 3].

### **ЦЕЛЬ**

Определение влияния вылета КМУ на рабочие процессы грейфера.

### **ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

Для определения напорных усилий, развиваемых КМУ, был проведен аналитический обзор материалов [4], который позволил составить классификацию КМУ: по грузоподъемности; по виду стрел; по типу стрел; по типу траверс.

Напорные усилия ( $P_{при}$ ), развиваемые КМУ зависят от расположения центра масс в процессе копания и ограничены устойчивостью базовой машины (рисунок 1)

$$P_{при} = \frac{G_f \cdot l_o + G_{zo} \cdot (L_{ki} + l_o) + \sum G_{poi} (l_{poi} + l_o)}{L_k + l_o}, \quad (1)$$

где  $G_f$  – масса базовой машины;  
 $l_o$  – расстояние от выносной опоры до оси вращения КМУ;  
 $G_{zp}$  – вес ковша;  
 $L_{ki}$  – вылет стрелы КМУ;  
 $G_{poi}$  – масса  $i$ -й секции стрелы;  
 $l_{poi}$  – расстояния от центра тяжести  $i$ -й секции стрелы до оси вращения КМУ.

© А. Ю. Кочергин, А. В. Пичахчи, 2019

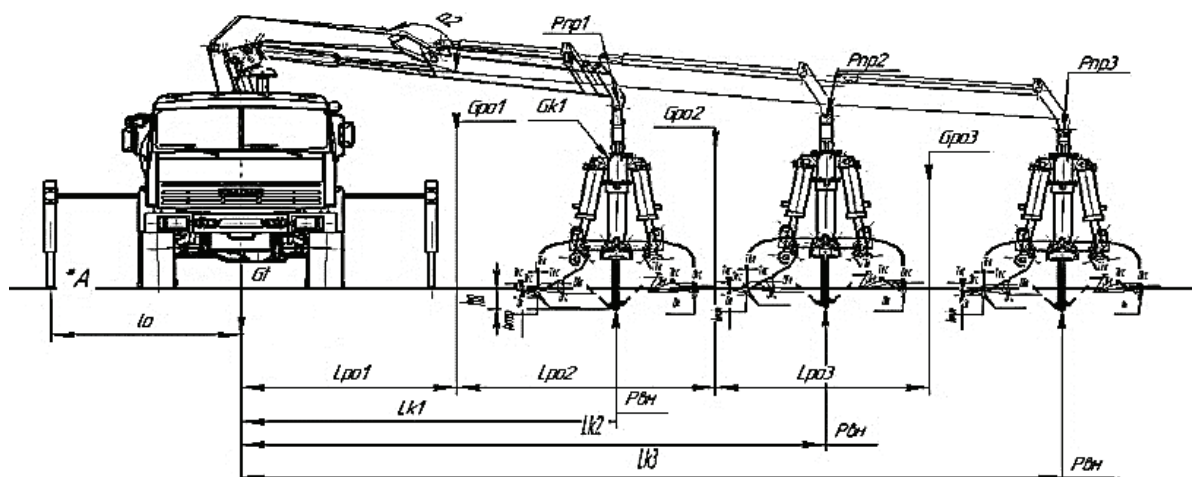


Рисунок 1 – Расчетная схема КМУ с грейферным рабочим органом.

Численный анализ формулы (1), для КМУ сопоставленный со значениями сопротивления грунта внедрению челюстей грейфера [5], позволил получить значение максимально возможной глубины погружения челюстей в грунт (рисунок 2).

Теоретические исследования подтверждены проведенными испытаниями КМУ с грейферным ковшом. При вылете в 7 м глубина погружения челюстей первоначального зачерпывания составила 100 мм. Применение ВЯ позволило увеличить глубину копания (рисунок 3) и коэффициент наполнения ковша с 0,7 до 0,94.

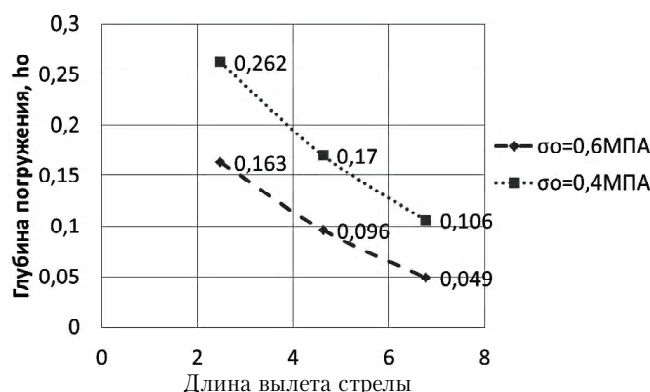


Рисунок 2 – Зависимость максимально возможной глубины погружения челюстей грейферного ковша от вылета КМУ.

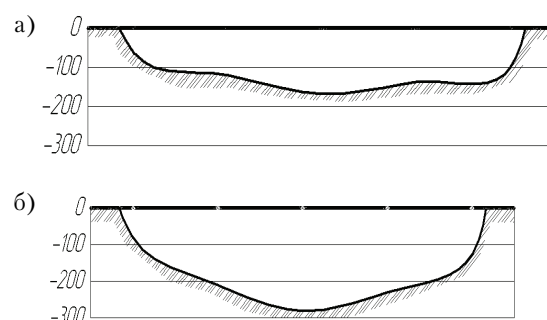


Рисунок 3 – Кривые зачерпывания, построенные по результатам натурных испытаний КМУ с грейфером: а) ковш без винтового якоря; б) ковш с приводным винтовым якорем.

## ВЫВОДЫ

Наиболее эффективным для земляных работ является грейфер с ВЯ. На вылете более 7 м КМУ не могут эффективно разрабатывать грунты, поскольку снижается глубина погружения челюстей при копании ввиду уменьшения развиваемого напорного усилия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Белицкий, Д. Г. Повышение эффективности разработки грунта грейферным рабочим органом [Текст] : дис. канд. техн. наук : 05.05.04 / Белицкий Дмитрий Григорьевич. – Макеевка, 2011. – 162 с.
- Обоснование привода винтового якоря с использованием несамотормозящей винтовой пары [Текст] / В. А. Пенчук, Д. Г. Белицкий, И. В. Голубов, В. М. Гавенко // Строительство. Материаловедение. Интенсификация рабочих процессов СДМ : сб. научн. тр. № 72. – Днепропетровск : ПГАСА, 2013. – С. 225–229.



3. Пенчук, В. А. Винтовые сваи и анкеры для опор [Текст] / В. А. Пенчук ; [2-е изд., переработ. и доп.]. – Донецк : изд-во «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2010. – 179 с.
4. Модельный ряд кран-манипуляторов [Электронный ресурс] // ООО НИАВ, [2019]. – Режим доступа : <https://www.hiab.com/ru-RU>.
5. Пенчук, В. А. Математическая модель процесса погружения челюстей грейфера в связный грунт [Текст] / В. А. Пенчук, Д. Г. Белицкий // Интростроймех-2009: Бишкек. – 2009. – С. 43–46.

Получено 15.04.2019

О. Ю. КОЧЕРГІН, О. В. ПІЧАХЧИ  
РОБОЧІ ПРОЦЕСИ КРАН-МАНІПУЛЯТОРНОЇ УСТАНОВКИ З  
ГРЕЙФЕРНИМ КОВШЕМ, ДООБЛАДНАНИМ ПРИВОДНИМ ГВИНТОВИМ  
ЯКОРЕМ  
ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

**Анотація.** У статті представлено аналіз впливу параметрів кран-манипуляторних установок на процес розробки ґрунту грейферним ковшем. Результати експериментального дослідження показують, що конструкція з приводним гвинтовим якорем підвищує ефективність розробки 3–4 категорії ґрунту, збільшує глибину копання, підвищує коефіцієнт наповнення ковша і продуктивність. Зіставивши напірне зусилля, що розвиває КМУ та опір ґрунту зануренню щелеп грейферного ковша, отримали залежність максимально можливої глибини занурення щелеп, визначили вплив параметрів КМУ на процес впровадження щелеп в ґрунт.

**Ключові слова:** грейфер, КМУ, напірне зусилля, гвинтовий якор.

ALEKSEY KOCHERGIN, ALEXANDER PICHAKHCHI  
WORK PROCESSES OF A CRANE-MANIPULATOR WITH A GRAB BUCKET,  
EQUIPPED WITH A DRIVE SCREW ANCHOR  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The article presents an analysis of the effect of crane-manipulator parameters on the process of soil development by a grab bucket. The results of an experimental study show that a design with a driven screw anchor increases the development efficiency of 3–4 categories of soil, increases the digging depth, increases the bucket filling ratio and productivity. Comparing the pressure force developed by the CMU and the resistance of the soil to the introduction of the jaws of the grab bucket, we obtained the dependence of the maximum possible depth of the jaws, determined the influence of the parameters of the CMU on the process of the introduction of the jaws into the soil.

**Key words:** grapple, CMU, pressure force, screw anchor.

**Кочергин Алексей Юрьевич** – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: грейферы.

**Пичахчи Александр Владимирович** – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: грейферы.

**Кочергін Олексій Юрійович** – магістрант ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: грейфери.

**Пічахчи Олександр Володимирович** – магістрант ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: грейфери.

**Kochergin Aleksey** – undergraduate student Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: clamshell.

**Pichakhchi Alexander** – under-graduate student Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: clamshell.



УДК 624.971:624.042

**В. В. ГУБАНОВ, Е. Н. ОЛЕНИЧ, А. В. ОЛЕНИЧ**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ДЫМОВОЙ ТРУБЫ С ДВУМЯ УРОВНЯМИ ОТТЯЖЕК**

**Аннотация.** В статье рассматривается влияние конструктивных параметров на НДС дымовой трубы с двумя уровнями оттяжек на основании сравнительного расчета. В ходе исследования разработан программный модуль расчета сооружения в целом на основании системы уравнения равновесия оттяжек; уравнения равновесия сил в узле и составления канонического уравнения метода сил для статически неопределимой системы. На основании разработанного программного модуля проведен анализ влияния отдельных конструктивных элементов на изменение напряжения в стволе трубы и разработана рекомендация по выбору рациональных конструктивных решений дымовых труб с двумя уровнями оттяжек.

**Ключевые слова:** напряженно-деформированное состояние, дымовые трубы, оттяжки, расчетная схема, конструктивные параметры, металлические конструкции.

**ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

На сегодняшний день актуальным является вопрос реконструкции существующих и возведение новых сооружений для промышленных предприятий [10]. Одними из наиболее сложных с учетом требований норм проектирования и возведения являются промышленные дымовые трубы. Для грамотного технического обслуживания нужно иметь представление о конструкции сооружения в целом и отдельных узлов в частности.

Промышленные дымовые трубы относятся к сложным инженерным сооружениям, проектирование которых требует обширных знаний и серьезного производственного опыта, ведь каждая промышленная дымовая труба представляет повышенную опасность, и от неё зависит бесперебойность работы промышленных объектов.

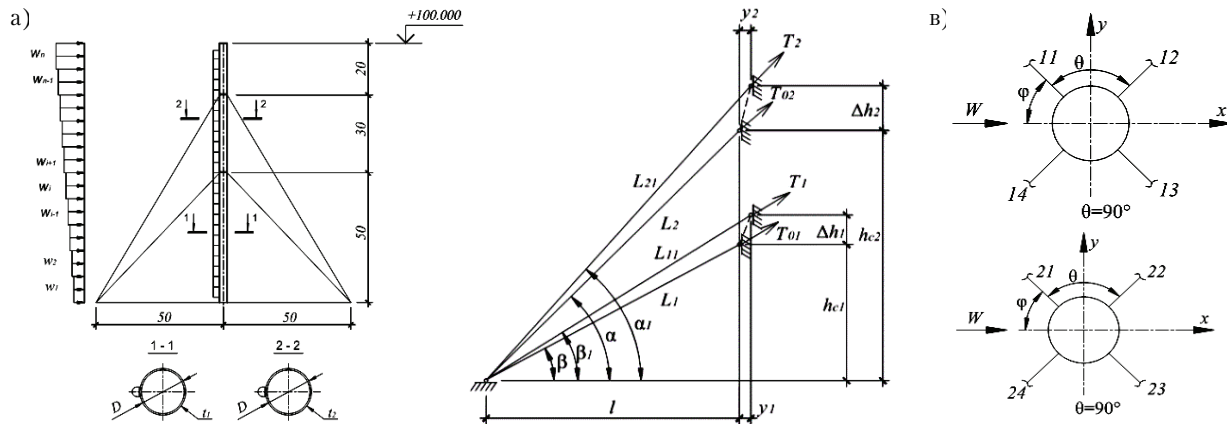
В современной справочной литературе и нормативных документах, регламентирующих правила расчета и конструирования дымовых труб, информация является устаревшей. Кроме того, в нормах недостаточное количество сведений, в которых бы освещались многочисленные особенности данного типа конструкций и содержались систематизированные данные и результаты опыта эксплуатации, необходимые для понимания действительной работы и качественного проектирования этих труб.

В данном направлении уже проводятся многочисленные научные исследования, а проектные организации уже имеют определенный накопленный опыт эксплуатации высотных сооружений. Например, в работах С. Ф. Пичугина, А. В. Махинько [3] рассматривается подробное уточнение величины ветровой нагрузки на решетчатые опоры. В публикациях журнала «Металлические конструкции» ДонНАСА рассматривается ряд исследований, такие как анализ исследования расчета начальных натяжений оттяжек мачт [4], влияние деформаций грунта и анкерных фундаментов на НДС несущих конструкций дымовых труб с оттяжками [7]. В отдельных работах приводятся данные о характерных исследованиях дымовых труб [5, 6].

**Целью работы** является сравнительный анализ влияния конструктивных параметров на напряженно-деформированное состояние дымовой трубы с двумя уровнями оттяжек, а именно изменение начального натяжения в оттяжках, влияние разного диаметра катана оттяжек, изменение толщины стенки ствола трубы по высоте.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

В работе исследовалась металлическая дымовая труба высотой  $H = 100$  м и диаметром  $D = 3$  м. В пространстве труба раскреплена оттяжками в двух уровнях, и в плане с четырьмя оттяжками в узле. Расположение оттяжек принято в соответствии с [1]. Геометрическая схема дымовой трубы с оттяжками изображены на рис. 1а.



**Рисунок 1** – Геометрическая схема трубы (а), схема наклонных оттяжек в двух уровнях при перемещении опоры (б), размещение оттяжек в горизонтальной плоскости в двух уровнях закрепления (в).

Расчет нагрузок, действующих на трубу, выполняется в программном модуле Mathcad с учётом собственного веса сооружения, веса футеровки, принятой из кирпича и ветровой нагрузки согласно [1], характеристическое значение которой принято  $W = 500$  Па для г. Донецка.

На основании [9, 11] была разработана методика статического расчета дымовых труб с двумя уровнями оттяжек, которая включает в себя следующие этапы.

1. Определение усилия в оттяжках. Для этого используется система уравнения равновесия наклонной гибкой нити (формула 1), провисающей по параболе, с учетом перемещений опорных узлов и в зависимости от направления ветра и угла крепления оттяжки к горизонтали. На рис. 1б изображено смещение опоры наклонной нити на расстояние по горизонтали  $y_1$  и  $y_2$  и по вертикали  $-\Delta h_1$  и  $\Delta h_2$  для 1-го и 2-го уровня. Значение расстояния смещения оттяжки по вертикали  $\Delta h_1, \Delta h_2$  является маленьким, и поэтому в дальнейших расчетах оно пренебрегается.

Далее используется уравнение равновесий горизонтальных сил в узле (формула 1). Для этого рассматривается узел соединения оттяжек в горизонтальной плоскости. В нашем случае узел с четырьмя оттяжками в плане (рис. 1в). Ветровой поток и соответственно горизонтальное перемещение  $y_1$  и  $y_2$  направлены вдоль первой оттяжки. Для упрощения системы уравнения дальнейшие расчеты выполняются в плоской системе.

2. Расчет усилий в стволе дымовой трубы. Расчетная схема дымовой трубы с оттяжками представляется в виде вертикальной неразрезной балки, жестко защемленной в уровне фундамента и поддерживаемой системой предварительно напряженных упругих оттяжек в двух уровнях. Расчет дымовой трубы выполняется в плоскости действия момента как сжато-изогнутого стержня. Конструкция дымовой трубы условно разбивается на 10 равных участков по 10 м, в пределах которых действует равномерно распределенная по длине ветровая нагрузка (рис. 2).

Для составления основных зависимостей расчета ствола трубы используется каноническое уравнение метода сил.

Заключительным этапом расчета представляется система (формула 1), связывающая уравнение равновесия оттяжек с каноническим уравнением метода сил для четырех оттяжек в узле в двух уровнях для плоской системы (рис. 3):

$$\begin{cases} \delta_{11} \cdot H_{r1}(\sigma_{11}, \sigma_{13}) + \delta_{12} \cdot H_{r2}(\sigma_{21}, \sigma_{23}) + \Delta_{1p} + y_1(\sigma_{11}, \sigma_{01}) = 0 \\ \delta_{21} \cdot H_{r1}(\sigma_{11}, \sigma_{13}) + \delta_{22} \cdot H_{r2}(\sigma_{21}, \sigma_{23}) + \Delta_{2p} + y_2(\sigma_{21}, \sigma_{02}) = 0 \\ E(\sigma_{11}, \sigma_{01}) = -E(\sigma_{13}, \sigma_{01}) \\ E(\sigma_{21}, \sigma_{02}) = -E(\sigma_{13}, \sigma_{02}) \end{cases} \quad (1)$$

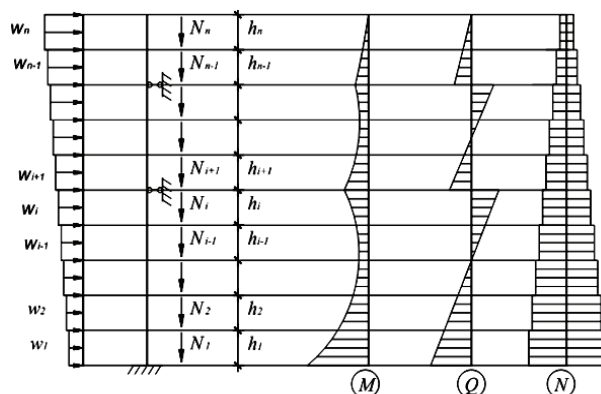


Рисунок 2 – Расчетная схема дымовой трубы в плоскости действия момента.

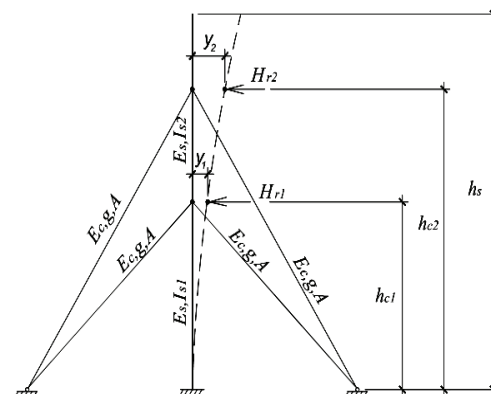


Рисунок 3 – Схема дымовой трубы с двумя уровнями оттяжек.

Где относительная деформация для 1-го и 2-го уровня оттяжек:

$$E(\sigma_{1(m)}, \sigma_{01}) = \left[ \left( \frac{\sigma_{1(m)}}{E_c} - \frac{D_{1(m)}}{\sigma_{1(m)}^2} \right) - \left( \frac{\sigma_{01}}{E_c} - \frac{D_{01}}{\sigma_{01}^2} \right) \right] + \alpha_t(t_{c1} - t_{c0}) + \alpha_t(t_{s1} - t_{s0}) \cdot \sin \beta, \quad (2)$$

$$E(\sigma_{2(m)}, \sigma_{02}) = \left[ \left( \frac{\sigma_{2(m)}}{E_c} - \frac{D_{2(m)}}{\sigma_{2(m)}^2} \right) - \left( \frac{\sigma_{02}}{E_c} - \frac{D_{02}}{\sigma_{02}^2} \right) \right] + \alpha_t(t_{c1} - t_{c0}) + \alpha_t(t_{s1} - t_{s0}) \cdot \sin \alpha; \quad (3)$$

горизонтальное смещение узла крепления:

$$y_1(\sigma_{11}, \sigma_{01}) = \left[ \left( \frac{\sigma_{11}}{E_c} - \frac{D_{11}}{\sigma_{11}^2} \right) - \left( \frac{\sigma_{01}}{E_c} - \frac{D_{01}}{\sigma_{01}^2} \right) \right] + \alpha_t(t_{c1} - t_{c0}), \quad (4)$$

$$y_2(\sigma_{21}, \sigma_{02}) = \left[ \left( \frac{\sigma_{21}}{E_c} - \frac{D_{21}}{\sigma_{21}^2} \right) - \left( \frac{\sigma_{02}}{E_c} - \frac{D_{02}}{\sigma_{02}^2} \right) \right] + \alpha_t(t_{c1} - t_{c0}); \quad (5)$$

горизонтальная равнодействующая сила в узле крепления оттяжек:

$$\begin{aligned} H_{r1}(\sigma_{11}, \sigma_{13}) &= (\sigma_{11} - \sigma_{13}) A \cos \beta \\ H_{r2}(\sigma_{21}, \sigma_{23}) &= (\sigma_{21} - \sigma_{23}) A \cos \alpha \end{aligned} \quad (6)$$

где  $m$  – номер оттяжки в уровне;

$H_{r1}, H_{r2}$  – удерживающая сила в узлах крепления оттяжек 1-го и 2-го уровня;

$\delta_{11}, \delta_{12}, \delta_{21}, \delta_{22}$  – единичные перемещения точек приложения сил  $H_{r1}$  и  $H_{r2}$ ;

$\Delta_{1p}, \Delta_{2p}$  – перемещение узлов крепления оттяжек от действия внешних нагрузок;

$\sigma_{01}, \sigma_{11}, \sigma_{02}, \sigma_{21}$  – напряжение в оттяжках в начальном и конечном состоянии 1-го и 2-го уровня;

$y_1, y_2$  – перемещение 1-го и 2-го узла от удлинения оттяжек по горизонтали;

$\theta$  – угол между оттяжками, для четырех оттяжек  $\theta = 90^\circ$ ;

$\varphi$  – угол между направлением ветрового потока и первой оттяжкой (в двух уровнях).

$\beta, \alpha$  – углы наклона оттяжек 1-го и 2-го уровня к горизонтали;

Результирующая функция изгибающих моментов будет иметь вид:

$$M(z) = \bar{M}_1(z) \cdot H_{r1} + \bar{M}_2(z) \cdot H_{r2} + M_p(z), \quad (7)$$

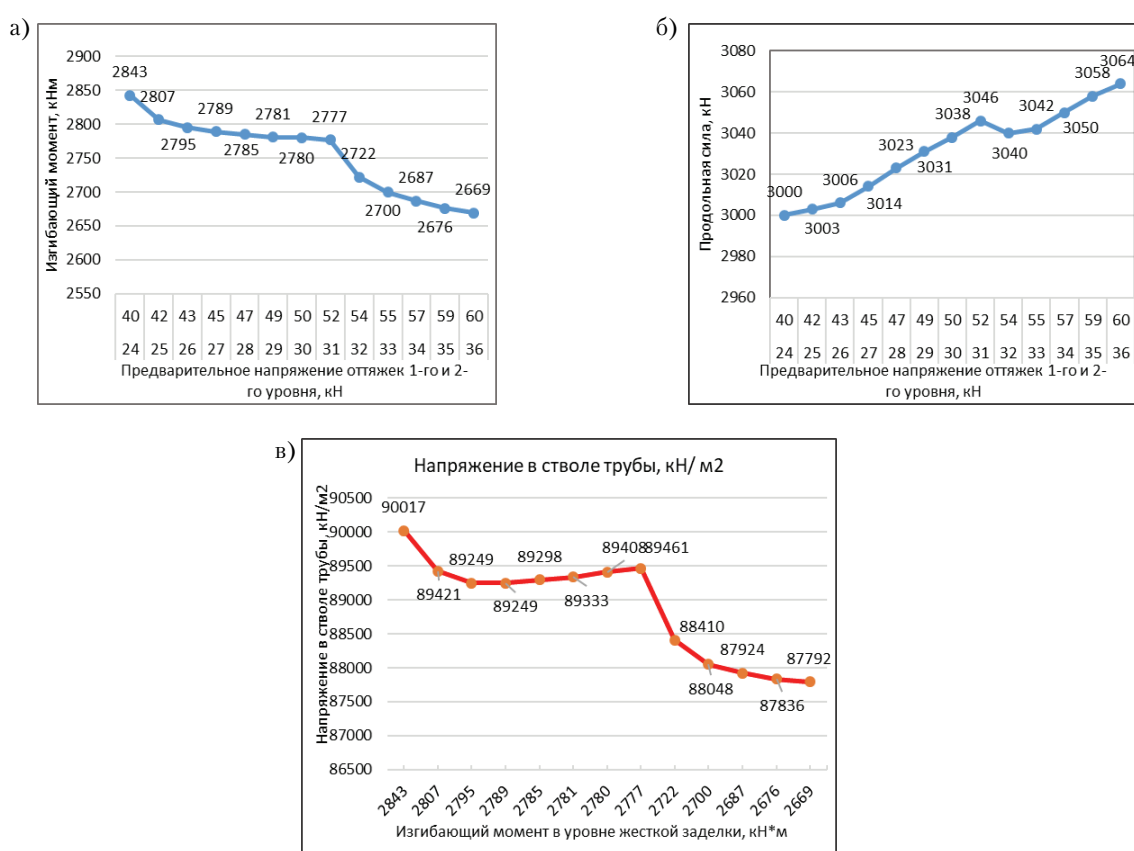
где  $z$  – координата высоты дымовой трубы;

$\bar{M}_1(z), \bar{M}_2(z), M_p(z)$  – функция изгибающих моментов от единичных сил, приложенных в уровне опор, и моментов грузовой эпюры основной системы.

На основании представленной системы уравнения равновесия конструктивных элементов разработан расчет сооружения в целом с использованием программного модуля Mathcad.

Подробно рассматривается результат расчета влияния конструктивных параметров на НДС дымовой трубы.

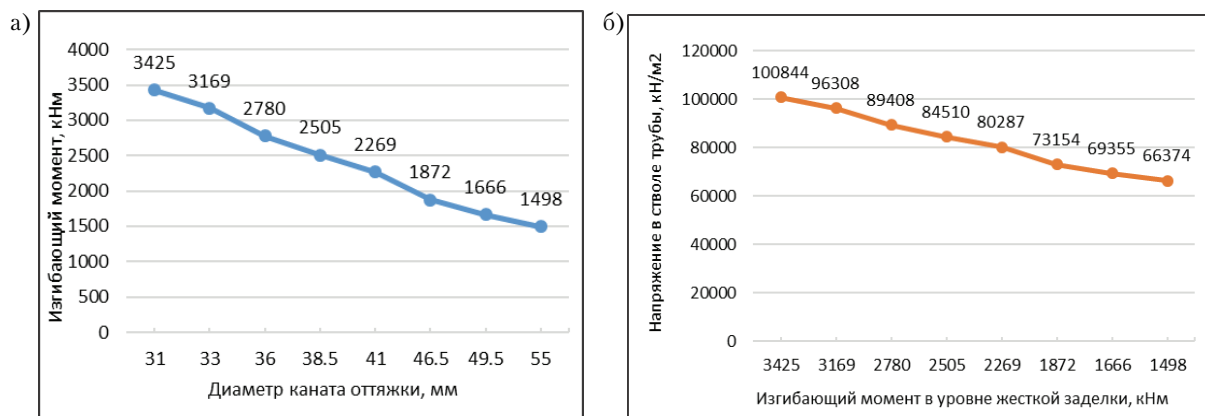
1. Определяется начальное натяжения оттяжек в узлах из условия равенства пролетных и опорных изгибающих моментов и заданном отклонении верхнего узла, не более  $1/100$  высоты трубы [8]. Начальное натяжение в оттяжках для дымовой трубы с четырьмя оттяжками составило для 1-го уровня оттяжек – 30 кН, для 2-го уровня оттяжек – 50 кН. Диаметр каната 36 мм. Данный расчет выполняется при действии предельной ветровой нагрузки, действующей в плоскости оттяжки и собственного веса. Точность отклонения начального натяжения оттяжек составляет  $\pm 10\%$ , расчет выполняется в большем диапазоне –  $\pm 20\%$  от локального натяжения. По полученным результатам, представленным на рис. 4а, б, видно, что при ослаблении натяжения оттяжек возрастает изгибающий момент. Затем наблюдаем горизонтальный участок с плавным уменьшением момента, при котором изменение натяжения практически не влияет. После момент резко уменьшается при малом значении изменения напряжения. Анализ продольной силы показывает плавное повышение при увеличении натяжения, затем доходит до величины натяжения 31, 52 кН и резко уменьшается, после этого опять возрастает. Зависимость напряжения в стволе трубы от изгибающего момента изображена на рис. 4в.



**Рисунок 4** – Результаты расчета: изгибающий момент в уровне жесткой заделки (а), продольная сила в стволе трубы (б), зависимость напряжения в стволе от изгибающего момента при изменении начального натяжения оттяжек (в).

В стволе трубы возникает перенапряжение при максимальном моменте за счет ослабления натяжения в оттяжках. Затем наблюдается горизонтальный участок с плавным уменьшением момента, но с практически неизменяемым значением напряжения ствола трубы, даже увеличенном при значении  $M_{\max} = 2777 \text{ кН/м}^2$ . Затем напряжение в стволе идет на уменьшение при незначительном изменении изгибающего момента. Рационально принимать величину предварительного натяжения оттяжек в пределах для 1-го уровня 33...36 кН, для 2-го – 55...60 кН.

2. На НДС дымовой трубы влияет правильно подобранный диаметр каната оттяжки. Предоставлен анализ канатов с диаметром от 31 до 55 мм, двойной свивки ЛК-Р-6×19 (1+6+6/6) +7×7(1+6) маркировочной группы 1670 по ГОСТ14954-80. Результаты представлены на рис. 5а, б. При увеличении

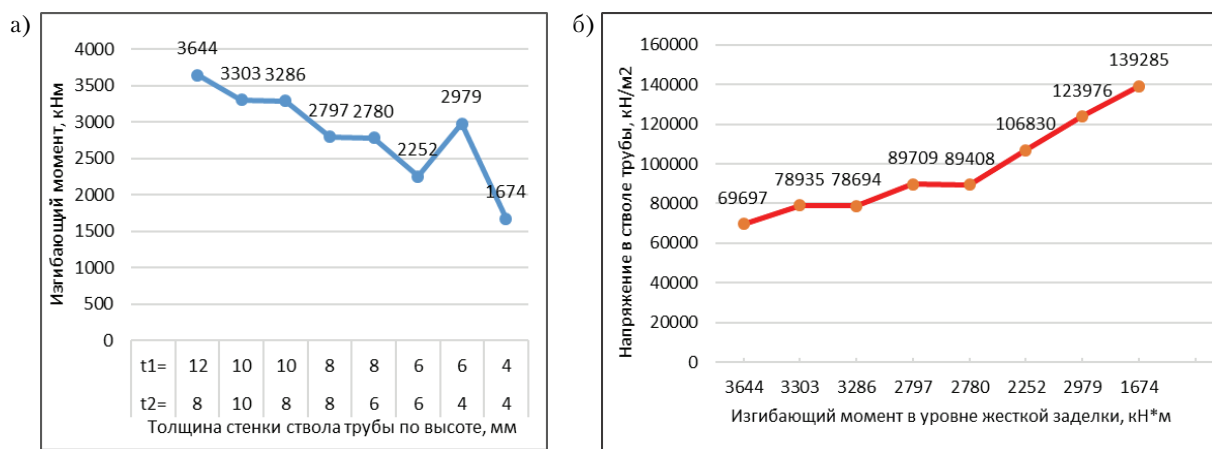


**Рисунок 5** – Результаты расчета: изгибающий момент в уровне жесткой заделки (а), зависимость напряжения в стволе от изгибающего момента при изменении диаметра катана оттяжки (б).

диаметра катана наблюдаем уменьшение изгибающего момента, т. е. увеличение закрепления в уровне оттяжки.

При значительном уменьшении величины изгибающего момента от увеличения диаметра каната оттяжек наблюдается плавное уменьшение напряжения в стволе трубы без каких-либо скачков (рис. 5б).

3. Рассматривается такой конструктивный элемент, как толщина стенки ствола трубы. По высоте толщина стенки разбивается на два участка –  $t_1$  и  $t_2$ . На рис. 6а заметны участки с почти одинаковыми значениями изгибающего момента, но разными толщинами верхнего участка  $t_2$ , и отмечен скачок повышенного изгибающего момента при толщине  $t_1 = 6$  мм и  $t_2 = 4$  мм.



**Рисунок 6** – Результаты расчета: изгибающий момент в уровне жесткой заделки (а), зависимость напряжения в стволе от изгибающего момента при изменении толщины стенки ствола трубы (б).

Зависимость изменения данного конструктивного элемента на влияние напряжения в стволе трубы показана на рис. 6б. При уменьшении толщины ствола трубы и уменьшении изгибающего момента максимальное напряжение интенсивно возрастает.

## ВЫВОДЫ

В ходе проведенной работы описывается условие равновесия оттяжек в двух уровнях закрепления и влияние их нелинейного воздействия под нагрузкой на ствол дымовой трубы.

По результатам выполненных исследований влияния конструктивных параметров на напряженно-деформированное состояние дымовой трубы с двумя уровнями оттяжек можно сделать следующие выводы:

1. Отклонение начального натяжения оттяжек  $\pm 20\%$  от локального натяжения приводит к уменьшению изгибающих моментов в основании трубы на  $6\%$ , увеличению продольной силы и напряжения на  $2\%$ . Данные результаты говорят о незначительном влиянии на НДС дымовой трубы.

2. Значительное влияние оказывает диаметр оттяжки на напряжение в трубе. Напряжение уменьшается пропорционально величине диаметра каната. Так при диаметре каната от 31 до 55 мм уменьшаются изгибающие моменты в основании трубы на  $56\%$  и напряжение на  $34\%$ .

3. Уменьшение толщины стенки ствола трубы в исследуемом интервале приводит к уменьшению момента на  $55\%$  и увеличению напряжения в стволе трубы в 2 раза.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 2.09.03.85 Строительные нормы и правила. Сооружения промышленных предприятий [Текст]. – Взамен СНиП II-91-77, СН 302-65, СН 471-75 ; введ. 1987-01-01. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 56 с.
2. СП 20.13330.2016 Свод правил. Нагрузки и воздействия [Текст]. – Взамен СП 20.13330.2011 «СНиП 2.01.07-85»; введ. 2017-06-04. – М. : ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко АО Минстроя России, 2016. – 110 с.
3. Пичугин, С. Ф. Нормирование ветровой нагрузки на решетчатые опоры в стандартах разных стран мира [Текст] / С. Ф. Пичугин, А. В. Махинько // Металлические конструкции. – 2009.- Т. 15, № 4. – С. 237–252.
4. Губанов, В. В. Совершенствование методики расчета начального натяжения оттяжек мачт [Текст] / В. В. Губанов, И. В. Межинская // Металлические конструкции. – 2012. – Т. 18, № 1. – С. 41–48.
5. Губанов, В. В. Визначення раціональних параметрів щогл висотою до 30 метрів [Текст] / В. В. Губанов, И. В. Межинська // Металеві конструкції. – 2007. – Т. 13, № 4. – С. 203–209.
6. Губанов, В. В. Особенности и характеристики повреждаемости дымовых труб на оттяжках [Текст] / В. В. Губанов, И. В. Межинская, А. В. Голиков // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2007. – Вип. 2007-6(68) : Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології. С. 8–12.
7. Губанов, В. В. Качественные характеристики взаимодействия дымовых труб на оттяжках с анкерными фундаментами [Текст] / В. В. Губанов, А. В. Голиков // Металлические конструкции. – 2016. – Т. 22, № 3. – С. 115–124.
8. Строительные нормы и правила. Часть II. Нормы проектирования. Глава 23. Стальные конструкции [Текст] : СНиП II-23-81\*. – [Действующий с 14 августа 1981 г.] – М. : Центральный институт типового проектирования, 1991. – 96 с.
9. Соколов, А. Г. Опоры линий передач [расчет и конструирование] [Текст] / А. Г. Соколов. – М. : Гос. изд-во литературы по стр-ву, арх. и строит. матер-лам, 1961. – 171 с.
10. Ремонт промышленных дымовых труб [Текст] / П. М. Грицков, Д. И. Вишневецкий, А. А. Зимберман. – М. : Стройиздат, 1979. – 174 с.
11. Савицкий, Г. А. Основы расчета радиомачт: статика и динамика [Текст] / Г. А. Савицкий. – М. : Государственное издательство литературы по вопросам радио и связи, 1953. – 111 с.

Получено 16.04.2019

### В. В. ГУБАНОВ, О. М. ОЛЕНИЧ, О. В. ОЛЕНИЧ ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ НА НАПРУЖЕНО- ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ДИМАРЯ З ДВОМА РІВНЯМИ ВІДТЯЖОК ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** У статті розглядається вплив конструктивних параметрів на ПДВ димової труби з двома рівнями відтяжок на основі порівняльного розрахунку. У ході дослідження розроблено програмний модуль розрахунку споруди в цілому на основі системи рівняння рівноваги відтяжок; рівняння рівноваги сил у вузлі і складання канонічного рівняння методу сил для статично невизначеної системи. На основі розробленого програмного модуля проведено аналіз впливу окремих конструктивних елементів на зміну напруження в стовбурі труби і розроблено рекомендацію щодо вибору раціональних конструктивних рішень димових труб з двома рівнями відтяжок.

**Ключові слова:** напружено-деформований стан, димарі, відтяжки, розрахункова схема, конструктивні параметри, металеві конструкції.

VADIM GUBANOV, ELENA OLENICH, ALEKSANDER OLENICH  
INFLUENCE OF CONSTRUCTIVE PARAMETERS ON THE STRESS-STRAIN  
STATE OF THE CHIMNEY WITH TWO LEVELS OF DELAYS

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The article discusses the influence of design parameters on the chimney VAT with two levels of delays based on a comparative calculation. In the course of the study, a software module for the calculation of the structure as a whole was developed, based on the system of equilibrium equation of delays; equilibrium equation of forces in a node and compilation of the canonical equation of the method of forces for a statically indefinable system. On the basis of the developed program module, the analysis of the influence of individual structural elements on the change in stress in the pipe barrel was made, and a recommendation was developed on the choice of rational design solutions for chimneys with two levels of delays.

**Key words:** stress-strain state, chimneys, delays, design scheme, design parameters, metal structures.

**Губанов Вадим Викторович** – доктор технических наук, профессор кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Член международной организации «Институт гражданских инженеров». Научные интересы: эксплуатационная надежность строительных металлических конструкций, расчет и проектирование высотных сооружений

**Оленич Елена Николаевна** – магистрант кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: расчет и проектирование высотных сооружений, оценка состояния существующих конструкций.

**Оленич Александр Викторович** – магистрант кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: расчет и проектирование высотных сооружений, оценка состояния существующих конструкций

**Губанов Вадим Вікторович** – доктор технічних наук, професор кафедри металевих конструкцій і споруд ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Член міжнародної організації «Інститут цивільних інженерів». Наукові інтереси: експлуатаційна надійність будівельних металевих конструкцій, розрахунок і проектування висотних споруд.

**Оленич Олена Миколаївна** – магістрант кафедри металевих конструкцій і споруд ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розрахунок і проектування висотних споруд, оцінка стану існуючих конструкцій.

**Оленич Олександр Вікторович** – магістрант кафедри металевих конструкцій і споруд ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розрахунок і проектування висотних споруд, оцінка стану існуючих конструкцій

**Gubanov Vadim** – D. Sc. (Eng.), Professor; Metal Structures and Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. A member of the international organization «Institute of Civil Engineer». Scientific interests: include the reliability of metal structures and design of highrise special construction.

**Olenich Elena** – master's student Metal Structures and Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: calculation and design of high-rise structures, assessment of the state of existing structures.

**Olenich Aleksander** – master's student Metal Structures and Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: calculation and design of high-rise structures, assessment of the status of existing structures



УДК 331.45

**Д. А. ДОСТОВАЛОВА, Н. С. ПОДГОРОДЕЦКИЙ**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СЦЕНАРНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ И СНИЖЕНИЯ РИСКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

**Аннотация.** В статье на примере рабочего места оператора очистного оборудования сооружений для очистки шахтных вод рассмотрено применение метода сценарного прогнозирования параметров состояния производственной среды с последующим применением метода анализа иерархий для оценки и снижения рисков возникновения опасных ситуаций на рабочих местах промышленных объектов.

**Ключевые слова:** условия труда, опасный и вредный производственный фактор, риск, сценарий, иерархия, прогнозирование

### **ФОРМУЛИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ**

Снижение уровня профессионального риска на рабочих местах промышленных объектов является актуальной задачей системы управления охраной труда предприятия.

Для управления рисками необходим механизм, позволяющий в условиях производственного цикла силами специалистов предприятия разработать и внедрить мероприятия по предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Специфика сценарного прогнозирования заключается в одновременном рассмотрении нескольких вариантов развития событий с характерными для каждого из них возможностями и рисками, субъективными и объективными, внутренними и внешними факторами, критериями и индикаторами [1].

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Одним из основных элементов системы управления охраной труда является идентификация опасностей, представляющих угрозу жизни и здоровью работников, посредством управления профессиональными рисками [2]. Процедура управления профессиональными рисками предусматривает несколько этапов и осуществляется с привлечением службы (специалиста) охраны труда, комитета (комиссии) по охране труда, работников или уполномоченных ими представительных органов [2].

Объектом оценки профессионального риска является рабочее место, где существует наибольшая вероятность утраты здоровья от воздействия на работников различных опасных и вредных факторов производственной среды и трудового процесса (химических, биологических, физических и факторов трудового процесса: тяжесть, напряженность) [3].

Прогнозирование профессиональных рисков является одной из основных целей создания безопасных условий труда в организации. Так как профессиональный риск тесно связан с неопределенностью и вероятностными характеристиками параметров состояния производственной среды, опасными ситуациями и опасными зонами, оценка его заключается в систематическом использовании всей информации для идентификации опасностей и оценки риска нежелательных событий [4].

Проведенный Д. А. Достоваловой, Н. С. Подгородецким, Л. В. Николаевой анализ производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в Донецкой Народной Республике за 6 месяцев 2018 года [5] предполагает в дальнейшем, что методика прогнозирования профессиональных

рисков, разработанная на основе результатов аттестации рабочих мест по условиям труда, является оптимальным решением для объективной оценки профессиональных рисков на промышленных объектах.

## ЦЕЛЬ

Оценка и снижение рисков возникновения опасных ситуаций на рабочих местах промышленных объектов посредством прогнозирования параметров состояния производственной среды, опасных ситуаций и опасных зон.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Решение задачи прогнозирования параметров состояния производственной среды, опасных ситуаций и опасных зон посредством оценки профессиональных рисков для конкретного рабочего места начинается с подготовки ряда сценариев, состоящих из определенных мероприятий по снижению вредных и опасных производственных факторов для каждого рабочего места [4].

В основе разработки сценариев используются протоколы инструментальных измерений вредных и опасных производственных факторов и предложения из утвержденного руководителем предприятия перечня мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда.

Множества мероприятий двух различных сценариев могут пересекаться, но не полностью. Предлагаемые сценарии проведения мероприятий должны удовлетворять экономическим, социальным, юридическим и прочим ограничениям для исследуемого промышленного объекта. Каждое мероприятие вносит определенный вклад в снижение профессионального риска по каким-либо производственным факторам, а совокупность мероприятий – сценарий – дает комплексное изменение условий труда на рабочем месте, то есть снижение уровня профессионального риска [4].

Рассмотрим решение задачи снижения уровня профессионального риска при обслуживании комплекса сооружений для очистки шахтных вод на примере рабочего места оператора очистного оборудования. Исходными данными являются результаты аттестации рабочего места оператора очистного оборудования по условиям труда (табл. 1).

**Таблица 1** – Результаты оценки условий труда оператора очистного оборудования по степени вредности и опасности

Факторы производственной среды и трудового процесса	Классы условий труда						
	оптимальный	допустимый	вредный				опасный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Химические							+
Биологические							
Физические:							
шум					+		
вибрация				+			
инфразвук	+						
ультразвук	+						
неионизирующие излучения							
ионизирующие излучения							
микроклимат				+			
атмосферное давление							
освещенность		+					
ионизация воздуха							
тяжесть труда			+				
напряженность труда		+					

Введем балльное обозначение классов условий труда для оператора очистного оборудования (табл. 2).

Разработаем сценарии по каждому фактору производственной среды и трудового процесса, отнесенному к категории вредных или опасных по результатам оценки условий труда оператора очистного оборудования. Выполним экспертное оценивание влияния сценариев на класс условий труда (табл. 3).

Таблица 2 – Шкала классов условий труда

Класс условий труда	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Балльное обозначение	1	2	3	4	5	6	7

Таблица 3 – Оценка воздействия мероприятий и сценариев на вредные и опасные факторы производственной среды и трудового процесса оператора очистного оборудования

Сценарии	Хими- ческие факто- ры	Физи- ческие факто- ры (шум)	Физи- ческие факто- ры (вибра- ция)	Физи- ческие факторы (микрокл имат)	Физи- ческие факторы (тяжесть труда)
1	2	3	4	5	6
<b>Сценарий 1. Мероприятия для фактора «Химический фактор»</b>	-5				
1. Автоматизация и механизация процессов, сопровождающихся выделением вредных веществ	-1				
2. Совершенствование технологических процессов	-1				
3. Совершенствование конструкции оборудования	-1				
4. Устройство местной вентиляции для удаления вредных веществ непосредственно от мест их образования	-1				
5. Обеспечение обслуживающего персонала коллективными (общеобменная вентиляция) и индивидуальными средствами защиты (спецодежда, антиоксидантные пасты, очки, шлемы, маски, фильтрующие и изолирующие противогазы, респираторы)	-1				
<b>Сценарий 2. Мероприятия для фактора «Шум»</b>		-4			
1. Строительно-планировочные мероприятия (размещение объектов на промышленных площадках, объединение шумных объектов в единый блок, выбор строительных материалов, озеленение)		-1			
2. Санитарно-гигиенические мероприятия (удаление рабочих мест из шумных зон, перепланировка помещений, дополнительный отдых рабочих шумных производств)		-0,5			
3. Уменьшение шума в самом источнике за счет изменения конструкции оборудования или технологии (увеличение жесткости конструкции, замена металла на пластмассы, замена зубчатых передач на фрикционные, введение смазки и т.д.)		-1			
4. Применение экранов (звукопоглощающих, звукоизолирующих) и глушителей		-0,5			
5. Применение средств индивидуальной защиты (наушники, шлемы, вкладыши)		-1			
<b>Сценарий 3. Мероприятия для фактора «Вибрация»</b>			-3		
1. Уменьшение уровня вибрации в самом источнике за счет совершенствования конструкций машин и процессов			-0,5		
2. Вибродемпфирование (вибропоглощение) – использование конструктивных материалов с большим внутренним трением, нанесение на вибрирующие поверхности слоя упруговязких материалов, обладающих большими потерями на внутреннее трение (пластмассы, дерево, резина)			-0,5		
3. Виброизоляция при помощи устройства амортизаторов, т.е. введение в колебательную систему дополнительной упругой связи			-0,5		

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6
4. Активная виброзащита – введение дополнительного источника энергии, осуществляющего обратную связь от изолируемого объекта к системе виброизоляции			–0,5		
5. Средства индивидуальной защиты (обувь, перчатки, накладки, антивибрационные пояса, подушки, прокладки, виброгасящие коврики, виброгасящая обувь)			–0,5		
6. Режим труда и отдыха (не более 2/3 рабочей смены действие вибрации), перерывы, ежегодные медицинские осмотры; социально-гигиенические мероприятия			–0,5		
<b>Сценарий 4. Мероприятия для фактора «Микроклимат»</b>				–3	
1. Устранение источника тепловыделений				–1	
2. Устройство защиты от тепловой радиации (поглощающие и отражающие стационарные и подвижные экраны)				–0,5	
3. Применение средств облегчающих теплоотдачу тела человека (местное кондиционирование, использование воздушного душа)				–1	
4. Индивидуальная защита (спецодежда из сукна, брезента, шляпы из войлока, фетра, спецобувь, очки со светофильтрами)				–0,5	
<b>Сценарий 5. Мероприятия для фактора «Тяжесть труда»</b>					
1. Обеспечение соблюдения режима рабочего времени и времени отдыха, организация перерывов через 1,5–2 часа работы, продолжительностью не менее 10 минут каждый					–1
<b>Сценарий 6. Комплексный (включает все мероприятия сценариев 1–5)</b>	–5	–4	–3	–3	–1

Составим прогнозы профессиональных рисков для каждого из сценариев, просуммировав балльные оценки воздействия сценариев с результатами аттестации рабочего места (текущее состояние) (табл. 4). Для удобства восприятия балльные значения переведены в обозначения классов условий труда.

Таблица 4 – Прогнозирование профессиональных рисков оператора очистного оборудования

Сценарии	Факторы производственной среды и трудового процесса													
	Химические	Биологические	Физические:											
			шум	вибрация	инфразвук	ультразвук	неионизирующее излучение	ионизирующее излучение	микроклимат	атмосферное давление	освещенность	ионизация воздуха	тяжесть труда	напряженность труда
Текущее состояние	4	–	3.3	3.2	1	1	–	–	3.2	–	2	–	3.1	2
Сценарий 1	2	–	3.3	3.2	1	1	–	–	3.2	–	2	–	3.1	2
Сценарий 2	4	–	1	3.2	1	1	–	–	3.2	–	2	–	3.1	2
Сценарий 3	4	–	3.3	1	1	1	–	–	3.2	–	2	–	3.1	2
Сценарий 4	4	–	3.3	3.2	1	1	–	–	1	–	2	–	3.1	2
Сценарий 5	4	–	3.3	3.2	1	1	–	–	3.2	–	2	–	2	2
Сценарий 6	2	–	1	1	1	1	–	–	1	–	2	–	2	2

Используя метод сравнения альтернатив относительно стандартов, рассчитаем снижение уровня профессионального риска при реализации каждого из сценариев [6].

Присутствующие на данном рабочем месте вредные и опасные производственные факторы оцениваются с помощью матрицы парных сравнений, используя шкалу отношений [6]. Оценке подлежат только те факторы, которые имеют оценку условий труда, относящуюся к категории вредной и (или) опасной, то есть имеющие показатели ниже 2 допустимого класса условий труда.

В таблице 5 представлена оценка опасности факторов для оператора очистного оборудования.

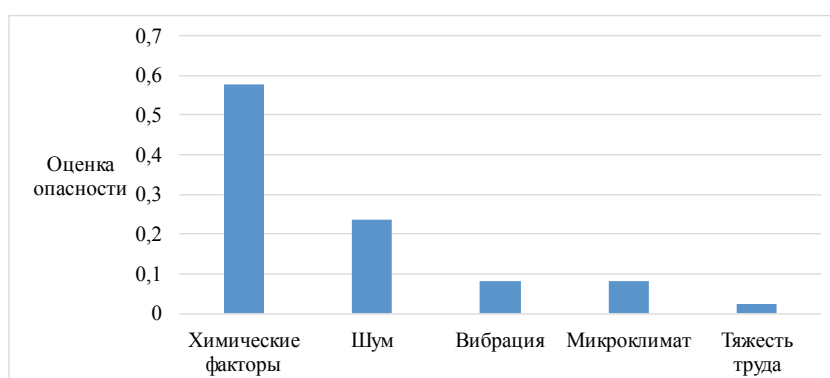
**Таблица 5** – Матрица парных сравнений оценок опасности факторов для оператора очистного оборудования

	Химические факторы	Шум	Вибрация	Микроклимат	Тяжесть труда
Химические факторы	1	3	5	5	7
Шум	0,33333	1	3	3	5
Вибрация	0,2	0,33333	1	1	3
Микроклимат	0,2	0,33333	1	1	3
Тяжесть труда	0,14286	0,2	0,33333	0,2	1

Для расчета вектора приоритетов используется среднегеометрический подход [6]. Значения вектора приоритетов факторов (оценки относительной опасности), рассчитанные как нормированный вектор среднегеометрических значений строк, представлены в таблице 6.

**Таблица 6** – Вектор приоритетов факторов (оценки относительной опасности) для оператора очистного оборудования

Факторы производственной среды и трудового процесса	Оценка опасности
Химические факторы	0,576638331
Шум	0,237074810
Вибрация	0,080560118
Микроклимат	0,080560118
Тяжесть труда	0,025166623
$\Sigma$	1



**Рисунок 1** – Оценка относительной опасности факторов для оператора очистного оборудования.

Графически оценка относительной опасности факторов производственной среды и трудового процесса может быть представлена в виде гистограммы, изображенной на рис. 1, где видна наибольшая значимость профессиональных рисков от воздействия химических факторов и шума рабочем месте. В меньшей степени, но относящиеся к категории вредных являются профессиональные риски от воздействия вибрации, микроклимата и тяжести труда.

Оценка опасности сценариев по каждому фактору производится по шкале стандартов для классов условий труда (табл. 7). Оценки шкалы выставлены в соответствии с предположением, что опасности условий труда возрастают в геометрической прогрессии при возрастании класса условий труда.

**Таблица 7** – Шкала стандартов для классов условий труда

Класс условий труда	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Балльное обозначение	1	2	4	8	16	32	64

Для текущего состояния (табл. 1) и предлагаемых сценариев (табл. 4) проставляются оценки в соответствии со шкалой стандартов (табл. 7). Далее оценки по каждому фактору нормируются. Результаты для всех сценариев и факторов представлены в таблице 8.

**Таблица 8** – Оценки опасности сценариев по факторам для оператора очистного оборудования

	Химические факторы	Шум	Вибрация	Микроклимат	Тяжесть труда
Текущее состояние	0,197530864	0,195121951	0,19047619	0,19047619	0,166666667
Сценарий 1	0,00617284	0,195121951	0,19047619	0,19047619	0,166666667
Сценарий 2	0,197530864	0,012195122	0,19047619	0,19047619	0,166666667
Сценарий 3	0,197530864	0,195121951	0,023809524	0,19047619	0,166666667
Сценарий 4	0,197530864	0,195121951	0,19047619	0,023809524	0,166666667
Сценарий 5	0,197530864	0,195121951	0,19047619	0,19047619	0,083333333
Сценарий 6	0,00617284	0,012195122	0,023809524	0,023809524	0,083333333
$\Sigma$	1	1	1	1	1

Расчет оценки опасности сценариев, снижения уровня профессионального риска, для оператора очистного оборудования представлен в таблице 9.

**Таблица 9** – Оценки опасности сценариев снижения уровня профессионального риска для оператора очистного оборудования

Название сценария	Оценка опасности сценария
Текущее состояние	0,228664124
Сценарий 1	0,114332062
Сценарий 2	0,131333052
Сценарий 3	0,15086206
Сценарий 4	0,15086206
Сценарий 5	0,199063682
Сценарий 6	0,02488296
$\Sigma$	1

Оценки опасности сценариев (табл. 9) являются основой для расчета интегрального показателя уровня профессионального риска  $R_p$  [4]:

$$R_p = \frac{W_i}{\max(W_i)} \cdot 100 \%,$$

где  $W_i$  – оценка опасности  $i$ -го сценария;  
 $\max(W_i)$  – максимальная оценка опасности среди всех сценариев (предполагая, что все сценарии будут направлены на улучшение параметров состояния производственной среды, снижение общей опасности и вредности на рабочем месте, эта оценка будет соответствовать сценарию «Текущее состояние»).

Для удобства расчетов за основу принимается интегральный показатель (табл. 10) уровня профессионального риска, который может быть рассчитан на каждый из разработанных сценариев (рис. 2).

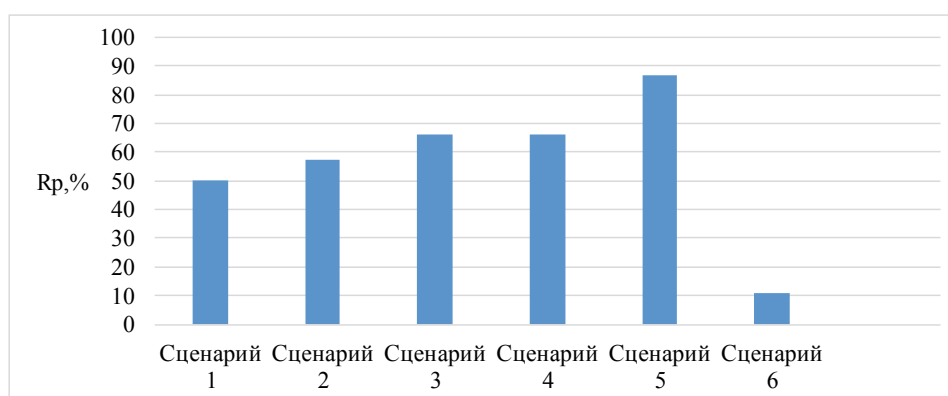
## ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований предложено решение задачи оценки и снижения рисков возникновения опасных ситуаций на рабочих местах промышленных объектов.

Наилучших результатов можно добиться, реализовав «Сценарий 6 (комплексный)», что приведет к снижению уровня профессионального риска на 89,12 % (в 8,9 раз). Из сценариев, снижающих

**Таблица 10** – Результаты расчета интегрального показателя уровня профессионального риска для оператора очистного оборудования

Название сценария	Интегральный показатель уровня профессионального риска $R_p$ , %
Текущее состояние	100,00
Сценарий 1	50,00
Сценарий 2	57,43
Сценарий 3	65,98
Сценарий 4	65,98
Сценарий 5	87,06
Сценарий 6	10,88

**Рисунок 2** – Результаты сравнения интегрального показателя уровня профессионального риска по сценариям для оператора очистного оборудования.

вредное воздействие только одного из факторов, наилучшим является «Сценарий 1. Мероприятия для фактора «Химический фактор» – снижение уровня профессионального риска на 50,00 %, что наиболее актуально, так как существенное значение при оценке профессиональных рисков в данном случае имеют вредные производственные факторы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Особенности аттестации рабочих мест по условиям труда в строительной деятельности [Текст] / В. Н. Азаров, Н. С. Кузнецова, Л. В. Масюкова // Вестник Волгогр. Гос. арх.-строит. ун-та; Сер. : Строительство и архитектура. – Волгоград : ВолгГАСУ, 2010. – Вып. 20 (39). – С. 81–86.
2. Об утверждении Типового положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : приказ Государственного Комитета Гортехнадзора ДНР [принят 28.02.2019] № 138. – 2019. – С. 10–12. – Режим доступа : [http://doc.dnr-online.ru/wp-content/uploads/2019/03/PrikazGKGTN\\_N138\\_28022019.pdf](http://doc.dnr-online.ru/wp-content/uploads/2019/03/PrikazGKGTN_N138_28022019.pdf).
3. Об утверждении Государственных санитарных норм и правил «Гигиеническая классификация труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса : приказ Министерства охраны здоровья Украины [Электронный ресурс] : [принят 08.04.2014] № 248, Украина. – 2014. – С. 4–9. – Режим доступа : [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/RE25249.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE25249.html).
4. Масюкова, Л. В. Прогнозирование параметров производственной среды, опасных ситуаций и опасных зон посредством оценки профессиональных рисков в строительстве [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.26.01 / Масюкова Любовь Васильевна. – Волгоград, 2011. – 293 с.
5. Анализ производственного травматизма и профессиональной заболеваемости в Донецкой Народной Республике за 6 месяцев 2018 года [Текст] / Д. А. Достовалова, Н. С. Подгородецкий, Л. В. Николаева // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2018. – Вып. 2018-5(133) Инженерные системы и техногенная безопасность. – С. 60–66.
6. Самохвалов, Ю. Я. Экспертное оценивание. Методический аспект [Текст] / Ю. Я. Самохвалов, Е. М. Науменко. – К. : Видавництво ДУІКТ, 2007. – 263 с.

Получено 16.04.2019



Д. О. ДОСТОВАЛОВА, М. С. ПОДГОРОДЕЦЬКИЙ  
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ СЦЕНАРНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ТА  
АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ ДЛЯ ОЦІНКИ І ЗНИЖЕННЯ РИЗИКІВ ВИНИКНЕННЯ  
НЕБЕЗПЕЧНИХ СИТУАЦІЙ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ ПРОМИСЛОВИХ  
ОБ'ЄКТІВ

ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** У статті на прикладі робочого місця оператора очисного обладнання споруд для очищення шахтних вод розглянуто застосування методу сценарного прогнозування параметрів стану виробничого середовища з подальшим застосуванням методу аналізу ієрархій для оцінки і зниження ризиків виникнення небезпечних ситуацій на робочих місцях промислових об'єктів.

**Ключові слова:** умови праці, небезпечний і шкідливий виробничий фактор, ризик, сценарій, ієрархія, прогнозування.

DARIA DOSTOVALOVA, NICHOLAS PODGORODETSKY  
APPLICATION OF SCENARIO FORECASTING AND HIERARCHY ANALYSIS  
METHODS TO ASSESS AND REDUCE THE RISKS OF HAZARDOUS  
SITUATIONS AT INDUSTRIAL WORKPLACES

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** In the article, using the example of the workplace of the operator of the sewage treatment equipment of mine water treatment systems, the application of the method of scenario forecasting of the parameters of the state of the production environment, followed by the use of the hierarchy analysis method for assessing and reducing the risks of hazardous situations at industrial sites.

**Key words:** working conditions, hazardous and harmful production factor, risk, scenario, hierarchy, forecasting.

**Достовалова Дар'я Александровна** – бакалавр кафедри техносферної безпеки ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: анализ степени возникновения риска при подземных разработках полезных ископаемых; перспективные инновационные способы газоочистки; проблемы снижения производственного травматизма, совершенствование технологии обработки шахтных вод с перспективой повторного использования воды и утилизации угольного шлама в энергетических целях.

**Подгородецкий Николай Сергеевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной безопасности ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: охрана труда в строительстве; повышение энергоэффективности управления измельчительным переделом промышленного сырья в строительстве; повышение эффективности ультразвуковых методов контроля и диагностики для обеспечения безопасной эксплуатации строительных объектов.

**Достовалова Дар'я Олександрівна** – бакалавр кафедри техносферної безпеки ГОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: аналіз ступеня виникнення ризику при підземних розробках корисних копалин; перспективні інноваційні способи газоочистки; проблеми зниження виробничого травматизму, вдосконалення технології обробки шахтних вод з перспективою повторного використання води та утилізації вугільного шламу в енергетичних цілях.

**Подгородецький Микола Сергійович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри техносферної безпеки ГОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: охорона праці в будівництві; підвищення енергоефективності управління подрібнювальним переделом промислової сировини в будівництві; підвищення ефективності ультразвукових методів контролю і діагностики для забезпечення безпечної експлуатації будівельних об'єктів.

**Dostovalova Daria** – Bachelor Technosphere Safety Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: analysis of the degree of risk in underground mining; promising innovative methods of gas treatment; problems of reducing industrial injuries, improving the technology of treatment of mine water with the prospect of re-use of water and utilization of coal sludge for energy purposes.

**Podgorodetsky Nicholas** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technosphere Safety Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: labor safety in construction; improve management efficiency crushing redistribution of industrial raw materials in construction; improving the efficiency of ultrasonic methods for monitoring and diagnostics to ensure safe operation of construction projects.

УДК 681.3.06:624.012.45.04

**А. С. ВОЛКОВ, Д. Р. ПРОКОПЕНКО, Д. О. МОЗГОВОЙ, Д. А. ЖУЛЬ**  
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»**ИССЛЕДОВАНИЕ НДС КОНСТРУКЦИЙ БАШЕННОЙ ГРАДИРНИ  
ВЫСОТОЙ Н = 150 М С УЧЕТОМ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО РЕЖИМА  
РАБОТЫ**

**Аннотация.** Представлены результаты анализа сопоставительных расчетов оболочки железобетонной башенной градирни Н=150 м Зуевской ТЭС с учетом действительных режимов эксплуатации при совместном воздействии силовых и температурных воздействий. Выявлено влияние солнечной радиации и других воздействий на напряжения в вертикальных и горизонтальных сечениях по высоте сооружения. Выполнена оценка степени влияния различных факторов на прочность и надежность оболочки башенной градирни.

**Ключевые слова:** башенная градирня, прочность, деформации, технологические режимы работы, солнечная радиация, несущая способность, надежность.

Башенные железобетонные градирни относятся к сооружениям повышенной категории ответственности и работают в условиях сложного НДС при совместном воздействии силовых и температурно-влажностных воздействий [1, 2, 13]. При этом действительные режимы работы сооружений по результатам длительных наблюдений [4, 5], в том числе с учетом климатических воздействий для данных сооружений с учетом длительного периода эксплуатации существенно влияют на их НДС и требуют их учета при оценке несущей способности для установления безопасной работы в составе комплекса ТЭС. Нормативные методики расчёта башенных сооружений подобного типа, основанные на расчёте по допускаемым напряжениям, давно устарели и не позволяют достоверно оценить их НДС с учетом действительных режимов эксплуатации [1, 2, 13]. В настоящее время широко применяются программные комплексы, основанные на МКЭ, которые позволяют учесть и проанализировать рассматриваемые влияния комплекса факторов [4, 7, 8, 12].

Целью данных теоретических исследований является выполнение анализа напряжённо-деформированного состояния оболочки башенной градирни № 2 Зуевской ТЭС высотой 150 м с учётом фактических и действительных технологических режимов работы и климатических воздействий.

В качестве объекта исследований рассматриваются конструкции оболочки башенной железобетонной градирни № 2 Зуевской ТЭС высотой 150 метров, построенной в 1993 г. Максимальный диаметр оболочки в уровне нижнего опорного кольца – 117,5 м, диаметр в верхней части на отм. +150,0 м – 74,7 м. Толщина оболочки по высоте переменная от 1170 мм в уровне кольца до 160 мм. Башня опирается на опорный железобетонный контур, опертый на 44 пары сборных железобетонных колонн-раскосов 900 мм. В верхней части выполнено кольцо жесткости толщиной 200 мм. Оболочка вытяжной башни выполнена из бетона марки по прочности на сжатие М400 (В30). Армирование железобетонной башенной градирни выполнено двухрядным. Коэффициент армирования составляет: в меридиональном направлении  $\mu = 0,010 \div 0,020$ , а в кольцевом  $\mu = 0,015 \div 0,018$ .

Наблюдения за оболочкой сооружения выполнялись специалистами СНПЦ СВИС при ДонНАСА в период с 1999 г. по 2009 г и нашли отражение в публикациях [4, 5, 6]. По результатам данных исследований определены основные закономерности изменения исследуемых параметров в разные периоды года. Выявлено, что односторонний солнечный нагрев оказывает существенное влияние на распределение температуры по периметру сооружения в верхней части. Температурный перепад между нагреваемой солнцем и теневой сторонами по толщине оболочки составил в среднем 5 °С, а



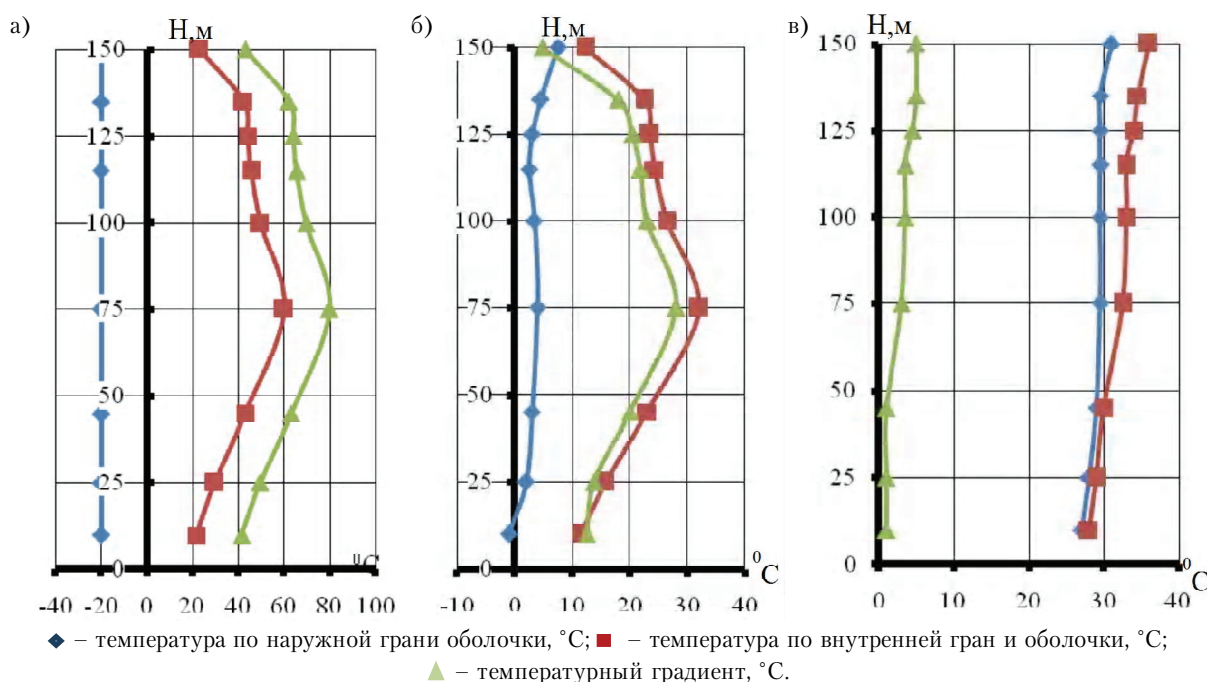
**Рисунок 1** – Пространственная расчетная схема оболочки башенной градирни  $H = 150$  м (111 387 – узлов, 110 680 – элементов).

максимальный перепад температур нагрева солнечной и теневой сторон по периметру оболочки на уровне верхнего обреза достигал  $8^{\circ}\text{C}$ .

Для расчета сооружения была построена пространственная расчетная схема оболочки башенной градирни в ПК «LIRA-САПР 2017» согласно данным геометрической характеристики исходного рабочего проекта и результатов обследования. По периметру в одном плоском горизонтальном сечении оболочка разделена на 60 элементов с шагом по окружности 60, по высоте сооружение разбито с шагом 500 мм (рис. 1).

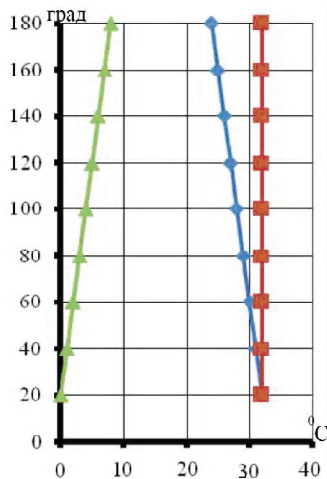
На основании проектных и экспериментально-полученных данных сформированы три технологических режима работы сооружения: «Зимний режим-проект», «Летний режим» и «Зимний режим» (рис. 2). Также сформирована схема распределения температурных перепадов при одностороннем солнечном нагреве (рис. 3).

При расчете сооружения учитывались следующие нагрузки и воздействия, предусмотренные рабочим проектом, а также температурные воздействия согласно результатам исследований: собственный вес строительных конструкций (П), полезные нагрузки на технологические площадки (К), снеговая нагрузка на технологические площадки (К), ветровые нагрузки (К), технологические нагрузки (температурный нагрев в зимний и период согласно натурным исследованиям, а также температурный нагрев в зимний период согласно рабочего проекта) [5, 6], воздействие солнечной радиации [5, 6].



**Рисунок 2** – Графики распределения температур по высоте оболочки сооружения для режимов: проектного «зимний режим-проект» (а), по экспериментальным данным для «зимнего режима» (б) и «летнего режима» (в).

Программа исследований включала: 1 – модальный анализ; 2 – расчет ствола согласно данным исходного проекта; 3 – то же с учетом работы с 1-м газоходом; 4 – расчет с учетом работы с 1-м газоходом и начальным креном (126,3 мм); 5 – расчет с учетом работы с 1-м газоходом, начальным креном и воздействием солнечной радиации.



**Рисунок 3** – График распределения температур по окружности оболочки сооружения от воздействия солнечной радиации. Условные обозначения с рис. 2.

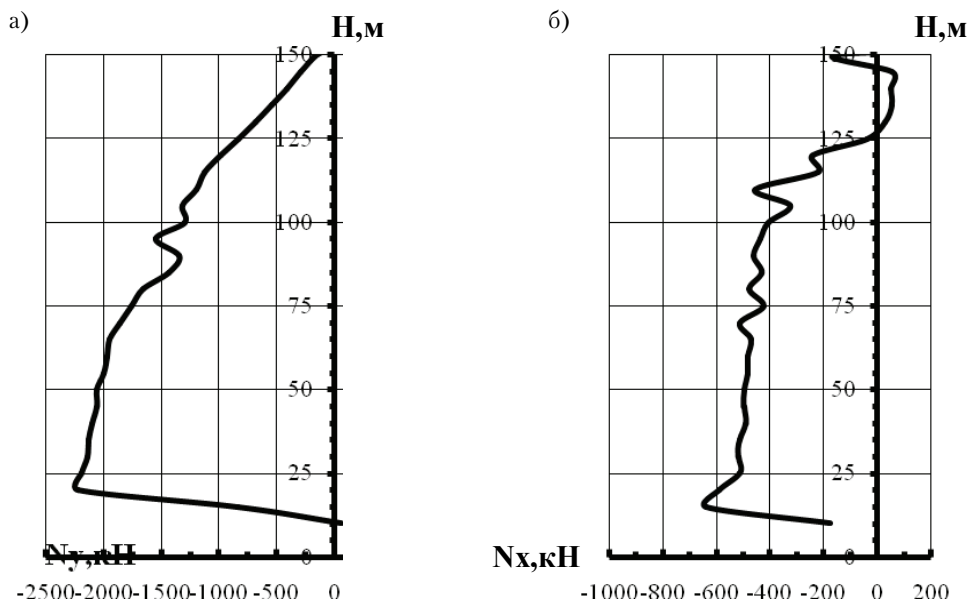
Из результатов динамического расчёта получены данные о периодах и частотах собственных колебаний оболочки, представленных в таблице. Учитываем первые восемь форм колебаний, т. к. предельное значение

**Таблица** – Периоды и частоты собственных колебаний оболочки башенной градирни

№ формы	Собст. значения	Частоты		Период (с)
		Круг. частота (рад/с)	Частота (Гц)	
1	0,184	5,436	0,865	1,156
2	0,184	5,437	0,865	1,156
3	0,181	5,523	0,879	1,138
4	0,181	5,524	0,879	1,137
5	0,162	6,174	0,983	1,018
6	0,162	6,177	0,983	1,017
7	0,146	6,830	1,087	0,920
8	0,146	6,830	1,087	0,920
9	0,144	6,949	<b>1,106</b>	0,904
10	0,144	6,950	<b>1,106</b>	0,904

ние частоты собственных колебаний для сооружения подобного типа не должно превышать 1,1 Гц [1]. Кроме этого сооружение имеет сложные формы колебаний из-за больших размеров в плане и криволинейности оболочки.

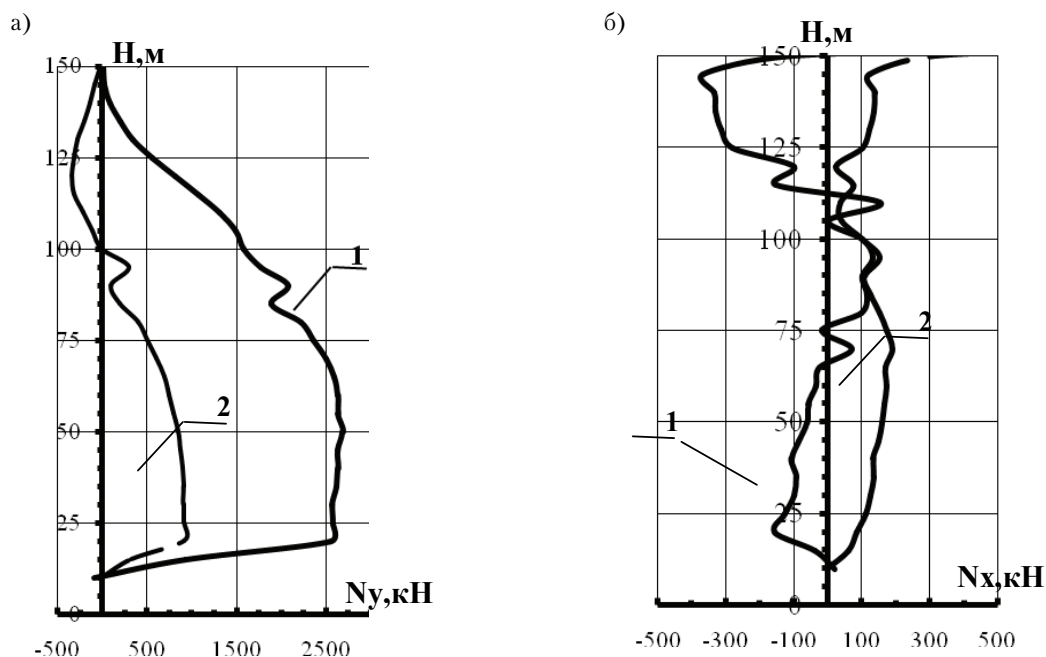
Значения продольных сил  $N$  от собственного веса не превышают для вертикальных сжимающих напряжений  $N_y = -2\,225$  кН и горизонтальных  $N_x = -638...+58$  кН (рис. 4). При этом они составляют не более 95 % для  $N_y$  и 7 % для  $N_x$  от суммарных напряжений.



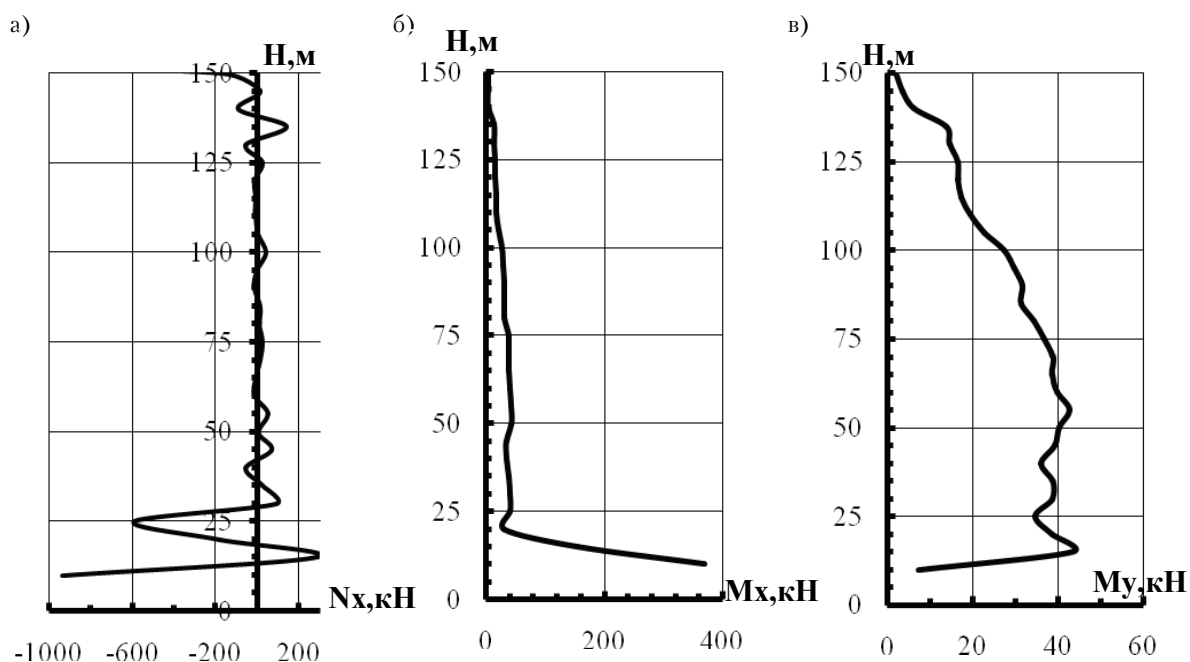
**Рисунок 4** – Графики изменения напряжений в горизонтальных и вертикальных сечениях от собственного веса сооружения:  $N_y$  (а) и  $N_x$  (б).

От действия ветровых нагрузок возникают растягивающие вертикальные  $N_y$  напряжения, которые достигают для наветренной и подветренной граней оболочки 2 685 и 913 кН соответственно, а горизонтальные напряжения составляют 311,5...–356 кН (рис. 5).

Воздействие технологической среды при режиме «Зимний режим» приводит к возникновению сложного напряженного состояния в оболочке. Величины горизонтальных напряжений достигают  $N_x = 935$  кН (рис. 6).



**Рисунок 5** – Графики изменения напряжений в горизонтальных и вертикальных сечениях от ветровых нагрузок с наветренной (1) и подветренной (2) сторон:  $N_y$  (а) и  $N_x$  (б).



**Рисунок 6** – Графики изменения напряжений в горизонтальных и вертикальных сечениях оболочки от технологической нагрузки при режиме «Зимний режим»:  $N_x$  (а), и  $M_x$  (б),  $M_y$  (в).

Величины вертикальных напряжений при режиме «Летний режим» достигают  $N_y = 632$  кН, а горизонтальных напряжений –  $N_x = 1\,009...-2\,455$  кН в месте сопряжения с опорным контуром (рис. 7).

Величины вертикальных напряжений при режиме «Зимний режим – проект» достигают  $N_y = 356$  кН, а горизонтальных напряжений –  $N_x = 1\,875...-6\,995$  кН в месте сопряжения с опорным контуром (рис. 8).

Воздействие солнечной радиации при неравномерном распределении температурного градиента приводит к возникновению сложного напряженного состояния со знакопеременными полями напряжений как в горизонтальных, так и в вертикальных сечениях оболочки. Величины вертикальных напряжений достигают  $N_y = 475...-561$  кН, а горизонтальных напряжений –  $N_x = 811...-2\,900$  кН (рис. 9).

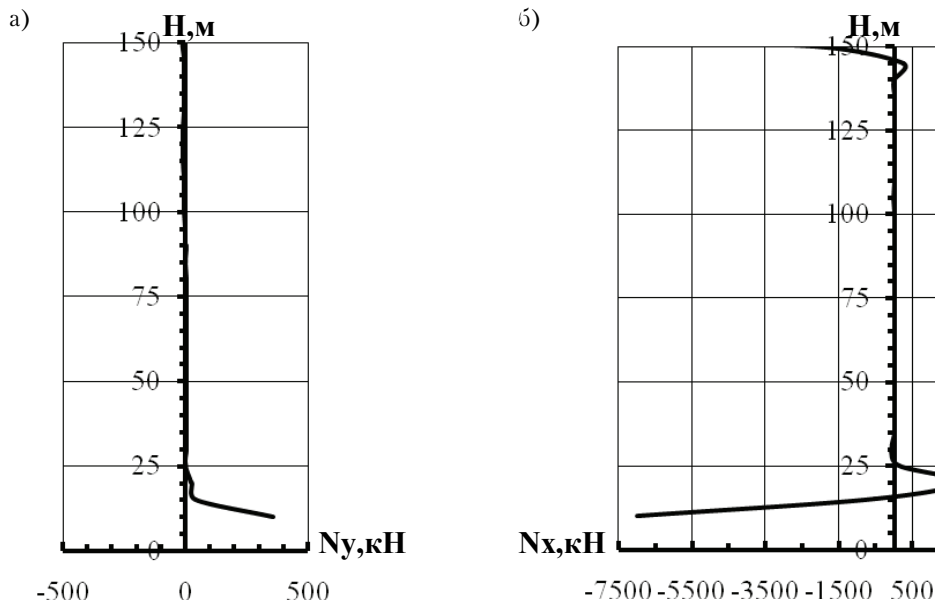


Рисунок 7 – Графики изменения напряжений в горизонтальных и вертикальных сечениях оболочки от технологической нагрузки при режиме «Лето»:  $N_x$  (а), и  $M_x$  (б),  $M_x$  (в),  $M_y$  (г).

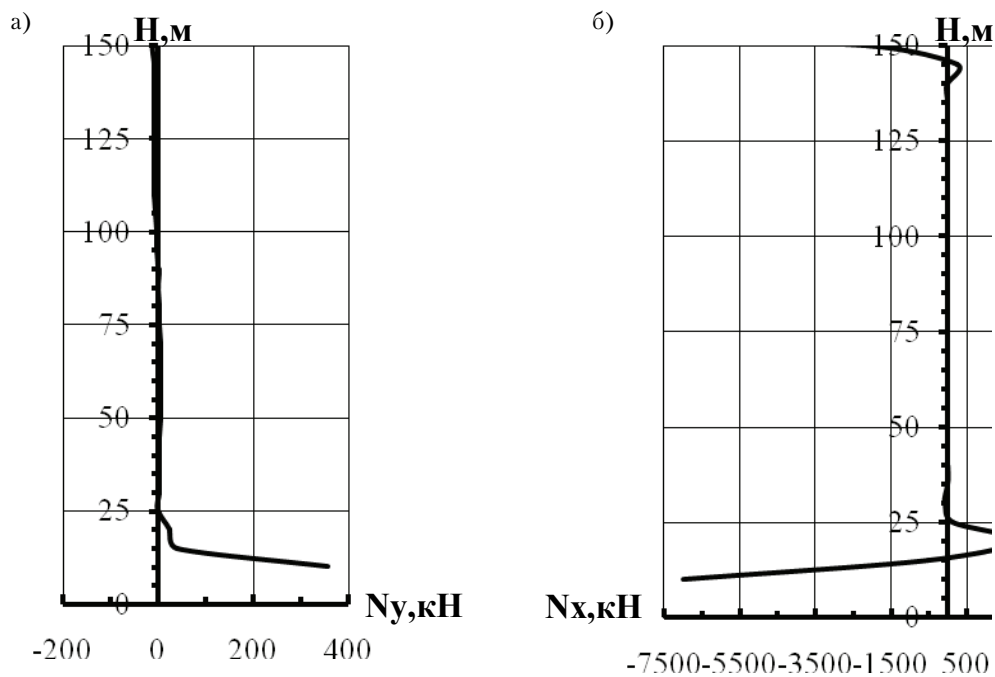
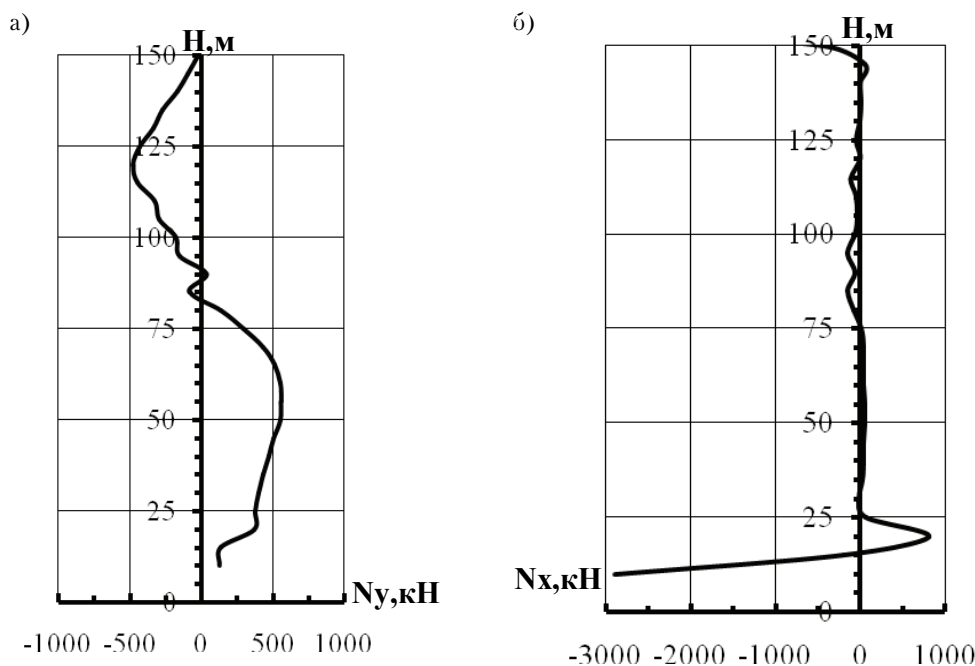


Рисунок 8 – Графики изменения напряжений в горизонтальных и вертикальных сечениях оболочки от технологической нагрузки при режиме «Зимний режим – проект»:  $N_x$  (а), и  $N_y$  (б).

Напряжения от суммарных нагрузок (воздействий) при совместном воздействии технологического режима «Зимний режим» и солнечной радиации по наветренной и подветренной сторонам оболочки (РСН 7) составляют: вертикальные напряжения достигают  $N_y = 1\,210...-1\,410$  кН, а горизонтальные напряжения –  $N_x = 337...-3\,990$  кН в месте сопряжения с опорным контуром, изгибающие моменты от температурного градиента достигают  $M_x = 3,6...-380$  кНм и  $M_y = 47,9...-35,8$  кНм.

Напряжения от суммарных нагрузок (воздействий) при совместном воздействии технологического режима «Летний режим» и солнечной радиации по наветренной и подветренной сторонам оболочки (РСН 8) составляют: вертикальные напряжения достигают  $N_y = 1\,391...-1\,400$  кН, а горизонтальные





**Рисунок 9** – Графики изменения напряжений в горизонтальных и вертикальных сечениях оболочки при воздействии солнечной радиации:  $N_x$  (а), и  $N_y$  (б).

напряжения –  $N_x = 671...-5\,510$  кН в месте сопряжения с опорным контуром, изгибающие моменты от температурного градиента достигают  $M_x = 9,9...-61$  кНм и  $M_y = 26,2...-156$  кНм.

Напряжения от суммарных нагрузок (воздействий) при совместном воздействии технологического режима «Зимний режим – проект» и солнечной радиации по наветренной и подветренной сторонам оболочки (РСН 9) составляют: вертикальные напряжения достигают  $N_y = 1\,214...-1\,385$  кН, а горизонтальные напряжения –  $N_x = 1\,939...-10\,010$  кН в месте сопряжения с опорным контуром, изгибающие моменты от температурного градиента достигают  $M_x = 8,4...-143,2$  кНм и  $M_y = 9,2...-302,2$  кНм.

Анализ полученных данных НДС оболочки позволяет сформулировать следующие выводы:

1. Согласно результатам расчета получены напряжения в сечениях оболочки гирдин от отдельных загрузок, а также выявлена степень их влияния на НДС сооружения:

- вертикальные сжимающие напряжения от собственного веса сооружения составляют не более 12,7 % от прочности бетона на осевое сжатие и 95 % от суммарных;
- напряжения от воздействия ветра являются одной из определяющих нагрузок с уровнем вертикальных растягивающих напряжений до 60 и до 7 % для горизонтальных напряжений;
- при «зимнем режиме» горизонтальные сжимающие напряжения составляют не более 23,4 % от суммарных;
- при «летнем режиме» вертикальные растягивающие, а также горизонтальные сжимающие напряжения составили до 45 % от суммарных;
- наиболее жестким режимом эксплуатации является «зимний режим-проект» при котором вертикальные растягивающие напряжения достигают 21 %, а горизонтальные сжимающие до 70 % от суммарных;
- от солнечной радиации возникают знакопеременные вертикальные напряжения, составляющие до 30...40 %, а также горизонтальные сжимающие до 29...70 % от суммарных.

2. Результаты расчета по 1-й и 2-й группам п. с. [3] свидетельствуют, что несущая способность элементов оболочки при совместном действии расчетных нагрузок для действительных технологических режимов обеспечена с процентом использования 72 и 96 % соответственно (РСН 7, 8). Несущая способность при совместном действии «зимний режим-проект» и солнечной радиации (РСН 9) не обеспечена с процентом использования для вертикальных сечений до 168 % (образуются трещины, что не допускается для данного типа сооружений).

3. Проектный технологический режим эксплуатации сооружения является наиболее жестким, а напряжения при данном режиме в 2,5–6,0 раз превышают соответствующие значения при эксплуатационных режимах.



4. Вывявлено, что неравномерный нагрев от солнечной радиации существенно влияет на НДС сооружения, это свидетельствует о необходимости учета данного воздействия при их расчете, что не учитывалось при их проектировании ранее.

5. Для более достоверной оценки НДС сооружения необходимо выполнить уточнение величин напряжений от температурных воздействий с учетом физической нелинейности материалов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пособие по проектированию градирен (к СНиП 2.04.02-84) [Текст]. – Введ. 1985-03-20 / ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. – М.: Госстройиздат, 1985. – 133 с.
2. Амбарцумян, С. А. Общая теория анизотропных оболочек [Текст] / С. А. Амбарцумян. – М.: Наука, 1974. – 448 с.
3. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения [Текст]: актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – Введ. 2013-01-01 / Госстрой РФ. – М.: ЦИТП Госстроя РФ, 2016. – 164 с.
4. Корсун, В. И. Особенности напряженно-деформированного состояния железобетонных оболочек градирен [Текст] / В. И. Корсун // Вестник ДонНАСА. – 2002. – Вып. 2002-3(34). – С. 32.
5. Корсун, В. И. Исследование напряженно-деформированного состояния элементов железобетонных сооружений при силовых и температурных воздействиях [Текст] / В. И. Корсун // Вестник ДонНАСА. – 2000. – Вып. 2000-1(21). – С. 99–107.
6. Особенности повреждений и опыт ремонта железобетонных оболочек градирен высотой  $H = 150$  м [Текст] / В. И. Корсун, Ю. Ю. Калмиков, А. В. Корсун, Е. А. Дмитренко // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2005. – Вип. 2005-8(56) Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології. – С. 200–203.
7. Корсун, В. И. Развитие методов расчета железобетонных башенных сооружений на термосиловые воздействия [Текст] / В. И. Корсун // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. – 2001. – Вип. 136–2001-5: Будівельні конструкції, будівлі та споруди. – С. 91–94.
8. Исследование напряженно-деформированного состояния трехсекционной железобетонной градирни [Текст] / В. И. Корсун, Л. В. Стебляко, А. В. Корсун // Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. – 2003. – Вип. 2003-2(39) Будівельні конструкції, будівлі та споруди. – Т. 2. – С. 113–118.
9. Determination of the Critical Duration of the First Heating of Heavy Concrete by the Criterion of the Maximum Strength Reduction [Text] / V. Korsun, A. Korsun, S. Mashtaler // Applied Mechanics and Materials, 2015 Trans tech Publications, Switzerland, Vols. 725–726. – PP. 566–571. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.scientific.net/AMM.725-726.566>.
10. Characteristics of mechanical and rheological properties of concrete under heating conditions up to  $200^{\circ}\text{C}$  [Text] / V. Korsun, A. Korsun, A. Volkov // MATEC Web of Conferences 6, Concrete Spalling due to Fire Exposure, 07002. – Related Research. – 2013. – № 6. – P. 1–8. – [Electronic resource]. – Access mode: <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/20130607002>.
11. Кричевский, А. П. Расчет железобетонных инженерных сооружений на температурные воздействия [Текст] / А. П. Кричевский. – М.: Стройиздат, 1984. – 148 с.
12. Оценка эффективности применения высокопрочного сталефибробетона при возведении конструкций машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) [Текст] / А. С. Волков, С. Н. Машталер, Д. О. Мозговой, Д. Р. Прокопенко и др. // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2009. – Т. 15, № 1. – С. 45–55.
13. Лаптев, А. Г. Устройство и расчет промышленных градирен [Текст]: монография / А. Г. Лаптев, И. А. Ведьгаева. – Казань: КГЭУ, 2004. – 180 с.

Получено 19.04.2019

А. С. ВОЛКОВ, Д. Р. ПРОКОПЕНКО, Д. О. МОЗГОВИЙ, Д. А. ЖУЛЬ  
ДОСЛІДЖЕННЯ НДС КОНСТРУКЦІЙ БАШТОВОЇ ГРАДИРНІ ВИСОТОЮ  
 $H = 150$  М З УРАХУВАННЯМ ДІЙСНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ  
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** Представлені результати аналізу порівняльних розрахунків оболонки залізобетонної баштової градирні  $H = 150$  м Зуївської ТЕС з урахуванням дійсних експлуатаційних режимів при спільній дії силових і температурних впливів. Виявлено вплив сонячної радіації та інших впливів на напруження у вертикальних і горизонтальних перерізах по висоті споруди. Виконана оцінка ступеня впливу різних факторів на міцність і надійність оболонки баштової градирні.

**Ключові слова:** баштова градирня, міцність, деформації, технологічні режими роботи, сонячна радіація, несуча здатність, надійність.

ANDREI VOLKOV, DANA PROKOPENKO, DENIS MOZGOVOI, DANIL ZHUL  
RESEARCH OF THE VAT STRUCTURES OF COOLING TOWER HEIGHT OF  
150 M WITH THE FEATURES OF VALID SCHEMES OF WORK

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The results of the comparative analysis of calculations of a shell of reinforced concrete cooling tower  $H = 150$  m Zuevskaya TPP taking into account the actual technological schemes of work under the combined effect of power and temperature effects. The influence of solar radiation and other influences on the stresses in the vertical and horizontal sections of the height of the structure was revealed. The degree of influence of various factors on the strength and reliability of the cooling tower shell is estimated.

**Key words:** cooling tower, strength, deformation, technological modes of operation, solar radiation, bearing capacity, reliability.

**Волков Андрей Сергеевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование прочностных и деформативных свойств конструкций их модифицированного высокопрочного бетона, оценка технического состояния и проектирование железобетонных конструкций.

**Прокопенко Дана Романовна** – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: Оценка технического состояния и проектирование железобетонных конструкций

**Мозговой Денис Олегович** – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: Оценка технического состояния и проектирование железобетонных конструкций.

**Жуль Данил Андреевич** – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: Оценка технического состояния и проектирование железобетонных конструкций.

**Волков Андрій Сергійович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних конструкцій ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження міцнісних та деформативних властивостей конструкцій з модифікованих високоміцних бетонів, оцінка технічного стану і проектування залізобетонних конструкцій.

**Прокопенко Дана Романівна** – магістрант ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: оцінка технічного стану та проектування залізобетонних конструкцій.

**Мозговий Денис Олегович** – магістрант ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: оцінка технічного стану та проектування залізобетонних конструкцій.

**Жуль Данил Андрійович** – магістрант ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: оцінка технічного стану та проектування залізобетонних конструкцій.

**Volkov Andrei** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: determination of strength and strain properties of modified high strength concrete structures, estimation of technical state and design of reinforced concrete constructions.

**Prokopenko Dana** – master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: assessment of technical condition and design of reinforced concrete structures.

**Mozgovoi Denis** – master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: assessment of technical condition and design of reinforced concrete structures.

**Zhul Danil** – master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: assessment of technical condition and design of reinforced concrete structures.

УДК69.07:691.327.332

**А. В. МОРОЗ, В. Б. МАРТЫНОВА**

ГОУ ВПО «Донецкая национальная академия строительства и архитектуры»

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ НАРУЖНОЙ СТЕНЫ ЖИЛОГО ДОМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГАЗОБЕТОНА**

**Аннотация.** Приведен расчетный сравнительный анализ конструктивных решений наружной стены на уровень энергоэффективности жилого дома. Установлено, что конструктивная схема несущей стены, выполненная из модифицированного газобетона неавтоклавного твердения, для которого применялась зольная сфера в качестве кремнеземистого компонента газобетонной смеси, (вариант 2), алюминиевой теплоотражающей фольги и плиты на основе экструдированного пенополистирола, отвечает современным требованиям строительства по уровню энергоэффективности. Приведенное сопротивление теплопередачи ограждающей конструкции составляет  $R_{\Sigma np} = 3,77 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ; коэффициент теплотехнической однородности составляет  $r = 1,00$  при толщине наружной стены  $\sigma = 0,453 \text{ м}$  жилого дома.

**Ключевые слова:** модифицированный газобетон, уровень энергоэффективности, сопротивление теплопередачи.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Развитие строительства жилого фонда и удорожание основных энергетических ресурсов привело к применению энергоэффективных материалов в строительстве, характеризующихся низкой теплопроводностью и требуемой прочностью. К таким строительным материалам можно отнести газобетон. Применение газобетона возможно не только в строительстве бескаркасных зданий с малой этажностью [1, 2], но и в высотном строительстве, предусматривающем наличие каркасов. Основными отличительными свойствами газобетона являются [3–6]: низкий коэффициент теплопроводности, средняя плотность, стоимость по сравнению с другими мелкоштучными строительными материалами, чем и обусловлен выбор данного материала для реконструкции и строительства зданий, а также для сбережения энергетических ресурсов, которые направлены на обогрев дома.

Для определения энергоэффективности жилого дома использованы следующие формулы:

$$q_{зд} < E_{\max}, \quad (1)$$

где  $q_{зд}$  – удельные теплотери на отопление здания, кВт·год/м<sup>2</sup>;  
 $E_{\max}$  – максимально допустимое значение удельных теплотерь на отопление здания за отопительный период, кВт·год/м<sup>2</sup>;

$$R_{\Sigma np} \leq R_{q \min}, \quad (2)$$

где  $R_{\Sigma np}$  – приведенное сопротивление теплопередачи, м<sup>2</sup>·К/Вт;  
 $R_{q \min}$  – сопротивление теплопередачи, согласно [7] Донецкая область находится в первой температурной зоне, для наружных стен значение равно 3,3 м<sup>2</sup>·К/Вт.

Для Донецкой области нормативные тепловые потери составляют 40...55 кВт·час/м<sup>2</sup> для жилых зданий [7]. Класс энергоэффективности здания определяют по разнице в процентах расчетного или фактического значения удельных тепловых затрат,  $q_{зд}$ , кВт·час/м<sup>2</sup> от максимально допустимого значения удельных теплотерь на отопление здания за отопительный период,  $E_{\max}$ , кВт·час/м<sup>2</sup>.

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Оценить уровень энергоэффективности конструктивных решений наружной стены жилого дома, выполненной из модифицированного газобетона неавтоклавного твердения.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Для исследования применялись три вида модифицированного газобетона: 1 – газобетонные блоки с использованием в качестве заполнителя – нуммулитовый известняк. Физико-механические свойства газобетона – марка по средней плотности D500, предел прочности при сжатии  $R_{сж} = 2,4$  МПа после ТВО, коэффициент теплопроводности  $\lambda = 0,122$  Вт/м<sup>2</sup>·К; 2 – газобетонные блоки с использованием в качестве заполнителя – зольная сфера. Физико-механические свойства газобетона D500,  $R_{сж} = 2,4$  МПа после ТВО,  $\lambda = 0,114$  Вт/м<sup>2</sup>·К; 3 – газобетонные блоки с использованием в качестве заполнителя – доломитовый известняк. Физико-механические свойства газобетона D500,  $R_{сж} = 2,4$  МПа после ТВО,  $\lambda = 0,135$  Вт/м<sup>2</sup>·К.

Конструктивная схема наружной стены жилого дома представлена на рис. 1.

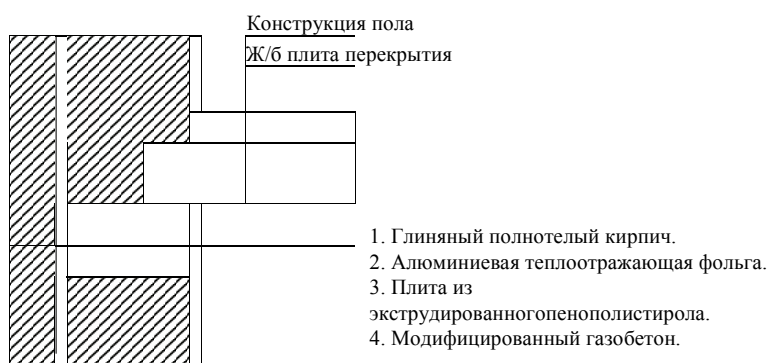


Рисунок 1 – Конструктивная схема наружной стены жилого дома.

С помощью численного моделирования температурных полей (THERM 7.0) для конструктивного решения наружной стены рассчитывалось приведенное сопротивление теплопередачи. Данный метод сечений позволяет учитывать в полной мере влияние всех теплопроводных включений и дополнительных тепловых потерь через участки конструкции, а также трансмиссионные потери теплоты через наружную стену. Результаты теплотехнического расчета наружной стены представлены в таблице.

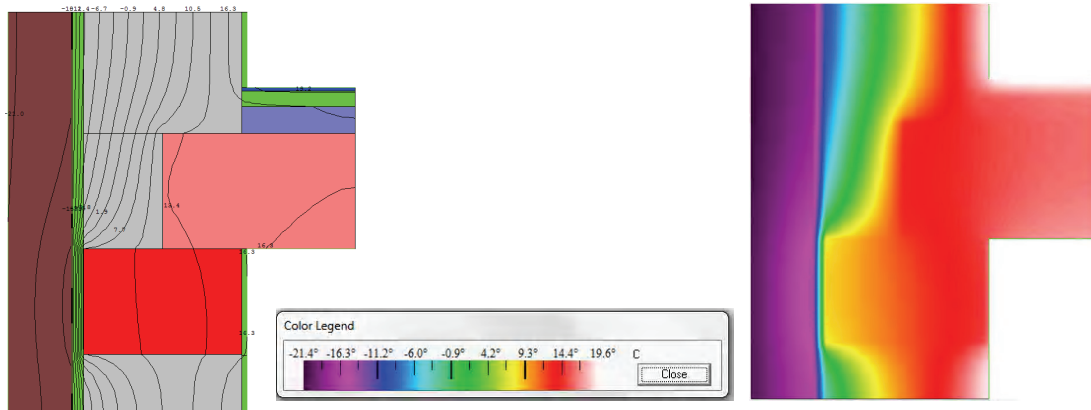
Таблица – Результаты теплотехнического расчета наружной стены

Вид конструктивной схемы наружной стены	Толщина наружной стены, $\sigma$ , м	Нормативное сопротивление теплопередачи, $R_{qmin}$ , м <sup>2</sup> ·К/Вт	Тепловой поток $U$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	Коэффициент теплотехнической однородности, $r$	Сопротивление теплопередачи, м <sup>2</sup> ·К/Вт	
					по основному полю, $R_{\Sigma}$	приведенное, $R_{\Sigma пр}$
1	0,453	3,3	0,277	1,01	3,57	3,61
2		3,3	0,265	1,00	3,75	3,77
3		3,3	0,296	1,01	3,34	3,38

Анализ полученных результатов согласно расчёту показывают, что конструктивная схема наружной стены с использованием газобетонных блоков (вариант 1, 2, 3) в качестве несущего слоя соответствует современным требованиям строительства. Приведенное сопротивление теплопередачи для конструктивной схемы наружной стены (вариант 2) с использованием газобетонных блоков в качестве несущего слоя составляет  $R_{\Sigma пр} = 3,77$  м<sup>2</sup>·К/Вт; коэффициент теплотехнической однородности составляет  $r = 1,00$ . На рисунке 2 приведено распределение плотности теплового потока в сопряжении железобетонного перекрытия и наружной стены варианта 2.

Температурные поля свидетельствуют о преимуществе утепления с внешней стороны, когда линии равных температур расположены параллельно поверхностям стены. При этом характер распределения теплового потока не одинаков, что связано с использованием разного рода строительных материалов в конструкции наружной стены. Температура поверхности стены в местах сопряжения с плитой перекрытия внутри помещения составляет 16,3 °С.

Температурный перепад между температурой воздуха внутри помещения и приведенной температурой внутренней поверхности конструкции наружной стены,  $\Delta t_{пр}$ , °С, составляет 3,7 °С, что не



**Рисунок 2** – Распределение плотности теплового потока в сопряжении железобетонного перекрытия и наружной стены (вариант 2).

превышает допустимого значения  $\Delta t_{cz}, ^\circ\text{C} = 4 ^\circ\text{C}$  [7], а значит обеспечивает энергоэффективность и, соответственно, внутренний климатический комфорт помещений жилого дома.

## ВЫВОДЫ

Расчётным методом определён уровень энергоэффективности конструктивных решений наружной стены жилого дома, возведённой из модифицированного газобетона марки по средней плотности D500 на разных заполнителях неавтоклавного твердения (вариант 1, 2, 3). Установлено, что конструктивная схема наружной стены варианта 2 с применением алюминиевой теплоотражающей фольги и плиты на основе экструдированного пенополистирола приведенное сопротивление теплопередачи составляет  $R_{\Sigma\text{пр}} = 3,77 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$ ; коэффициент теплотехнической однородности  $r = 1,00$  при толщине наружной стены  $\sigma = 0,453 \text{ м}$ , что удовлетворяет современным требованиям строительства, согласно [7].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стерлягов, А. Н. Теплотехнические особенности наружных стен малоэтажных зданий [Текст] / А. Н. Стерлягов, М. И. Низовцев // Энерго- и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий : сборник научных трудов всероссийской научной конференции с международным участием (Новосибирск, 24–26 марта 2015 г.). – Новосибирск : СОП РАН, 2015. – С. 114–123.
2. Thermal resistance and accumulation of heat by the wall construction [Текст] / D. Zaborova, T. Musorina, A. Selezneva, A. Butyrin. – DOI: 10.1007/978-3-319-70987-1\_50 // International scientific conference energy management of municipal transportation facilities and transport emmft 2017 : conference proceedings. Серия: Advances in Intelligent Systems and Computing, Cham, 10–13 апреля 2017 г. – Том 692. – Cham : Springer, 2018. – P. 473–481. – EDN: XXMTKX.
3. Романенко, Е. Ю. Инновационные процессы в строительстве [Текст] / Е. Ю. Романенко, С. А. Рябиченко // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. – 2018. – № 2 – С. 172–179.
4. Невский, В. А. История развития газобетона [Электронный ресурс] / В. А. Невский, М. И. Оглоблин // Инженерный вестник Дона. – 2013, № 4. – Режим доступа : <http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2099>.
5. Substantiation of the physical and mathematical model of heat and moisture transfer in the outer walls of aerated concrete [Text] / A. Zhukov, N. Tsvetkov, Khutornoy, A. Kuznetsova // Investments, construction, real estate as a material basis for modernization and innovative development of the economy : proc. of the VII International Scientific and Practical Conference. 2017. – P. 483–497.
6. Churilka, A. The «Teplok» company and experience in using high-quality aerated concrete [Text] / A. Churilka // Concrete technology. – 2012, Vol. 9. – P. 35–38.
7. ДБН В.2.7-31:2006 Теплова ізоляція будівель [Текст]. – На заміну СНиП II-3-79 ; надано чинності 2006-01-01. – К. : Мінбуд України, 2006. – 73 с.

Получено 22.04.2019

А. В. МОРОЗ, В. Б. МАРТИНОВА  
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ ЗОВНІШНЬОЇ СТІНИ  
ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДИФІКОВАНОГО  
ГАЗОБЕТОНУ  
ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

**Анотація.** Наведено порівняльний розрахунковий аналіз конструктивних рішень зовнішньої стіни на рівень енергоефективності житлового будинку. Встановлено, що конструктивна схема несучої стіни, виконаної з модифікованого газобетону неавтоклавної твердіння, для якого використовувалась зольна сфера як кремнеземистий компонент газобетонної суміші (варіант 2), алюмінієвої тепловідбивної фольги та плити з екструдованого пінополістиролу, відповідає сучасним вимогам будівництва на рівень енергоефективності. Приведений опір теплопередачі складає  $R_{\Sigma \text{пр}} = 3,77 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ; коефіцієнт тепло-технічної однорідності  $r = 1,00$  при товщині зовнішньої стіни  $\sigma = 0,453 \text{ м}$  житлового будинку.

**Ключові слова:** модифікований газобетон, рівень енергоефективності, опір теплопередачі.

ANASTASIA MOROZ, VITA MARTYNOVA  
THE ENERGY EFFICIENT CONSTRUCTIVE DECISIONS OF EXTERIOR WALL  
OF A RESIDENTIAL BUILDING USING MODIFIED AERATED CONCRETE  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** A calculated comparative analysis of the constructive decisions of exterior wall to the energy efficiency level of residential building is given. It was established that the structural scheme of the bearing wall, made of modified aerated concrete non-autoclave hardening, for which the ash sphere was used as a silica component of gas-concrete mix (option 2), and an aluminum heat-reflecting foil, a plate based on extruded polystyrene foam, meets modern construction requirements in terms of energy efficiency. The given heat transfer resistance of enclosing structure is  $R_{\Sigma \text{пр}} = 3,77 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ; the coefficient of heat engineering uniformity is  $r = 1,00$  with external wall thickness  $\sigma = 0,453 \text{ m}$  of residential building.

**Key words:** modified aerated concrete, energy efficiency level, heat transfer resistance.

**Мороз Анастасія Володимирівна** – магістрант кафедри проектування зданий и строительной физики ГОУ ВПО «Донецкая национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: развитие общей методики оценки тепло-влажностного состояния строительных конструкций.

**Мартынова Вита Борисовна** – кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования зданий и строительной физики ГОУ ВПО «Донецкая национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: ячеистые бетоны с повышенными физическими и механическими свойствами.

**Мороз Анастасія Володимирівна** – магістрант кафедри проектування будівель та будівельної фізики ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ. Наукові інтереси: розвиток загальної методики оцінки тепло-вологісного стану будівельних конструкцій.

**Мартинова Віта Борисівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри проектування будівель та будівельної фізики ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ. Наукові інтереси: ніздрюваті бетони з підвищеними фізичними та механічними властивостями.

**Moroz Anastasia** – master's student, Engineering Buildings and Building Physics Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: include the development of a common methodology for heat and dry condition of building structures.

**Martynova Vita** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Engineering Buildings and Building Physics Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: cellular concrete with increased physical and mechanical properties.

УДК 336.581:725.4

**В. Н. ЛЕВЧЕНКО, В. Ф. КИРИЧЕНКО, Ю. А. КРАВЧЕНКО, А. А. ЧИПИЖКО**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **УДЕЛЬНЫЕ КАПИТАЛЬНЫЕ ВЛОЖЕНИЯ В ЗДАНИЯ, ТЕНДЕНЦИИ И ПРИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЙ**

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы, связанные с изменением удельных капитальных вложений во времени, происходящих в технической и экономической структуре промышленных зданий для всей совокупности промышленных зданий и для зданий отдельных отраслей промышленности. Изменение удельной стоимости ( $1 \text{ м}^2$ ) площади промышленных зданий получены из проектов по результатам статистической обработки. Тенденция увеличения стоимости характерна как для России, так и для многих зарубежных стран. Удельные капитальные вложения в промышленные здания во многом определяются стоимостью конструкций. Важную роль в размере удельных капитальных вложений в строительство производственных зданий играет географическое место строительства. Существенное влияние на величину удельных капитальных вложений оказывают результаты технического прогресса как в самой отрасли строительства, так и в смежных.

**Ключевые слова:** удельные значения, статистические данные, структура, надежность, ретроспективный анализ.

В качестве единицы измерения строительной продукции при возведении производственных зданий обычно принято считать их площадь, поэтому удельные, отнесенные к единице продукции капитальные вложения в строительство производственных зданий выразятся отношением затрат на возведение зданий и их площади. Величина удельных капитальных вложений в наибольшей степени характеризует эффективность затрат на создание этого вида основных фондов, она используется в прогнозных и других экономических расчетах.

По динамике изменения удельных капитальных вложений во времени можно в определенной степени судить об изменениях, происходящих в технической и экономической структуре промышленных зданий. На рис. 1 приведен график изменения удельных капитальных вложений как для всей совокупности промышленных зданий, так и для зданий отдельных отраслей промышленности. Графики построены по результатам статистической обработки данных, полученных из проектов. Все данные приведены к сопоставимым ценам и даны в процентах к средней для всех отраслей удельной стоимости зданий, соответствующей уровню 2010 года.

Как видно из графиков, удельные капитальные вложения в промышленные здания возросли примерно в 1,8–2,0 раза. Это увеличение удельных капитальных вложений характерно как для всей совокупности в целом, так и для зданий отдельных отраслей промышленности. Анализ причин, вызвавших увеличение удельных капитальных вложений, представляет существенный практический интерес, так как их устранение – наиболее реальный путь повышения эффективности промышленного строительства.

Следует отметить, что тенденция увеличения стоимости характерна как для России, так и для многих зарубежных стран.

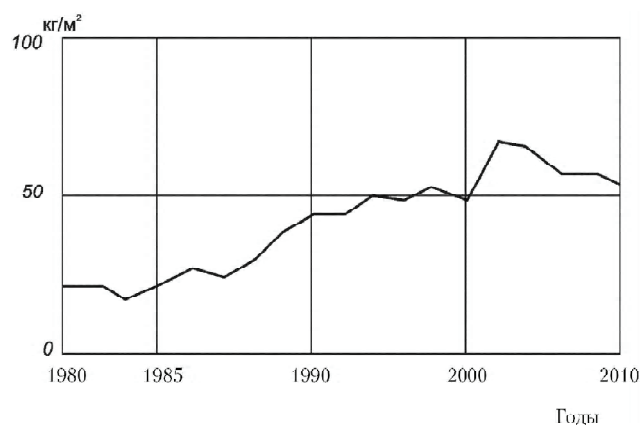
Удельные капитальные вложения в промышленные здания во многом определяются стоимостью конструкций, из которых здание сооружается. Среднее значение стоимости  $1 \text{ м}^2$  площади здания, подсчитанное с учетом объемов зданий различной конструкции, за последние 10 лет увеличилось на 6,2 %. Поскольку увеличение стоимости произошло главным образом за счет вновь возведенных зданий, их стоимость должна быть выше средней. Следовательно, применение каркасных зданий из сборного железобетона, обеспечивающих резкое повышение индустриализации строительства, при-



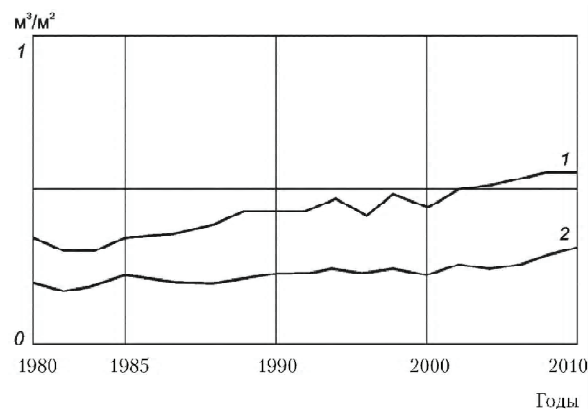


**Рисунок 1** – Изменение стоимости 1 м<sup>2</sup> площади промышленных зданий: 1 – средняя по всей совокупности зданий; 2 – здания предприятий черной металлургии; 3 – здания машиностроительных предприятий; 4 – здания предприятий химической промышленности.

вело в то же время и к существенному повышению удельных капитальных вложений. Расчеты показывают, что увеличение среднего значения стоимости на 6,2 % соответствует удорожанию вновь построенных за тот же период зданий на 45...50 %. Рост удельных капитальных вложений совпадает и с увеличением удельных (на единицу площади) расходов таких строительных материалов, как сталь и железобетон (рис. 2 и 3).



**Рисунок 2** – Изменение по годам удельного расхода стали на промышленное здание.



**Рисунок 3** – Изменение по годам удельного расхода железобетона на промышленное здание: 1 – всего железобетона, 2 – сборного железобетона.

В последние годы наблюдается тенденция широкого применения легких конструкций для промышленных зданий. Применение легких конструкций существенно сокращает сроки возведения зданий, что при четко организованном строительном производстве обеспечивает в конечном счете экономический эффект за счет досрочного выпуска продукции.

Изучение народнохозяйственных планов показывает непрерывное изменение отраслевой структуры промышленного строительства. Это является следствием необходимости опережающих темпов развития тех отраслей промышленности, которые определяют технический прогресс всего народного хозяйства. К таким отраслям можно отнести энергетику, химию, машиностроение, металлургию.

Различные отрасли промышленности характеризуются большим разнообразием технологических процессов и поэтому предъявляют свои специфические требования к промышленным зданиям. В результате здания различных отраслей промышленности проектируются с разными геометрическими параметрами, отличающимися нагрузками от технологического оборудования, параметрами внутреннего микроклимата и инженерными способами его обеспечения. Все это приводит к различной удельной материалоемкости, разному уровню отделки, а следовательно, и к отличающимся удельным капитальным вложениям. В то же время каждое предприятие имеет определенный набор основных и подсобно-вспомогательных цехов, к зданиям которых предъявляются свои требования. Так, здания прядильно-ткацких цехов текстильных предприятий должны иметь гладкие потолки, высококачественную отделку, системы кондиционирования воздуха, а здания ремонтно-механических цехов этих же фабрик не требуют специальной отделки и инженерного оборудования. Практически никаких требований, кроме укрытия от атмосферных осадков, не предъявляется к неотапливаемым складам различных отраслей промышленности. Все это, естественно, сказывается на стоимости зданий различных отраслей промышленности. Так, если стоимость 1 м<sup>2</sup> неотапливаемого склада из сборных железобетонных конструкций составляет 1 000...1 500 руб., то стоимость 1 м<sup>2</sup> здания электронной промышленности доходит до 5 000...ленности соответствует определенный, свойственный только ей, набор зданий различного функционального назначения, вытекающий из специфики ее технологии. При этом площади всех этих зданий находятся, как правило, в определенном соотношении, что позволяет определить стоимость 1 м<sup>2</sup> здания, среднюю для отрасли в целом. Стоимость зданий в различных отраслях промышленности различна. В отдельных случаях это различие превышает 100 %; так, разница в стоимости между зданиями пищевой промышленности и энергетики составляет 2,2 раза. Таким образом, изменение отраслевой структуры основных фондов влечет за собой и изменение средних значений удельных капитальных вложений в промышленные здания.

Известно, что изменение отраслевой структуры возводимых промышленных объектов оказывает сравнительно небольшое влияние на изменение средней стоимости площади здания. Следует отметить, что характер этого влияния меняется. Если до 1990 г. с изменением отраслевой структуры шло увеличение стоимости единицы площади зданий, то в последнее десятилетие она с изменением отраслевой структуры уменьшилась. Такое влияние изменения отраслевой структуры на стоимость зданий объясняется преобладанием в определенные периоды темпов развития отраслей промышленности с более дорогими или, наоборот, с более дешевыми стоимостями единицы площади зданий.

Важную роль в размере удельных капитальных вложений в строительство производственных зданий играет географическое место строительства. Здесь проявляются два фактора. Во-первых, влияние стоимости поясных коэффициентов и, во-вторых, различные размеры удельных расходов материалов в связи с разными климатическими воздействиями на конструкции зданий.

Комплексные территориальные коэффициенты удельных капитальных вложений в строительство производственных зданий могут быть определены по отраслевым сборникам укрупненных показателей восстановительной стоимости для переоценки основных фондов.

Следует отметить, что даже внутри одного экономического района территориальные коэффициенты удельных капитальных вложений для разных отраслей промышленности значительно отличаются, разница достигает 10...15 %. Наименьшая величина территориальных коэффициентов характерна для зданий черной металлургии, так как в сметной стоимости зданий этой отрасли весьма велика доля металлических конструкций.

Социальные преобразования общества и технический прогресс промышленного производства оказывают прямое воздействие на здания промышленных предприятий. Мероприятия, обусловленные повышением социальных требований к промышленным зданиям, как правило, требуют увеличения удельных капитальных вложений в строительство промышленных зданий. На удовлетворение возрастающих требований комфортности производственных помещений направлено:

- улучшение систем вентиляции зданий с заменой их в ряде случаев системами кондиционирования воздуха;
- улучшение эстетических качеств интерьеров;
- повышение уровня освещенности цехов и рабочих мест;
- снижение уровня шума в помещениях с помощью устройства звукопоглощающих экранов и перегородок;
- увеличение площадей помещений культурно-бытового назначения, приходящихся на одного работающего на предприятии.

В последние годы одной из наиболее важных и острых проблем является охрана окружающей среды. Промышленность как главный источник отравления атмосферы земли оказывает пагубное влияние на животный и растительный мир. Для уменьшения и полной ликвидации выбросов промышленные установки должны быть оснащены комплексом улавливающих и локализирующих средств. Выполнение этого требования влечет за собой удорожание систем вентиляции, а в результате оснащения их более совершенными фильтрами различного назначения, пылеуловителями, дымососами, строительство станций биологической очистки и т. д.

Одним из главных направлений совершенствования промышленных зданий является приспособление их объемно-планировочных и конструктивных решений к реконструкции технологического оборудования с минимальными потерями для производства. Увеличение размеров сетки колонн, применение сборно-разборных внутренних ограждающих конструкций, осуществляемое для обеспечения вышеизложенного требования, приводит к увеличению удельных капитальных вложений в строительство промышленных зданий до 10 %.

Повышение эксплуатационной надежности конструкций за счет обеспечения мер по их надежной антикоррозионной защите или переход от конструкций из одного материала к конструкциям из другого, более коррозионностойкого (например, отказ от сборного железобетона и переход на конструкции из клееной древесины на предприятиях с повышенной химической агрессивностью среды) также приводит к повышению удельных капитальных вложений в промышленное строительство. Однако этот фактор следует считать, в известной мере, временным, поскольку повышение качества технологических процессов и оборудования, улучшение герметизации последнего уменьшает как степень агрессивности среды, так и количество производств с агрессивными выделениями в производственные помещения.

Все возрастающий дефицит в энергетических ресурсах потребовал повышения теплотехнических качеств ограждающих конструкций зданий. Реализация этого требования привела к увеличению толщины однослойных конструкций и к увеличению расходов теплоизоляционных материалов в многослойных ограждениях, к совершенствованию отопительных и вентиляционных систем путем вторичного использования выбросного тепла и в конечном итоге к увеличению удельных капитальных вложений в промышленные здания.

В настоящее время социальный прогресс нашего общества требует постоянного улучшения архитектурно-художественных качеств промышленных предприятий. Особенно высоки требования к зданиям предприятий, размещаемых в пределах городских районов и являющихся зачастую их архитектурными центрами. Для фасадов таких зданий нередко используют такие дорогостоящие материалы, как, например, мрамор, гранит, алюминий, полированное стекло и др. Их применение значительно повышает эстетические качества фасадов, однако ведет к увеличению удельных капитальных вложений на 1...2 %.

Важное влияние на величину удельных капитальных вложений в строительстве промышленных зданий оказывают результаты технического прогресса как в самой отрасли строительства, так и в смежных с ней отраслях.

Реализация результатов этого процесса приводит к снижению сметной стоимости строительства за счет совершенствования объемно-планировочных и конструктивных решений зданий, изменения структуры применения взаимозаменяемых материалов. Влияние технического совершенствования промышленных зданий может быть оценено снижением в размере до 1 % в год величины удельных капитальных вложений.

Значительного снижения удельных капитальных вложений в промышленное строительство можно добиться за счет применения новых, более совершенных методов проектирования. Принципы использования компьютерных технологий для расчета несущих каркасов зданий и отдельных их элементов уже давно нашли широкое применение в практике проектирования промышленных зданий. В настоящее время интенсивно разрабатываются методы использования компьютерных технологий при проектировании предприятий, их генеральных планов и объемно-планировочных решений зданий.

Для современного этапа работ по автоматизации проектирования характерной является интеграция выполнения проектных операций на основе единых банков данных. В том случае, когда отсутствуют экономические или иные предпосылки для программирования проектных процедур, их число, выполняемое автоматически, может быть равно нулю. В этом случае проектный коллектив может использовать банк данных для поиска необходимой информации.

Перечисленные факторы, оказывающие влияние на изменение удельных капитальных вложений в строительство промышленных зданий с учетом управления ими, с известной условностью могут

быть разбиты на три основные группы. К первой следует отнести факторы, формирующиеся вне сферы строительства и обусловленные спецификой экономического развития народного хозяйства. Вторая группа факторов формируется в соответствии с требованиями развития строительного процесса, и наконец, третья группа факторов обусловлена необходимостью совершенствования условий эксплуатации здания и возрастающими социальными требованиями. В таблице приведены три группы факторов, влияющих на величину удельных капитальных вложений, и показано их значение в общем изменении удельных капитальных вложений в период с 1980 по 2010 год.

**Таблица – Факторы, влияющие на изменение во времени удельных капитальных вложений в строительство**

Группа	Фактор, влияющий на величину удельных капитальных вложений в промышленные здания	Характер влияния фактора	Изменение, вызываемое фактором, % к уровню 1980 г.
I	Изменение отраслевой структуры промышленного строительства	±	0
	Изменение территориальной структуры промышленного строительства	+	8–9
II	Индустриализация строительства	+	65–70
	Совершенствование объемно-планировочных и конструктивных решений зданий	–	15–17
	Совершенствование методов проектирования	–	5–6
III	Повышение социальных требований	+	–
	Усиление требований по охране окружающей среды	+	–
	Обеспечение реконструкции в процессе эксплуатации с минимальными потерями производства	+	35–40
	Повышение эксплуатационной надежности	+	–
	Улучшение теплотехнических качеств	+	–
	Повышение эстетических качеств	+	–
	Влияние научно-технического прогресса	–	–
Итого по трем группам		–	85–99

\*Знаком «+» в таблице отмечены факторы, вызывающие увеличение удельных капитальных вложений, а знаком «–» – уменьшение.

Следует отметить, что перечень факторов, воздействующих на изменение удельных капитальных вложений, не ограничивается только факторами, приведенными в таблице. Здесь не указаны факторы, действующие на строительной площадке в процессе возведения зданий и влияющие на стоимость производства строительных работ, и ряд других.

Удельное влияние факторов, отнесенных к первой группе, как это следует из таблицы сравнительно невелико. Однако это имеет важное значение, поскольку факторы этой группы находятся вне влияния строительства и не могут регулироваться в процессе его совершенствования.

Наибольшее удельное влияние на увеличение стоимости строительства оказывают факторы второй группы, связанные с совершенствованием строительства, его индустриализацией. Важно подчеркнуть, что на факторы этой группы наибольшее влияние оказывают и процессы, обеспечивающие снижение сметной стоимости. Сказанное позволяет предположить, что в перспективе суммарное влияние факторов второй группы будет уменьшаться. Здесь также важно отметить, что не во всех случаях увеличение удельных капитальных вложений в строительство зданий приводит к повышению общих капитальных вложений или удельных, отнесенных на единицу выпускаемой продукции. Так, увеличение сетки колонн, вызывая повышение сметной стоимости здания на единицу его площади, приводит к более компактному расположению оборудования и за счет этого либо к сокращению площади здания, либо к увеличению выпуска продукции (при неизменной площади).

Наконец, третья группа факторов, хотя и приводит к увеличению удельных капитальных вложений в строительство зданий, все же при определенных условиях может считаться экономически оправданной, поскольку приводит к повышению производительности труда или к снижению эксплуатационных расходов, т. е. повышает эксплуатационные качества производственных зданий.

Следует отметить, что выявленные в результате ретроспективного анализа факторы, влияющие на изменение удельных капитальных вложений в строительство производственных зданий, сохраняются и в перспективе. При этом, однако, несколько изменится соотношение в величине оказываемого ими влияния.

Прогнозные расчеты, выполненные научно-исследовательскими институтами, показывают, что за счет совершенствования применяемых и внедрения принципиально новых проектных решений, а также коренного улучшения технологии и организации строительного производства может быть обеспечено снижение сметной стоимости строительно-монтажных работ примерно на 0,75 % в год от уровня 1980 г. Вместе с тем социальные требования, вызывающие необходимость повышения уровня инженерного оснащения и благоустройства зданий и сооружений, улучшения их эксплуатационных свойств, учет градостроительных и экологических факторов, смещение строительства в восточные и северные районы страны, сейсмические и другие зоны с особыми условиями, вызовут повышение стоимости строительно-монтажных работ на единицу площади промышленных зданий примерно на 1 % в год, и на единицу площади жилых зданий – на 1,5 % в год от уровня 1980 г. По совокупности указанных факторов без учета изменения условий ценообразования сметная стоимость строительно-монтажных работ будет возрастать и, в частности, по объектам промышленного строительства это увеличение будет составлять около 0,20...0,25 % в год от уровня 1980 г.

## ВЫВОД

Прогнозные исследования показывают, что отмеченная тенденция к повышению сметной стоимости строительно-монтажных работ в промышленном строительстве со временем будет несколько снижаться, так как в ряде отраслей будет завершена коренная перестройка технологии и организации производства, требовавшая существенного повышения сметной стоимости.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баращиков, А. Я. Оценка технического состояния зданий и инженерных сооружений [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А. Я. Баращиков. – Киев : «Основа», 2008. – 305 с.
2. Левченко, В. Н. Актуальные вопросы проектирования экономических зданий и сооружений путем оптимизации проектных решений и реконструкции действующих предприятий [Текст] : учебное пособие / В. Н. Левченко, Н. А. Невгень. – Макеевка : [б. и.], 2018. – 198 с.
3. Методические рекомендации по технико-экономической оценке проектных решений промышленных зданий и сооружений [Текст] / Науч.-исслед. ин-т экономики стр-ва Госстроя СССР. – Москва : Издание НИИЭС Госстроя СССР, 1983. – 29 с.
4. Райзер, В. Д. Теория надежности в строительном проектировании [Текст] / В. Д. Райзер. – М. : Издательство АСВ, 1998. – 304 с.
5. Экономическая эффективность капитальных вложений и внедрения новой техники в строительство [Текст]. – М. : Стройиздат, 1995. – 269 с.

Получено 22.04.2019

В. М. ЛЕВЧЕНКО, В. Ф. КИРИЧЕНКО, Ю. О. КРАВЧЕНКО, О. О. ЧИПИЖКО,  
ПІТОМІ КАПІТАЛЬНІ ВКЛАДЕННЯ У БУДІВЛІ, ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПРИЧИНА  
ЇХ ЗМІН  
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** У статті розглядаються питання, пов'язані зі зміною питомих капітальних вкладень у часі, що відбуваються в технічній та економічній структурі промислових будівель для всієї сукупності промислових споруд і для будівель окремих галузей промисловості. Зміна питомої вартості (1 м<sup>2</sup>) площі промислових будівель отримані з проектів за результатами статистичного опрацювання. Тенденція збільшення вартості характерна як для Росії, так і для багатьох зарубіжних країн. Питомі капітальні вкладення в промислові будівлі багато в чому визначаються вартістю конструкцій. Важливу роль у розмірі питомих капітальних вкладень у будівництво виробничних будівель відіграє географічне місце будівництва. Істотно впливають на величину питомих капітальних вкладень результати технічного прогресу як у самій галузі будівництва, так і в суміжних. Найбільше впливають на збільшення вартості будівництва чинники, пов'язані з удосконаленням будівництва та його індустріалізацією.

**Ключові слова:** питомі значення, статистичні дані, структура, надійність, ретроспективний аналіз.

VICTOR LEVCHENKO, VLADIMIR KIRICHENKO, IURII KRAVCHENKO,  
ALEKSANDR CHIPIZHKO  
SPECIFIC CAPITAL INVESTMENTS IN BUILDINGS, TRENDS AND REASONS  
FOR THEIR CHANGES

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The article deals with the issues related to the changes in the specific capital investments occurring in the technical and economic structure of industrial buildings for the entire quantity of industrial buildings and for buildings of individual industries. Changes in the unit cost (1 m<sup>2</sup>) of industrial buildings were obtained from the projects based on the results of statistical processing. The trend of increasing the cost is typical for both Russia and many foreign countries. Specific capital investments in industrial buildings are largely determined by the cost of structure. An important role in the amount of specific investments in the construction of industrial buildings is played by the geographical location of construction. The results of technological progress both in the industry itself and in related industries have a significant impact on the amount of specific capital investments. The greatest influence on the increase in the cost of construction have factors related to the improvement of construction and its industrialization.

**Key words:** specific capital investments, statistical data, structure, reliability, retrospective analysis.

**Левченко Виктор Николаевич** – кандидат технических наук, профессор; проректор по научно-педагогической и воспитательной работе ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

**Кириченко Владимир Федорович** – старший преподаватель кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

**Кравченко Юрий Александрович** – магистр ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

**Чипижко Александр Александрович** – магистр ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

**Левченко Віктор Миколайович** – кандидат технічних наук, професор; проректор з науково-педагогічної і виховної роботи ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

**Кириченко Володимир Федорович** – старший викладач кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

**Кравченко Юрій Олександрович** – магістр ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

**Чипижко Олександр Олександрович** – магістр ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

**Levchenko Victor** – Ph. D. (Eng.), Professor; Vice-rector in education and pedagogic activities, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

**Kirichenko Vladimir** – Senior Lecturer, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

**Kravchenko Iurii** – Master student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

**Chipizhko Aleksandr** – Master student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.



УДК 692.232.2

**В. А. МАЗУР, М. А. ЧАЙКА**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО МЕТОДА ВОЗВЕДЕНИЯ УТЕПЛЕННЫХ БЕСКАРКАСНЫХ АРОЧНЫХ АНГАРОВ**

**Аннотация.** Работа посвящена определению рационального метода возведения утеплённых бескаркасных арочных ангаров путём использования теории математического моделирования в виде уравнений множественной регрессии. Доказана высокая технико-экономическая эффективность возведения ангара технологией монтажа укрупненными блоками – скорлупами, позволяющей сократить трудовые затраты по сравнению с существующим традиционным поэлементным методом возведения. Полученные данные могут послужить основанием для разработки нормативно-технической документации по возведению утепленных бескаркасных ангаров методом укрупнительной сборки.

**Ключевые слова:** утепленный бескаркасный арочный ангар, поэлементный монтаж, монтаж укрупненным методом, прогнозирование технико-экономических показателей.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

В настоящее время широко применяется технология бескаркасного арочного строительства, позволяющая в сжатые сроки возводить здания и сооружения различного назначения. Но отсутствуют методики, позволяющие выбрать рациональный конструктивно-технологический метод их возведения с учетом необходимости выполнения теплоизоляционных работ. Поэтому необходима разработка рационального метода возведения, при котором достигается снижение трудовых и материальных затрат с учётом влияния организационных и конструктивно-технологических факторов.

**Целью** работы является определение рационального метода возведения утепленных бескаркасных арочных ангаров путём экспериментально-статического моделирования и создания уравнений регрессии, позволяющих прогнозировать основные технико-экономические показатели.

### **ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

Исследования теплотехнических свойств ограждающих конструкций утепленных металлических бескаркасных арочных ангаров показывают, что самым энергоэффективным является вариант утепления с устройством вентиляционного зазора, так как значительно улучшает эксплуатационные параметры ограждающих конструкций за счет вывода влаги путем свободной конвекции потока воздуха [1-3]. Выполнение таких ангаров подразумевает монтаж двух слоев металлической арки, между которыми устраивают теплоизоляционный материал.

Можно выделить следующие основные методы возведения утепленных бескаркасных арочных ангаров:

- Поэлементный монтаж – данный метод является традиционным для бескаркасного арочного строительства, представляющий собой процесс послойной сборки конструкций ангара непосредственно на формируемой плоскости арочного покрытия и предусматривающий работу на высоте [4].
- Монтаж укрупненным методом. Укрупнительная сборка осуществляется в монтажной зоне на нулевых отметках. Вначале собирают нижнюю арочную секцию, а затем устанавливаются последующие элементы арочной скорлупы. Нижнюю и верхнюю секции соединяют при помощи прогонов и заклёпок. Готовую арочную скорлупу устанавливают в проектное положение с предварительной выверкой.

Для определения рациональной технологии устройства утепленных ангаров была использована теория математического моделирования. При этом рассмотрены экспериментально-статистические регрессионные модели. В качестве исследуемых показателей приняты основные технико-экономические показатели – трудоемкость и стоимость выполнения работ.

Исследования проводились по трехфакторному плану с восьмью экспериментальными строками для каждого метода возведения. Применение математического моделирования позволило получить адекватные модели при изменении факторов на двух уровнях: min и max.

Факторы и уровни их варьирования для поэлементного метода приведены в таблице 1.

**Таблица 1** – Факторы и уровни их варьирования для поэлементного метода монтажа

Уровни варьирования	Факторы		
	$x_1$ , м	$x_2$ , шт.	$x_3$ , шт.
–	10	3	1
+	100	5	3

- $x_1$  – длина ангара (м): минимальное значение «–» 10 м; максимальное значение «+» 100 м;
  - $x_2$  – количество холодногнутых профилей в секции при одном подъёме (шт.): минимальное значение «–» 1 шт.; максимальное значение «+» 5 шт.;
  - $x_3$  – количество арок (шт.): минимальное значение «–» 1 шт.; максимальное значение «+» 3 шт.;
- Факторы и уровни их варьирования для монтажа укрупненными блоками приведены в таблице 2.

**Таблица 2** – Факторы и уровни их варьирования для монтажа укрупненными блоками

Уровни варьирования	Факторы		
	$x_1$ , м	$x_2$ , шт.	$x_3$ , шт.
–	10	1,617	1
+	100	4,723	3

- $x_1$  – длина ангара (м): минимальное значение «–» 10 м; максимальное значение «+» 100 м;
- $x_2$  – масса скорлупы в зависимости от вида (т): минимальное значение «–» 1,617 т; максимальное значение «+» 4,723 т;
- $x_3$  – количество арок (шт.): минимальное значение «–» 1 шт.; максимальное значение «+» 3 шт.;

По полученным результатам на основе матрицы показателей корреляции были составлены уравнения линейной множественной регрессии для прогнозирования трудоемкости работ и стоимости исследуемых методов возведения (табл. 3, 4). Расчёт и построение этих вариантов осуществляли с помощью программного комплекса Microsoft Office Excel. После проверки моделей на адекватность по F-критерию Фишера при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  в модели оставались только значимые коэффициенты.

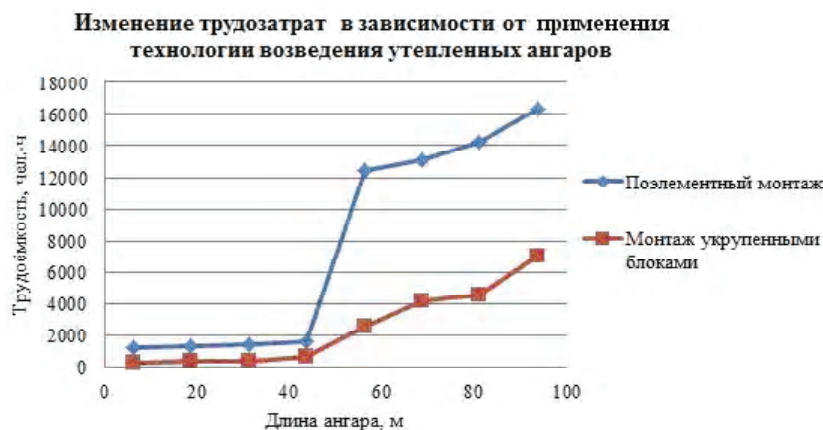
**Таблица 3** – Многофакторные модели уравнений множественной регрессии для прогнозирования трудоемкости возведения утепленных бескаркасных арочных ангаров

Методы возведения	Факторы	Уравнение регрессии (Т – трудоёмкость, чел.-ч)
Поэлементный монтаж	$x_1, x_2, x_3$	$T = 269,11 + 140,47 \cdot x_1 - 349,89 \cdot x_2 + 379,99 \cdot x_3$
Монтаж укрупненными блоками	$x_1, x_2, x_3$	$T = -205,17 + 46,01 \cdot x_1 - 365,23 \cdot x_2 + 668,69 \cdot x_3$

**Таблица 4** – Многофакторные модели уравнений множественной регрессии для прогнозирования стоимости возведения утепленных бескаркасных арочных ангаров

Методы возведения	Факторы	Уравнение регрессии (С – стоимость, руб.)
Поэлементный монтаж	$x_1, x_2, x_3$	$C = 10\,479,4 + 322\,944,7 \cdot x_1 - 24\,382 \cdot x_2 + 26\,858,87 \cdot x_3$
Монтаж укрупненными блоками	$x_1, x_2, x_3$	$C = -30\,853,8 + 331\,815,8 \cdot x_1 - 62\,783,7 \cdot x_2 + 107\,441,1 \cdot x_3$

Полученные данные (рисунок) показали, что метод возведения утепленных арочных ангаров укрупненными блоками – скорлупами является более рациональным, так как сокращает затраты труда, а значит и продолжительность выполнения работ почти в 3 раза. При этом изменение стоимости возведения подобных ангаров меняется незначительно за счет сокращения затрат на заработную плату.



**Рисунок** – График нормального распределения трудозатрат при возведении утеплённого ангара от применяемого метода монтажа.

## ВЫВОДЫ

Методы экспериментально-статистического моделирования строительных процессов при возведении утепленных бескаркасных арочных ангаров позволили выявить основные факторы и закономерности, влияющие на технологию бескаркасного строительства. Доказана высокая технико-экономическая эффективность возведения ангара технологией монтажа укрупненными блоками – скорлупами, позволяющая сократить трудовые затраты, а значит и сократить продолжительность выполнения работ почти в три раза по сравнению с существующим сопоставимым традиционным поэлементным методом возведения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий [Текст] : актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 ; введ. 2013-07-01. – М. : Минрегион России, 2012. – 84 с.
2. Мазур, В. А. Анализ конструктивно-технологических особенностей, утепленных бескаркасных металлических ангаров [Текст] / В. А. Мазур, А. В. Мазур // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона : сб. научных тр. в 2 т. / под ред. Л. А. Скворцова. – Т. 2. – Саратов : СГТУ, 2018. – С. 240–244.
3. Мазур, В. А. Выбор рационального способа утепления бескаркасных металлических арочных ангаров для обслуживания и стоянки воздушных судов [Текст] / В. А. Мазур, М. А. Чайка // Инвестиции, строительство, недвижимость как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения : сб. научных тр. в 2 ч. / под ред. Т. Ю. Овсянниковой, И. Р. Салагор. – Ч. 2. – Томск : Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2019. – С. 689–695.
4. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ [Текст] / В. А. Вознесенский, Т. В. Ляшенко, Б. Л. Огарков. – Киев : Вища школа, 1989. – 328 с.

Получено 25.04.2019

**В. О. МАЗУР, М. О. ЧАЙКА**  
**ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО МЕТОДУ ЗВЕДЕННЯ УТЕПЛЕНИХ**  
**БЕЗКАРКАСНИХ АРОЧНИХ АНГАРІВ**  
**ДОО ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»**

**Анотація.** Робота присвячена визначенню раціонального методу зведення утеплених безкаркасних арочних ангарів шляхом використання теорії математичного моделювання у вигляді рівнянь множинної регресії. Доведена висока техніко-економічна ефективність будівництва ангара технологією монтажу

укрупненными блоками – шкарлупами, що дозволяє скоротити трудові витрати у порівнянні з існуючим традиційним поелементним методом зведення. Отримані дані можуть послужити підставою для розробки нормативно-технічної документації зі зведення утеплених бескаркасних ангарів методом укрупнювального складання.

**Ключові слова:** утеплений бескаркасний арочний ангар, поелементний монтаж, монтаж укрупненим методом, прогнозування техніко-економічних показників.

VICTORIA MAZUR, MARIIA CHAIKA  
THE CHOICE OF A RATIONAL METHOD OF CONSTRUCTION OF  
INSULATED FRAMELESS ARCH HANGARS  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The work is devoted to the definition of a rational method of construction of insulated frameless arch hangars by using the theory of mathematical modeling in the form of multiple regression equations. The high technical and economic efficiency of the hangar construction by the technology of installation of enlarged blocks-shells, allowing to reduce labor costs in comparison with the existing traditional element – by-element method of construction, is proved. The obtained data can serve as the basis for the development of normative and technical documentation for the construction of insulated frameless hangars by the method of consolidation Assembly.

**Key words:** insulated frameless arched hangar, element-by-element installation, installation by the enlarged method, forecasting of technical and economic indicators.

**Мазур Вікторія Александровна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ГОУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва та архітектури». Научні інтереси: ремонт та реконструкція кровель та фасадів цивільних та промислових будівель.

**Чайка Марія Александровна** – магістрант кафедри технології та організації будівництва ГОУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва та архітектури». Научні інтереси: технологія устаткування теплоізоляції огорожувальних конструкцій будівель та споруд.

**Мазур Вікторія Олександрівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: ремонт та реконструкція покрівель та фасадів цивільних та промислових будівель.

**Чайка Марія Олександрівна** – магістрант кафедри технології та організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: технологія улаштування теплоізоляції огорожувальних конструкцій будівель та споруд.

**Mazur Victoria** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Construction and Architecture. Scientific interests: repair and reconstruction of roofs and facades of civil and industrial buildings.

**Chaika Mariia** – Master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technology of thermal insulation of enclosing structures of buildings and structures.

УДК 621.43

**И. С. ЧЕРНОВ, А. В. ЧУХАРКИН, Э. С. САВЕНКО**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОБАВОК ВОДЫ В ТОПЛИВО НА ПАРАМЕТРЫ РАБОТЫ ДВС**

**Аннотация.** Статья посвящена вопросам исследования эффективности впрыска воды в топливо двигателя внутреннего сгорания и его влияния на его параметры рабочего цикла и технические показатели. Приведена методика расчета параметров цикла со впрыском воды.

**Ключевые слова:** впрыск воды, температура в конце сжатия, среднее индикаторное давление, степень сжатия, парообразование, двигатель внутреннего сгорания.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Создание и дальнейшее совершенствование новых двигателей внутреннего сгорания всегда связано с решением двух проблем при их проектировании: экономичность и экологичность. Одним из способов обеспечения топливной экономичности и снижения токсичности дизельного двигателя является использование воды в качестве добавки к дизельному топливу.

Данная тема является актуальной, так как её раскрытие позволит определить, насколько эффективным может оказаться впрыск воды в топливо двигателя внутреннего сгорания, позволит рассчитать влияние впрыска на показатели и характеристики работы ДВС.

### **ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Исследование рабочего цикла ДВС со впрыском воды во впускной коллектор на примере бензинового двигателя.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

При впрыске воды во впускной коллектор в цилиндре будет сжиматься двухфазовая смесь, состоящая из заряда (воздух, остаточные газы, бензин) и воды в тонкораспыленном (аэрозольном) виде. По мере прогрева заряда и воды вследствие сжатия поршнем в цилиндре вода достигнет точки кипения. Поскольку при росте давления температура кипения воды повышается, точка кипения определялась наложением графиков зависимости температуры кипения от давления [1] и температуры заряда в цилиндре от давления в нем (рисунок 1). В точке пересечения кривых начинается процесс парообразования.

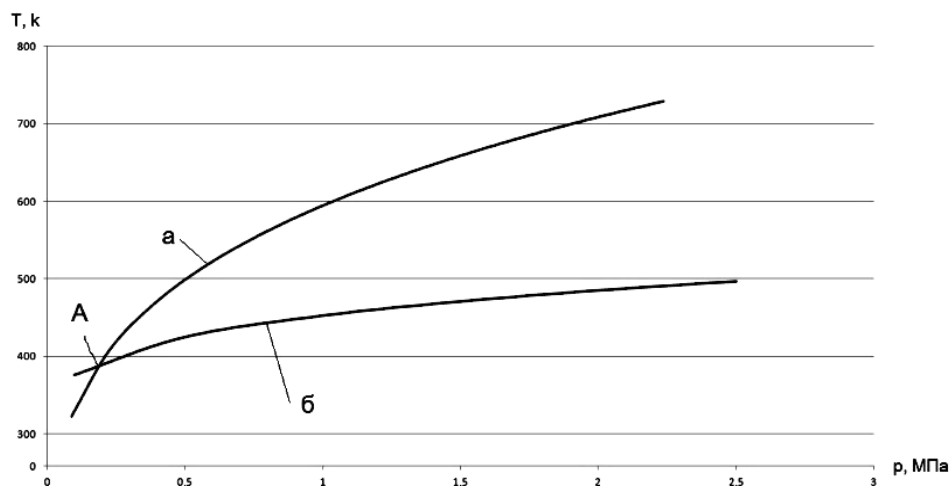
Парообразование сопровождается поглощением паром теплоты, полученной от заряда воздуха в цилиндре. Удельная теплота парообразования, кДж/кг, вычислена по эмпирической формуле для диапазона температур от 373 до 473 К [2]:

$$q = 2189,802 + 1,302T. \quad (1)$$

Абсолютная величина теплоты парообразования, кДж:

$$Q_{\text{пар}} = q \cdot m_{\text{воды}}. \quad (2)$$

Поскольку процесс парообразования является изотермическим, теплоту, отведенную от заряда, можно выразить формулой для изотермического процесса.



**Рисунок 1** – График кривых зависимостей температуры от давления: а) зависимость температуры от давления в цилиндре, б) зависимость температуры кипения воды от давления. Точке А соответствуют значения  $p_A = 0,1884$  МПа,  $T_A = 386,33$  К.

$$Q_3 = Q_{пар} = m_{возд} \cdot R_{возд} \cdot T_A \cdot \ln(V_k / V_n), \quad (3)$$

где  $V_k$  и  $V_n$  – текущие объемы цилиндра в процессе сжатия, соответствующие концу и началу парообразования.

Отсюда можно выразить отношение объемов:

$$\frac{V_k}{V_n} = e^{\frac{q}{RTm_{возд}}}. \quad (4)$$

С учетом этого, можно вычислить температуру заряда в конце сжатия:

$$T'_C = T_A \cdot \left( \frac{\varepsilon}{e^{\frac{q}{RTm_{возд}}}} \right)^{(n_1-1)}. \quad (5)$$

За счет отвода теплоты от заряда снижается работа сжатия, с учетом чего возрастает среднее индикаторное давление. Если также учесть работу пара против внешних сил, определяемую по формуле

$$L_{пар} = m_{воды} \cdot p \cdot (V_n - V_{ж}),$$

где  $V_n$  – удельный объем пара при заданной температуре  $T_A$ , определяется по таблицам [3];  
 $V_{ж}$  – удельный объем жидкой воды;

тогда теоретическое среднее индикаторное давление определяется как

$$p'_c = p_c \cdot \frac{q}{n_2 - 1} \cdot \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon^{(n_2-1)}} \right) - \frac{L_{пар}}{V_c \cdot p_c} - \frac{1}{n_1 - 1} \cdot \left( 1 - \frac{1}{\varepsilon^{(n_1-1)}} \right) + \frac{q_n}{V_c \cdot p_c}. \quad (6)$$

Расчет, проведенный для дозы впрыскиваемой воды  $m_{воды} = 5...15$  мг, дал результаты, показанные на рисунках 2 и 3.

## ВЫВОД

Исследование зависимости параметров работы ДВС от количества впрыснутой воды показало, что данный способ является эффективным средством снижения теплонапряженности деталей и одновременно, повышения индикаторных показателей цикла.

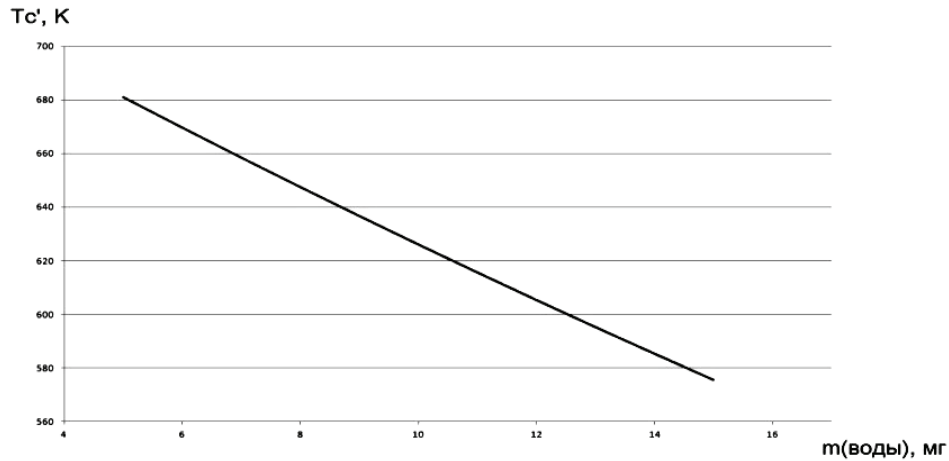


Рисунок 2 – График зависимости температуры в конце сжатия от количества впрыснутой воды.

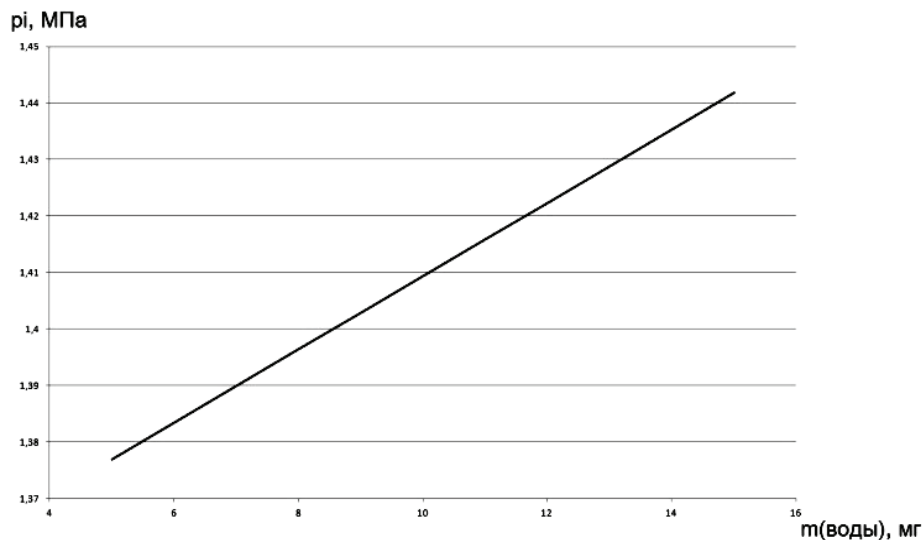


Рисунок 3 – График зависимости среднего индикаторного давления от количества впрыснутой воды.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белоусов, Е. В. Моделирование процесса сжатия с охлаждением воздушного заряда путем распыливания воды в рабочем цилиндре ДВС: рабочие процессы ДВС [Текст] / Е. В. Белоусов // Двигатели внутреннего сгорания. – 2006. – № 1. – С. 48–51.
2. Свойства насыщенного пара [Электронный ресурс] // Справочные таблицы. – Электр. дан. – Режим доступа : [http://www.fptl.ru/spravo4nik/sv-va\\_para.html](http://www.fptl.ru/spravo4nik/sv-va_para.html).

Получено 26.04.2019

І. С. ЧЕРНОВ, А. В. ЧУХАРКІН, Е. С. САВЕНКО  
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОБАВОК ВОДИ В ПАЛИВО НА  
ПАРАМЕТРИ РОБОТИ ДВЗ  
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** Стаття присвячена питанню дослідження ефективності впорскування води в паливо двигуна внутрішнього згорання і його впливу на параметри робочого циклу і технічні показники. Наведено методику розрахунку параметрів циклу з уприскуванням води.

**Ключові слова:** уприскування води, температура в кінці стиску, середній індикаторний тиск, ступінь стиску, пароутворення, двигун внутрішнього згорання.



ILIA CHERNOV, ARTEM CHUHARKIN, EDUARD SAVENKO  
STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF WATER ADDITIVES IN FUEL ON THE  
PARAMETERS OF THE ENGINE

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The article is devoted to the study of the efficiency of water injection into the fuel of an internal combustion engine and its effect on its working cycle parameters and technical indicators. The method of calculating the parameters of the cycle with water injection is given.

**Key words:** water injection, temperature at the end of compression, average indicator pressure, compression ratio, vaporization, internal combustion engines.

**Чернов Илья Сергеевич** – студент ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение эффективности работы параметров двигателей.

**Чухаркин Артем Витальевич** – старший преподаватель кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, технологических машин и оборудования ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: рабочие процессы тепловых двигателей.

**Савенко Эдуард Станиславович** – кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, технологических машин и оборудования ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: работоспособность технологических машин.

**Чернов Ілля Сергійович** – студент ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення ефективності роботи параметрів двигунів.

**Чухаркін Артем Віталійович** – старший викладач кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, технологічних машин та обладнання ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: робочі процеси транспортних двигунів.

**Савенко Едуард Станіславович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, технологічних машин та обладнання ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: працездатність технологічних машин.

**Chernov Ilia** – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientifics interests: improving the efficiency of the engine parameters.

**Chukharkin Artem** – senior lecturer, Technical Exploitation and Service of Automobiles, Technological Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientifics interests: internal processes of vehicle's engines.

**Savenko Eduard** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technical Exploitation and Service of Automobiles, Technological Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientifics interests: performance of technological machines.

УДК 725.4.001.63:330.131

**В. Н. ЛЕВЧЕНКО, С. Н. МАШТАЛЕР, А. В. НЕДЕРЕЗОВ, Ю. А. КРАВЧЕНКО, А. А. ЧИПИЖКО**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **АНАЛИЗ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И ИХ ОЦЕНКА ПО ВОЗМОЖНЫМ БАЗОВЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы, связанные с анализом качества строительной продукции на трех этапах ее создания. Основным этапом решения этого вопроса является проектирование, от прогрессивности которого зависит эффективность создаваемых основных факторов. В любом проекте закладывается фундамент технико-экономической эффективности проектируемого объекта. В статье рассмотрены недостатки, на которые необходимо обратить внимание при разработке проектов промышленных зданий и сооружений. Учет указанных недостатков дает возможность существенно снизить сметную стоимость строительства. При этом необходимо значительно повысить требования к экспертизе проектных решений. Установлено, что в целом при выполнении всех указанных требований стоимость строительства можно снизить на 5,2 %. При этом экономическая оценка проектных вариантов должна производиться с учетом их сопоставления на основе единой методики.

**Ключевые слова:** эффективность, совершенствование проектов, удельные капиталовложения, статистическая обработка, эксплуатационные качества.

Качество строительной продукции формируется на трех этапах ее создания: проектирование, изготовление конструкций, изделий и оборудования, производство строительно-монтажных работ.

Решающая роль в повышении качества строительной продукции принадлежит проектам, от прогрессивности решения которых зависит и эффективность создаваемых основных фондов, т. е. себестоимость продукции, прибыль, окупаемость капитальных вложений, рентабельность, условия труда и его производительность. При проектировании начинается внедрение новейших достижений науки в производство. Следовательно, качество и эффективность фондов промышленности в значительной мере предопределяются на этапе разработки проектов новых предприятий и реконструкции действующих. В проектах закладывается фундамент технико-экономической эффективности предприятий.

Качество проектов в ряде случаев отстает от требований научно-технического прогресса. В отдельных проектах применяются устаревшие технические решения, допускаются ошибки в определении стоимости строительства, нерационально используется металл, недостаточно высока эффективность капитальных вложений.

Аналогичные выводы могут быть сделаны по результатам проверки качества проектирования, проводимой ежегодно ЦНИИпромзданий в различных проектных организациях России [7]. Характерными недостатками, выявленными в результате указанной проверки, являются:

- недостаточная проработка проектных решений;
- формальность, недостаточная обоснованность подходов к анализу разработанных вариантов;
- отсутствие блокирования цехов административно-бытовых корпусов.

В частности для производственной базы строительства одного горно-обогатительного комбината вместо отдельно стоящих бытовых зданий, гаража и административно-бытового корпуса можно было бы запроектировать единое здание с встроенными помещениями, что привело бы к снижению сметной стоимости строительства на 40,5 млн руб.

Необоснованное назначение пролетов и шагов колонн отмечается в проектах зданий на объектах другого ГОКа. Так, производственный корпус базы механизации имеет размер в плане 24×150 м и

высоту 8 м. Большая часть здания запроектирована в виде двухэтажной этажерки. Здание перекрыто фермами с пролетом 24 м, а этого не требуется по технологическим и объемно-планировочным решениям. Замена этих ферм двумя балками с пролетами 12 м дает сокращение отапливаемого объема на 4 000 м<sup>3</sup> и снижение сметной стоимости на 12,5 млн руб.

Принятый в проекте здания корпуса крупного дробления на Новокриворожском горно-обогатительном комбинате шаг колонн, равный 9 м, не обоснован, а замена его шагом, равным 6 м, сокращает объем здания на 16 тыс. м<sup>3</sup> и уменьшает сметную стоимость на 17,5 млн руб.

Завышение высоты этажей отмечается во многих проектах производственных и административно-бытовых зданий. Например, в проекте зданий надшахтного комплекса стволов № 1 и 2 опытно-промышленной шахты на другом горно-обогатительном комбинате высота 7,2 м вместо 3,6...4,8 и 6 м, при перекомпоновке помещений и снижении высот возможно сокращение объема здания на 6 500 м<sup>3</sup> и уменьшение сметной стоимости на 17,5 млн руб.

Завышение площадей отмечается во многих проектах производственных и административно-бытовых зданий [2, 3]. Например, в проекте административно-бытового корпуса опытно-промышленной шахты другого горно-обогатительного комбината площадь вспомогательных помещений (коридоры, уборные, лестничные клетки, лифты с холлами) составляет 1 970 м<sup>2</sup> при площади рабочих помещений 2 030 м<sup>2</sup>, что почти в 3 раза больше рекомендуемой. В результате увеличение сметной стоимости составило 5,2 млн руб.

Проектные организации уделяют недостаточное внимание полному использованию объемов производственных зданий, сокращению внутренних стен и перегородок, возникших из-за множества мелких помещений, часто не требующих выделения по технологическим или объемно-планировочным условиям. Часто большое количество мелких помещений, разгороженных глухими перегородками, размещается в торцах зданий, что в значительной степени снижает качество решения интерьеров.

Завышение площадей остекления характерно и для большинства проектов производственных и вспомогательных зданий. Расчеты освещения не производятся, не учитывается возможность совместного освещения. Необоснованное применение светоаэрационных фонарей встречается в проектах многих производственных зданий.

Во многих проектах не уделяется серьезного внимания вопросам объемно-пространственной композиции, организации интерьера и внешнего архитектурного облика производственных зданий. Фасады многих производственных зданий стереотипны и маловыразительны, а объекты, выносимые на красную линию, не увязаны между собой.

Часто одноэтажные здания имеют ленточное остекление, иногда двух-четырёхъярусное, в связи с чем одноэтажные здания производят ложное впечатление двух-или трехэтажных зданий, а это нарушает масштабность и их внешний облик.

В проектах редко встречаются указания об отделке панелей наружных стен. Раздел интерьеров и связанные с ним вопросы улучшения комфортности производственной среды практически не разрабатываются.

За счет устранения выявленных в проектах недостатков по объемно-планировочным решениям производственных и вспомогательных зданий выявлена возможность уменьшения сметной стоимости.

Важным фактором, существенно влияющим на эффективность проектного решения, является связь технологической и строительной частей проекта. Максимальное удовлетворение функциональных требований, выдвигаемых технологическими процессами, обуславливает хорошие эксплуатационные качества зданий. В то же время не обоснованные необходимостью технологические требования приводят к нерациональному расходу материалов, завышению стоимости строительной части объекта. Наглядным примером несогласованности строительной и технологической частей проекта является назначение технологических нагрузок при проектировании каркасов многоэтажных зданий. Выполненный ЦНИИпромзданий анализ более 900 проектов многоэтажных зданий химической, полиграфической, электротехнической и других отраслей промышленности показал, что принимаемые при проектировании в расчетах конструкции временные нагрузки в среднем в 3 раза превышают максимальные значения фактических нагрузок, вычисленных при наиболее плотной расстановке наиболее тяжелого оборудования. Для 80 % всех рассмотренных проектов отношение фактической нагрузки к нормативной проектной находится в интервале до 0,5. Это в значительной степени объясняется существующей практикой назначения временных нагрузок без соответствующего обоснования и расчета. В результате для 90 % рассмотренных зданий принята типовая серия с сеткой колонн

6×6 м с минимальной временной нагрузкой 10 кН/м<sup>2</sup>. Между тем применение той серии для нагрузок 10 кН/м<sup>2</sup> и более было бы оправдано лишь в 8 % всех рассмотренных случаев.

Таким образом, средняя временная нагрузка, воспринимаемая перекрытиями всех рассмотренных зданий, составила 14,92 кН/м<sup>2</sup>, а средняя нагрузка, вычисленная для тех же перекрытий при наиболее плотной расстановке самого тяжелого оборудования, оказалась равной 5,01 кН/м<sup>2</sup>. Проведенный анализ показал, что в проекты многоэтажных зданий без достаточной на то необходимости заложены излишние запасы несущей способности конструктивных элементов, что привело к нерациональному расходованию людских и материальных ресурсов и, следовательно, к необоснованному завышению удельных капитальных вложений в строительство многоэтажных промышленных зданий.

О возможности совершенствования проектных решений за счет повышения качества проектирования свидетельствует деятельность созданных в различных регионах страны бюро экспертизы и совершенствования проектных решений.

Предложения, направленные на совершенствование проектных решений, позволили снизить стоимость строительства на 5,2 % сметной стоимости рассмотренных объектов. Кроме того, в результате реализации предложений по совершенствованию проектных решений трудоемкость строительства сократилась на 1 260 тыс. чел.-дн., расход сборного железобетона сократился на 60 тыс. м<sup>3</sup>, монолитного бетона на 76 тыс. м<sup>3</sup>, стали на 17 тыс. т.

Распределение экономии строительства по видам совершенствования проектных решений (таблица) показывает, что наибольший объем эффекта достигается за счет совершенствования архитектурных решений (49,6 %). Второе место по величине эффекта занимают технологические части проекта (26,6 %) и на третьем – вопросы совершенствования конструктивных элементов (23,8 %) [7].

Приведенные многочисленные примеры показывают, что улучшение качества проектирования предполагает появление больших резервов повышения эффективности промышленного строительства, снижения капитальных вложений, экономии материальных и людских ресурсов.

Одним из путей решения этой проблемы является разработка методов оценки качества проектных решений [4, 6].

Экономическая оценка проектных вариантов должна производиться с учетом их сопоставления на основе единой методики. Только при этих условиях можно из разработанных проектных решений выбрать и рекомендовать к использованию наиболее эффективные. Основным и решающим требованием качества и эффективности проекта является обеспечение максимальной производительности предприятия при минимальных затратах на его строительство и эксплуатацию, т. е. максимальной отдачи предприятия на каждый рубль капитальных вложений и текущих затрат.

Оценка качества проектирования необходима на всех его этапах и стадиях: при планировании и прогнозировании уровня качества строительства; выборе оптимального варианта разрабатываемых проектов; разработке нормативных документов на проектирование, строительство и эксплуатацию; контроле качества проектов; моральном и материальном стимулировании повышения качества проектов; аттестации проектов [6].

В ряде случаев при сравнении проектов и оценке их качества техникий и экономический уровень проектов-аналогов ниже показателей, достигнутых действующими отечественными и зарубежными предприятиями. Бывает и так, что показатели проектов-аналогов рассчитаны для другой мощности и сортамента производимой продукции.

Во избежание указанных недостатков следует разработать базовые показатели для проектов отдельных производств и отраслей промышленности.

Основой для разработки базовых показателей могут служить как результаты статистической обработки данных по конкретным проектам соответствующих отраслей промышленности, так и показатели проекта идеализированного предприятия, разработанного с учетом всех достижений отечественной и мировой науки и практики.

В настоящее время качество проектов оценивается преимущественно по экономическим показателям, без учета других потребительских свойств, поэтому в номенклатуру базовых показателей целесообразно включать экономические, экологические, технические, эргономические, социальные, эстетические и другие показатели. Для сопоставимости и возможности интегральной оценки показатели должны выражаться в затратах, отнесенных к стоимости единицы продукции.

Такая методика и показатели оценки качества проектов могут использоваться на всех стадиях проектирования [4, 5].

Проблема повышения качества строительной продукции носит межотраслевой характер и требует комплексного решения. Строительство, как отрасль материального производства, развивается на

Таблица – Распределение экономического эффекта

Вид проектного решения	Характер совершенствования	Удельный вес в общем объеме снижения стоимости, %
Генеральный план	Оптимизация планировочных отметок.	1,5
	Изменение трассировки и протяженности инженерных сетей.	1,9
	Совершенствование инженерного оборудования территории площадки.	6,9
	Уменьшение площади застройки.	5,1
Объемно-планировочные решения зданий	Блокирование зданий.	11,6
	Оптимизация объемно-планировочных решений по числу этажей.	4,2
	Уточнение величины пролетов.	4,5
	Повышение эффективности использования площадей и объемов зданий.	13,9
	Совершенствование:	
	– фундаментов зданий и сооружений;	9,3
	– фундаментов под оборудование;	2,5
	– каркаса;	4,2
	– покрытий и перекрытий;	1,9
	– подвесных потолков;	1,0
	– стеновых конструкций;	1,6
	– перегородок;	0,2
	– полов;	2,2
	– конструкций заполнения проемов;	0,3
	– инженерного оборудования зданий.	0,4
	Совершенствование отделки	0,2
Технологические решения основного производства и объектов производственно-вспомогательного назначения	Оптимизация размещения технологического оборудования.	7,2
	Повышение мощности оборудования.	9,8
	Совершенствование системы энерго-, тепло- и водоснабжения.	5,6
	Отказ от строительства излишних сооружений.	2,2
	Прочие мероприятия, направленные на совершенствование технологического процесса.	1,8

основе планомерного и непрерывного совершенствования своих связей более, чем с 70 отраслями промышленности. Качество оборудования, конструкций, изделий и материалов, поставляемых строительству, оказывает существенное влияние на уровень качества готовой строительной продукции, а качество указанных материальных ресурсов определяют государственные стандарты, технические условия, нормы, по которым они производятся на промышленных предприятиях, поэтому и в дальнейшем следует повышать требования к материальным ресурсам, от которых зависит качество возводимых строительных объектов. Это необходимо еще и потому, что на промежуточных стадиях производства разные отраслевые требования плохо согласуются между собой [1].

## ВЫВОД

В каждом проекте заложены индивидуальные черты, отвечающие определенной технологии производства и конкретным условиям строительства, и общие принципы, присущие всем индустриальным и прогрессивным решениям, поэтому при анализе каждого проекта должно быть оценено качество как общих решений, так и конкретных позиций, учитывающих особенности данного объекта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инвестиционное проектирование [Текст] / Под ред. С. Н. Шумилина. – М. : АО Финстатинформ, 1995. – 240 с.
2. Левченко, В. Н. Некоторые технические и инженерные решения в области проектирования и строительства промышленных зданий [Текст] : учебное пособие / В. Н. Левченко. – К. : [б. и.], 1989. – 112 с.
3. Левченко, В. Н. Актуальные вопросы проектирования экономических зданий и сооружений путем оптимизации проектных решений и реконструкции действующих предприятий [Текст] : учеб. пособие / В. Н. Левченко, Н. А. Невгень. – Макеевка : [б. и.], 2018. – 198 с.
4. Методические рекомендации по технико-экономической оценке проектных решений промышленных зданий и сооружений [Текст] / Науч.-исслед. ин-т экономики стр-ва Госстроя СССР. – М. : Издание НИИЭС Госстроя СССР, 1983. – 29 с.
5. Методы прогнозирования и перспективного планирования межотраслевого строительства комплекса [Текст] : (сб. науч. тр.) / НИИ экономики стр-ва ; [Науч. ред. Б. П. Лейкин и др.]. – М. : НИИЭкономики стр-ва, 1981. – 206 с.
6. Руководство по оценке экономической эффективности и качества проектов промышленных объектов [Текст] / ЦНИИпромзданий. – М. : Стройиздат, 1991. – 57 с.
7. Хромец, Ю. А. Современные конструкции промышленных зданий [Текст] / Ю. А. Хромец. – М. : Стройиздат, 1982. – 351 с.
8. Monitoring and safety evaluation of existing concrete structures [Text] // SEB-FJP Bulletin. – 2003. – March 2003. – PP. 153–161.

Получено 26.04.2019

В. М. ЛЕВЧЕНКО, С. М. МАШТАЛЕР, А. В. НЕДОРЕЗОВ, Ю. О. КРАВЧЕНКО,  
О. О. ЧИПИЖКО

АНАЛІЗ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЕКТІВ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ТА ЇХ  
ОЦІНКА ЗА МОЖЛИВИМИ БАЗОВИМИ ПОКАЗНИКАМИ

ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

**Анотація.** Розглянуті питання, що пов'язані з аналізом якості будівельної продукції на трьох етапах її створення. Основним етапом вирішення цього питання є проектування, від прогресивності якого залежить ефективність створюваних основних факторів. У будь-якому проекті закладається фундамент техніко-економічної ефективності проектного об'єкта. У статті розглянуті недоліки, на які необхідно звернути увагу при розробці проектів промислових будівель і споруд. Урахування зазначених недоліків дає можливість суттєво знизити кошторисну вартість будівництва. При цьому необхідно значно підвищити вимоги до експертизи проектних рішень. У цілому при виконанні всіх зазначених вимог вартість будівництва можна знизити на 5,2 %. При цьому економічна оцінка проектних варіантів повинна проводитись з урахуванням їх зіставлення на основі єдиної методики.

**Ключові слова:** ефективність, удосконалювання проектів, питомі капітальні вкладення, статистичне опрацювання, експлуатаційні якості.

VICTOR LEVCHENKO, SERGII MASHTALER, ANDRII NEDOREZOV, IURII  
KRAVCHENKO, ALEKSANDR CHIPIZHKO  
CONSTRUCTION DESIGN REVIEW OF INDUSTRIAL BUILDINGS AND THEIR  
EVALUATION BY PERMISSIBLE BASIC INDICES  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** Deals with issues related to the analysis of the quality of construction products at three stages of its production. The main stage in the resolving of this issue is design, its progressiveness highly influences on the main factors effectiveness. In any project, the basis of the technical and economic efficiency of the designed object is laid. The article discusses the drawbacks to which attention should be paid when developing projects for industrial buildings and structures. Taking into consideration these drawbacks makes it possible to significantly reduce the estimated cost of construction. At the same time, it is necessary to significantly raise the requirements for expert appraisal of design solutions. In general, if all of these requirements are met, the construction cost can be reduced on 5.2 %. At the same time, the economic evaluation of the project options should be made taking into account their comparison, on the basis of the unified methodology.

**Key words:** efficiency, improvement of projects, specific capital investments, statistical processing, functional performance.

**Левченко Виктор Николаевич** – кандидат технических наук, профессор; проректор по научно-педагогической и воспитательной работе ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

**Машталер Сергей Николаевич** – ассистент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: развитие методик определения характеристик напряженно-деформированного состояния железобетонных (сталефибробетонных) элементов при простых режимах силового и температурного воздействий, оценка технического состояния и проектирование железобетонных конструкций.

**Недорезов Андрей Владимирович** – ассистент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: экспериментальные исследования процессов деформирования и разрушения бетона при сложных напряженных состояниях.

**Кравченко Юрий Александрович** – магистр ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

**Чипижко Александр Александрович** – магистр ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

**Левченко Віктор Миколайович** – кандидат технічних наук, професор; проректор з науково-педагогічної і виховної роботи ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

**Машталер Сергій Миколайович** – асистент кафедри залізобетонних конструкцій ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розвиток методик визначення характеристик напружено-деформованого стану залізобетонних (сталефібробетонних) елементів при простих режимах силового і температурного впливів, оцінка технічного стану і проектування залізобетонних конструкцій.

**Недорезов Андрій Володимирович** – асистент кафедри залізобетонних конструкцій ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: експериментальні дослідження процесів деформування і руйнування бетону в умовах складних напружених станів.

**Кравченко Юрій Олександрович** – магістр ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

**Чипижко Олександр Олександрович** – магістр ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

**Levchenko Victor** – Ph. D. (Eng.), Professor; Vice-rector in education and pedagogic activities, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

**Mashtaler Sergii** – Assistant, Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of methods of estimation of characteristics of the stress-strain state of reinforced concrete (steel fiber concrete) elements under simple modes of power and temperature influences, estimation of technical state and design of reinforced concrete constructions.

**Niedoriezov Andrii** – Assistant, Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: experimental studies of concrete deformation and fracture under complex stress states.

**Kravchenko Iurii** – Master student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

**Chipizhko Aleksandr** – Master student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

УДК 711.4

**А. В. ПОТАНИНА, К. А. ЯКОВЕНКО**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**МЕТОДЫ БЛАГОУСТРОЙСТВА ГОРОДОВ В XXI ВЕКЕ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены перспективные методы благоустройства городских территорий. Проведен интернет опрос с целью выявления отношения молодежи к различным современным идеям благоустройства территории.

**Ключевые слова:** благоустройство территории, молодежь.

**ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Одной из актуальных проблем градостроительства остаётся проблема совершенствования архитектурно-художественного облика городов и организация благоустройства территорий массовой жилой застройки. Благоустройство городских территорий значительно определяет облик наших городов и, в определённом смысле, организует процессы жизнедеятельности населения и его поведения.

До сих пор недооценивается роль благоустройства в формировании социально-культурной среды, способствующей морально-этическому и эстетическому воспитанию населения. Для современной практики благоустройства городских территорий характерна недостаточная комплексность в строительстве, невысокий профессиональный уровень проектов малых архитектурных форм и отступление от них в процессе реализации, в также низкое качество исполнения элементов благоустройства.

Важным условием улучшения внешнего облика города и его комфортности является заинтересованность в этом вопросе граждан. В связи с этим актуальным представляется выявление отношения населения к различным методам и формам благоустройства городских территорий.

**АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Теоретические аспекты данной темы отражены в публикациях С. А. Ахременко, Д. А. Викторова, А. И. Воскресенская, И. А. Николаевская, Е. С. Пономарев, Е. М. Микулиной, Н. Г. Благовидовой.

**Целью исследования** является мониторинг наиболее перспективных методов благоустройства городов.

**ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

В процессе исследования был проведён поиск способов благоустройства территории городов, которые в первую очередь заинтересовали бы людей возрастом от 16 до 35 лет. В данном исследовании за основу были взяты идеи с интернет-ресурса – ТНЕСНІЕF с публикацией статьи «Идеи для развития любого города» [1]. Сайт предлагает пятьдесят различных методов повышения уровня благоустройства городов. Рассмотрев предложенные идеи, авторами для опроса было выбрано семь методов повышения уровня благоустройства территории городов, а именно: внедрение бесплатных цифровых библиотек, использование массовых прокатов велосипедного транспорта, установление правил оформления вывесок рекламы, установка интерактивных скульптур, улучшение внешнего облика фасадов зданий, популяризация сортировки отходов и оборудование летних кинотеатров.



Для того, чтобы мнение было максимально разносторонним и охватывало как можно большее количество людей, было проведено исследование в форме опросов в группе факультета ИЭСС ГОУ ВПО «ДОННАСА» в контакте, где любой человек мог проголосовать, таким образом создав статистику. Всего в процессе голосования приняло участие 103 человека. Положительный результат ответов в среднем составил 60 %.

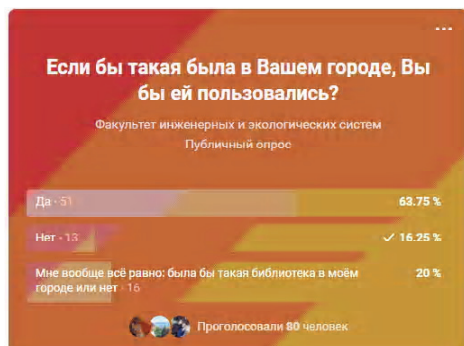


Рисунок 1 – Отношение молодёжи к установке цифровых библиотек.

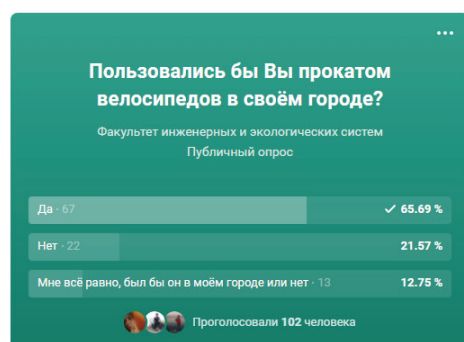


Рисунок 2 – Отношение молодёжи к прокатам велосипедов.

**Первая идея** – бесплатная цифровая библиотека (рис. 1). Все книги в цифровой библиотеке – это электронные файлы, доступ к которым осуществляется с помощью QR-кодов, которые нужно отсканировать своим смартфоном и далее скачать по WiFi. Точки доступа установлены в каждой «тумбе» с книгами. Весь контент легален, а оплата списывается со счёта абонента.

**Вторая идея** – организация массового проката велосипедного транспорта (рис. 2). Велосипед – отличная замена автомобилю. Он не требует больших затрат на технический осмотр, ремонт. Также он является экологически чистым видом транспорта. Велоспорт по эффективности сравним с бегом – он способствует укреплению мышц, сердца, помогает похудеть. За час катания на велосипеде сжигается 500...600 калорий.

**Третья идея** – установить правила оформления вывесок магазинов. Вседозволенность в местном самоуправлении привела к появлению захламленных вывесками фасадов. Чтобы этого не случилось, достаточно принять на законодательном уровне правила и требования относительно внешнего вида этих вывесок и постепенно демонтировать и заменять старые на новые. К примеру, в Москве в этом году приняли дизайн-код улиц, разработкой которого занималась Студия Артемия Лебедева. Дизайн-код города – свод правил и рекомендаций по оформлению вывесок и наружной рекламы, фасадов зданий и прилегающей к ним территории в исторической части города и на протяжении туристических маршрутов. Данное руководство призывает владельцев и арендаторов учреждений придерживаться единого оформления названий, информационных табличек и витрин учреждений, расположенных на фасадах зданий, на которых распространяется дизайн-код. По заказу Комитета по архитектуре и градостроительству Москвы совместно с Главным архитектурно-планировочным управлением Москомархитектуры в студии разработана архитектурно-художественная концепция размещения рекламно-информационных конструкций для одиннадцати центральных улиц города и составлено соответствующее руководство (рис. 3, 4).

ного оформления названий, информационных табличек и витрин учреждений, расположенных на фасадах зданий, на которых распространяется дизайн-код. По заказу Комитета по архитектуре и градостроительству Москвы совместно с Главным архитектурно-планировочным управлением Москомархитектуры в студии разработана архитектурно-художественная концепция размещения рекламно-информационных конструкций для одиннадцати центральных улиц города и составлено соответствующее руководство (рис. 3, 4).



Рисунок 3 – Механизм работы дизайн-кода улиц.

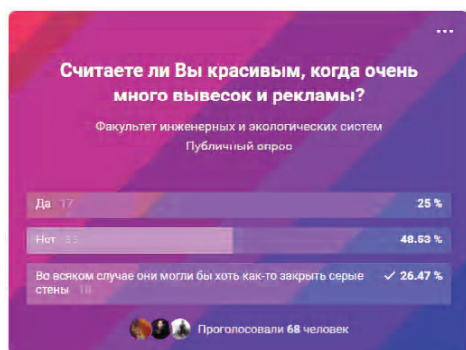


Рисунок 4 – Отношение молодёжи к большому количеству вывесок.

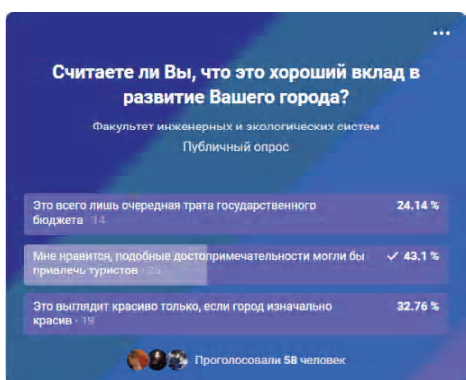


Рисунок 5 – Отношение молодёжи к современным объектам искусства.

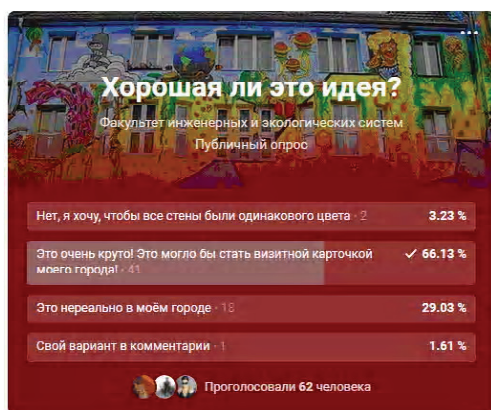


Рисунок 6 – Отношение молодёжи к росписи на фасадах.

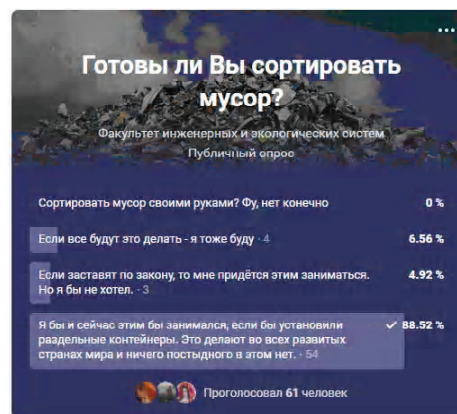


Рисунок 7 – Отношение молодёжи к сортировке отходов.

## ВЫВОДЫ

В результате исследования было установлено, что молодое поколение заинтересовано в благоустройстве своего родного города, а также в большинстве своем положительно относится к современным идеям благоустройства городских территорий. Отдельного внимания заслуживает вопрос о сортировке мусора – 88,5 % проголосовавших утверждают, что начали бы сортировать отходы уже сегодня. Столь высокий процент показывает высокую степень заинтересованности молодого поколения глобальными проблемами экологии и в частности проблемами утилизации твердых бытовых отходов.



Рисунок 8 – Отношение молодёжи к летним кинотеатрам.

Одна из проблем, которая стоит на пути решения данного вопроса, – большой процент молодёжи без активной жизненной позиции. Человек с пассивной жизненной позицией мешает движению прогресса в социуме.

Если вовремя не заинтересовать молодёжь современными методами решения проблем, то не удастся сохранить облик города даже в том виде, который мы имеем сейчас.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Идеи для развития любого города [Электронный ресурс] // The CHIEF. – [2015]. – Режим доступа : <http://www.thechief.ru/growth/ideas-for-the-development-of-any-city.html>.
2. Ахременко, С. А. Особенности градостроительного проектирования [Текст] : учебное пособие / С. А. Ахременко, Д. А. Викторov. – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2014. – 152 с.
3. Николаевская, И. А. Благоустройство территорий [Текст] / И. А. Николаевская. – М. : Академия, 2011. – 272 с.
4. Микулина Е. М. Архитектурная экология [Текст] / Е. М. Микулина, Н. Г. Благовидова. – М. : Academia, 2013. – 256 с.
5. Денисов В. Н. Благоустройство территорий жилой застройки [Текст] / В. Н. Денисов, Ю. Х. Лукманов. – М. : МАНЭБ, 2006. – 224 с.
6. Николаевская, И. А. Благоустройство городов [Текст] / И. А. Николаевская. – М. : Высшая школа, 1990. – 160 с.

Получено 29.04.2019

А. В. ПОТАНИНА, К. А. ЯКОВЕНКО  
МЕТОДИ БЛАГОУСТРОЮ МІСТ У ХХІ СТОЛІТТІ  
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** У статті розглянуто перспективні методи благоустрою міських територій. Проведено інтернет опитування з метою виявлення ставлення молоді до різноманітних сучасних ідей благоустрою території.

**Ключові слова:** благоустрій територій, молодь.

ANGELINA POTANINA, KONSTANTIN YAKOVENKO  
METHODS OF CITE REDEVELOPMENT IN THE XXI CENTURY  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The article discusses advanced methods of urban areas redevelopment. An online survey has been carried out in order to identify the attitude of young people to various modern ideas of city redevelopment.

**Key words:** territory redevelopment, youth.

**Потанина Ангелина Вячеславовна** – студентка ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: благоустройство городов.

**Яковенко Константин Анатольевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры городского строительства и хозяйства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: реконструкция промышленных предприятий, влияние на формирование улично-дорожной сети города легкового индивидуального транспорта; научное обоснование направлений развития улично-дорожной сети; оптимизация работы городского пассажирского транспорта.

**Потаніна Ангеліна В'ячеславівна** – студентка ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: благоустрій міст.

**Яковенко Костянтин Анатолійович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри міського будівництва та господарства ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: реконструкція промислових підприємств, вплив на формування вулично-дорожньої мережі міста легкового індивідуального транспорту; наукове обґрунтування напрямків розвитку вулично-дорожньої мережі; оптимізація роботи міського пасажирського транспорту.

**Potanina Angelina** – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: urban redevelopment.

**Yakovenko Konstantin** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Municipal Engineering and Economy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: the automobile personal transport influence on city road network formation; the scientific substantiation of development trends of a road network; optimization of urban public transport.

УДК 624.074.2

**А. В. БЕЛУХА, Д. В. БЕЛОВ**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНИРОВАНИЯ  
САМОУПЛОТНЯЮЩИМСЯ БЕТОНОМ МОНОЛИТНЫХ  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БУНКЕРОВ**

**Аннотация.** В данной статье предложена новая технология бетонирования бункерных конструкций с использованием самоуплотняющегося бетона, которая позволяет сократить трудоемкость бетонирования при возведении монолитных железобетонных бункеров. Показано устройство применяемой опалубочной системы и принцип её работы. Приводится описание оборудования для выполнения работ с помощью предложенного метода. Освещены технология выполнения работ и преимущества нового технологического решения возведения монолитного железобетонного бункера.

**Ключевые слова:** бункера, подъемно-переставная опалубка, скользящая опалубка, самоуплотняющийся бетон, роторный насос.

**АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ**

В последнее время все в больших масштабах осуществляют строительство высотных сооружений из монолитного железобетона. Вызвано это тем, что монолитный железобетон обеспечивает прочность и устойчивость конструкций высотных сооружений, а в некоторых случаях сооружения из монолитного железобетона экономически эффективнее других видов строительства.

Монолитные железобетонные сооружения получили в угольной промышленности широкое распространение в основном в связи с высокой технологичностью монолитного строительства.

Из всего комплекса зданий и сооружений шахтной поверхности по сложности и трудоемкости работ выделяются высотные сооружения для хранения и перегрузки угля. Бункера представляют собой сооружения, в которых совмещаются функции саморазгружающегося хранилища и установок для дозированной загрузки сыпучего материала [1].

Бункера, делящиеся на приемные, промежуточные, аккумулирующие и погрузочные, имеют высоту от 30 до 60 м и строятся самостоятельными объектными потоками.

Опыт возведения монолитных бункеров в Донбассе показал, что эти сооружения возводят различными методами и сроки их возведения колеблется от 8 до 18 месяцев. Вызвано это отсутствием обоснованных сроков строительства, на общую продолжительность объектного потока следующих факторов: применения разных средств механизации, использования различных конструктивных решений опалубочных систем, применения разных организационных схем развития процессов при возведении бункерных сооружений [2].

Самоуплотняющийся бетон в настоящее время становится очень популярным строительным материалом. Его использование ограничивалось возможностями поставщиков и производителей монолитного железобетона. Однако в последнее время самоуплотняющийся бетон приобретает все большую популярность на крупных предприятиях, производящих монолитный железобетон.

Тем не менее, возможности, открытые применением нового материала, еще не используются в полной мере. Только благодаря использованию новых технологий и современных строительных материалов, а также благодаря постоянному контролю качества исходного сырья и материалов можно обеспечить в современных условиях высокое качество строительства [3].

Строительство монолитных бункеров, развитых по высоте с постоянным сечением высотных сооружений, представляет довольно трудную техническую задачу. Основной сложностью являются



конструктивные особенности бункеров, стенка круглого сооружения в плане имеет криволинейную поверхность и сравнительно небольшую толщину (100...200 мм). Бункер является, как правило, еще и высотным объектом, что дополнительно осложняет работы по его возведению.

Бетонирование бункера традиционными методами ведется путем подачи бетона между внутренней и внешней опалубками, значительная часть трудозатрат идет на перестановку щитов опалубки на каждый ярус бетонирования, затрудняется подача бетона из-за тонкостенности конструкции. Необходимость вибрирования бетонной смеси ведет к увеличению несущей способности опалубки, а значит и к увеличению ее веса. Потребность бетонировать стенку бункера ярусами (1,2...1,5 м) приводит к значительному количеству технологических перерывов и существенно увеличивает срок возведения объекта [4].

Поэтому **целью** исследования является разработка новой технологии бетонирования монолитных железобетонных бункеров с использованием самоуплотняющегося бетона.

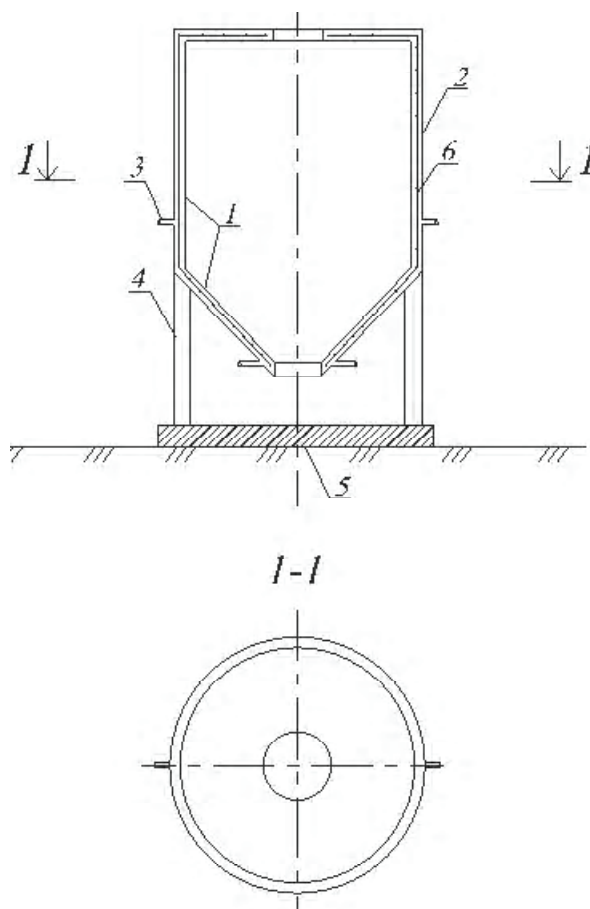
#### *Последовательность возведения бункера*

Технология бетонирования бункера основана на использовании самоуплотняющегося бетона в комбинации с закачиванием смеси в опалубку снизу вверх [5].

После установки наружной опалубки стенки бункера 2 выполняется армирование бункера на всю высоту сооружения. По окончании армирования монтируется внутренняя опалубка бункера 1, которая может быть футеровкой, являясь несъемной опалубкой, по всей площади бункера.

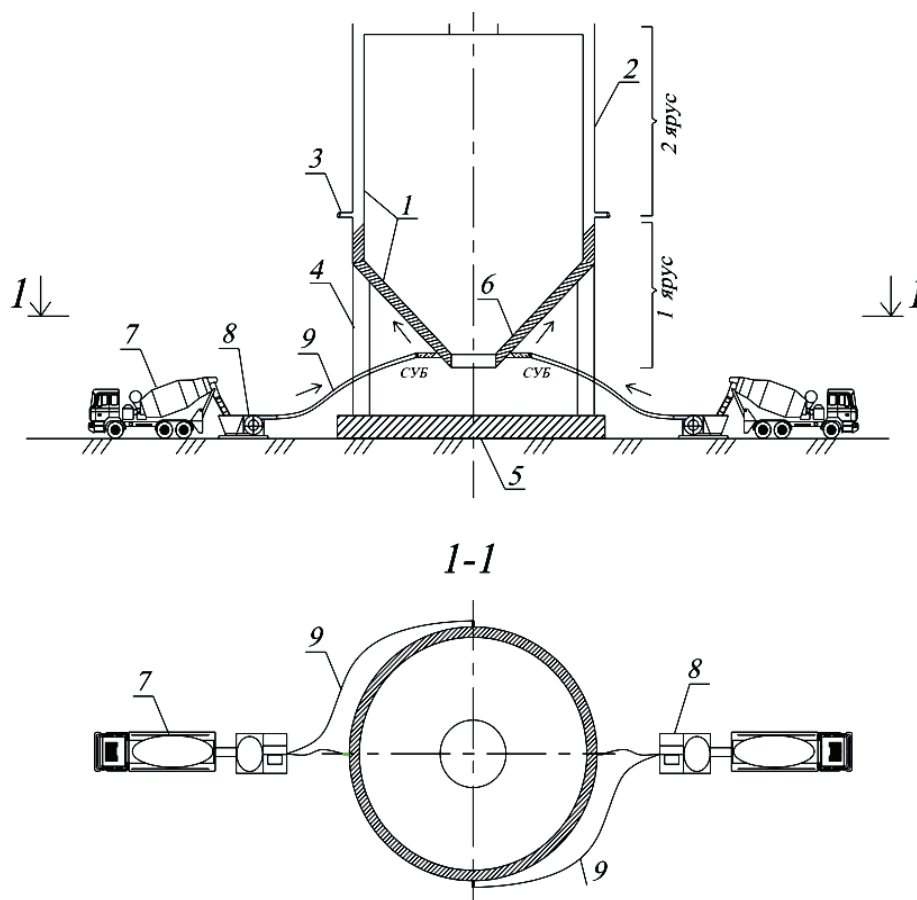
В наружной опалубке 2 устроены штуцеры 3 для подачи бетона, которые оборудованы задвижками. Штуцеры по высоте бункера могут быть устроены в несколько ярусов (рис. 1).

Подача бетонной смеси в опалубку осуществляется под давлением выше атмосферного. Использование самоуплотняющихся видов бетона с предварительной деаэрацией упрощает процесс, благодаря чему самые нестандартные формы могут быть полностью заполнены.



**Рисунок 1** – Монтаж опалубки бункера: 1 – внутренняя опалубка (футеровка); 2 – наружная опалубка; 3 – штуцеры для подачи бетона; 4 – колонны; 5 – фундамент; 6 – арматура.

Смесь заливается в форму снизу вверх. Самоуплотняющийся бетон (СУБ) подается вначале в нижний ярус штуцеров одновременно по всему периметру ячейки бункера, т. е. процесс подачи бетонной смеси, осуществлялся по всей площади опалубки под давлением (рис. 2).



**Рисунок 2** – Бетонирование 1-го яруса бункера: 1 – внутренняя опалубка; 2 – наружная опалубка; 3 – штуцеры для подачи бетона; 4 – колонны; 5 – фундамент; 6 – самоуплотняющийся бетон 1-го яруса; 7 – автобетоносмеситель; 8 – роторный насос; 9 – шланг для подачи бетона.

После закачки бетона на первый ярус задвижки штуцеров для подачи бетона перекрываются и сразу же без технологических перерывов подается бетон второго яруса. Вытесняемый из опалубки бетонной смесью воздух выходит в открытую верхнюю часть опалубки бункера 2 (рис. 3).

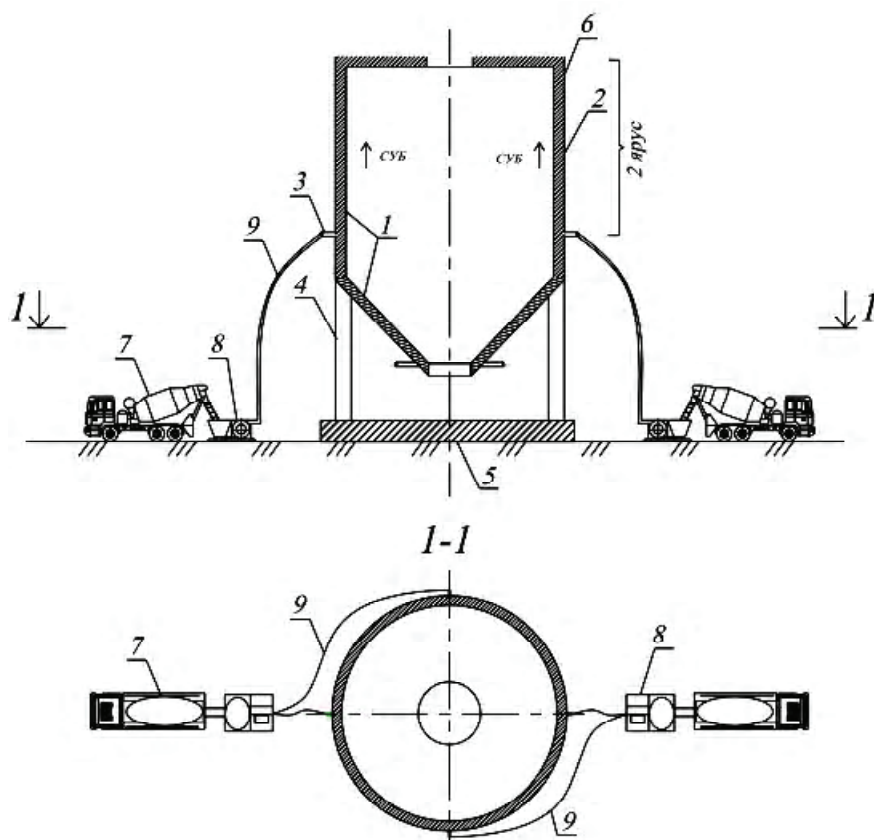
Роторный насос 9 представляет необходимое технологическое устройство для данного метода бетонирования. Длина насоса со встроенной очистной системой составляет 3 000 мм, ширина 1 500 мм, высота 1 700 мм. Он весит 2,3 тонны, транспортируется при помощи крана и автопогрузчика; управляется одним оператором при помощи двунаправленного прибора радиодистанционного управления. Насос способен прокачивать смесь с крупностью заполнителя до 16 мм, расход смеси постоянно контролируется, что позволяет достичь объема прокачивания смеси до 18 м<sup>3</sup>/ч.

Насос, снабжен датчиками, сигнализирующими о разрывах шланга или закупорке. При использовании нескольких насосов технология позволяет достичь высочайшей габаритной точности конструкции и обеспечивает крайне высокую производительность (до 300 л/минута).

Полученные поверхности идеально гладкие, отпадает необходимость в дополнительной и дорогостоящей отделке и затирки поверхности.

Для сравнительного анализа методов возведения принят монолитный многобашенный загрузочно-аккумулирующий бункер высотой 42 м; ширина поперечного сечения 54×54 м; толщина стенки бункера 200 мм.

Анализ трудоемкости показал, что бетонирование самоуплотняющимся бетоном позволяет сократить трудозатраты на 9,3...35,1 % (рис. 4а). Снижение материальных затрат составляет – 10,4...36,3 % (рис. 4б). Продолжительность возведения сокращается на 20,6...44,1 % (рис. 4в).



**Рисунок 3** – Бетонирование 2-го яруса бункера: 1 – внутренняя опалубка; 2 – наружная опалубка; 3 – штуцеры для подачи бетона; 4 – колонны; 5 – фундамент; 6 – самоуплотняющийся бетон 2-го яруса; 7 – автобетоносмеситель; 8 – роторный насос; 9 – шланг для подачи бетона.

Главным образом эффект снижения трудозатрат достигается за счет высокой технологичности бетонирования, отсутствия процесса уплотнения бетонной смеси, а также упрощения опалубочных работ.

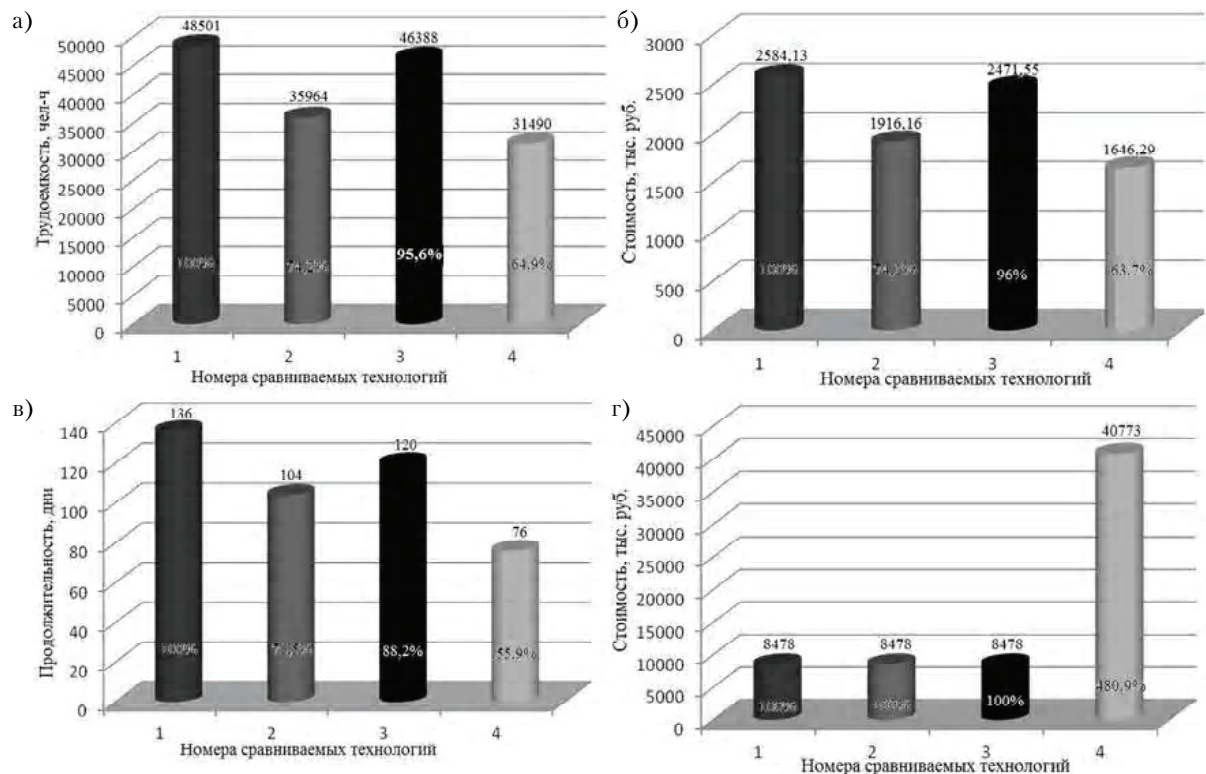
Однако стоимость самоуплотняющегося бетона в среднем в 4 раза больше традиционно применяемых бетонов, что в итоге и влияет на стоимость возведения объекта (рис. 4г).

### ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Использование самоуплотняющегося бетона при возведении монолитных бункеров позволяет возводить объекты с любым очертанием и формой.

Основными преимуществами данной технологии в сравнении с использованием традиционных опалубочных систем и применением обычного массового бетона является: сокращение продолжительности строительства; возможность укладки за смену большего объема бетона; упрощение работ по бетонированию (отпадает необходимость в уплотнении); возможность подачи бетона непосредственно через опалубку (через отверстие в нижней её части); более простая и менее массивная конструкция опалубки (из-за отсутствия процесса вибрирования бетона на опалубку не воздействуют дополнительные динамические и статические нагрузки); возможность создания любой геометрии бункера; особо гладкая и плотная поверхность бетона; идеальная размерная точность возводимой конструкции; более безопасное ведение строительных работ и сокращение работ на высоте; отсутствие шума и вибрации.





**Рисунок 4** – Сравнительные гистограммы при возведении монолитного бункера: а) трудоемкости работ; б) стоимости работ при возведении бункера; в) продолжительности работ; г) стоимости бетона: 1 – возведение бункера в подъемно-переставной опалубке; 2 – возведение бункера в скользящей опалубке; 3 – возведение бункера в самоподъемной опалубке; 4 – возведение бункера с применением самоуплотняющегося бетона с бетонированием методом зачекки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Модифицированные и высококачественные бетоны [Текст] / Ю. М. Баженов, В. С. Демьянова, В. И. Калашников. – Москва : Ассоциация строительных вузов, 2007. – 368 с.
2. Липницкий, М. Е. Железобетонные бункера и силосы [Текст] / М. Е. Липницкий, Ж. Р. Абрамович. – Ленинград : Промстройпроект, 1967. – 358 с.
3. Элеваторы и склады [Текст] / Л. Н. Платонов, С. П. Пунков, В. Б. Фасман. – М. : Агропромиздат, 1987. – 319 с.
4. Оценка технического состояния, восстановление и усиление строительных конструкций инженерных сооружений [Текст] / В. С. Плевков, А. И. Мальганов, И. А. Балдин. – М. : АСВ, 2011. – 314 с.
5. Пятенков, В. М. Строительство элеваторов и комбинатов хлебопродуктов [Текст] / В. М. Пятенков, И. А. Резниковский. – М. : Стройиздат, 1984. – 288 с.

Получено 30.04.2019

#### А. В. БЕЛУХА, Д. В. БЕЛОВ ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ БЕТОНУВАННЯ БЕТОНОМ, ЩО УЩІЛЬНЮЄТЬСЯ, МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БУНКЕРІВ ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** У цій статті запропонована нова технологія бетонування бункерних конструкцій з використанням бетону, що ущільнюється, яка дозволяє скоротити трудомісткість бетонування при зведенні монолітних залізобетонних бункерів. Показано облаштування вживаної опалубної системи і принцип її роботи. Наводиться опис устаткування для виконання робіт за допомогою запропонованого методу. Освітлені технологія виконання робіт і переваги нового технологічного рішення зведення монолітного залізобетонного бункера.

**Ключові слова:** бункери, підйомно-переставна опалубка, сквозна опалубка, бетон, що ущільнюється, роторний насос.

ANDRII BELYKHA, DENIS BELOV  
FEATURES OF TECHNOLOGY OF CONCRETING BY SELF-PACKING  
CONCRETE OF MONOLITHIC REINFORCE-CONCRETE BUNKERS  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** In this article new technology of concreting of bunker constructions is offered with the use of self-packing concrete, that allows to shorten labour intensiveness of concreting at erection of monolithic reinforce-concrete bunkers. The device of the applied planking system and principle of her work are shown. Description over of equipment is brought for implementation of works by means of the offered method. Lighted up technology of implementation of works and advantage of new technological decision of erection of monolithic reinforce-concrete bunker.

**Key words:** bunkers, lifting-reset table planking, sliding planking, self-packing concrete, rotor pump.

**Белуха Андрей Владимирович** – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: технология и организация работ при строительстве монолитных бункерных сооружений.

**Белов Денис Викторович** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: технология и организация работ при строительстве монолитных сооружений.

**Белуха Андрій Володимирович** – магістрант кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: технологія і організація робіт при будівництві монолітних бункерних споруд.

**Белов Денис Вікторович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: технологія і організація робіт при будівництві монолітних споруд.

**Belykha Andrii** – master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technological processes at erection of monolithic bunkers constructions.

**Belov Denis** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technological processes at erection of monolithic constructions.

УДК 624.042.7:699.841

**Е. А. СЕРДЮК, Я. В. НАЗИМ**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ЗДАНИЙ НА СЕЙСМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПО РАЗЛИЧНЫМ НОРМАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ СТАЛЬНОГО КАРКАСА ПРОМЗДАНИЯ)**

**Аннотация.** В статье рассмотрены особенности расчета здания на сейсмические воздействия по различным нормам проектирования. Выполнен сравнительный анализ результатов расчетов здания на сейсмические воздействия линейно-спектральным методом по ДБН В.1.1-12:2014 «Строительство в сейсмических районах Украины» и СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах».

**Ключевые слова:** сейсмические воздействия, промздание, нормы проектирования.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Сейсмическое воздействие представляет собой колебательное движение грунта, вызванное природными или техногенными факторами, которое влечет за собой перемещения, деформации, отказы отдельных элементов и иногда разрушение зданий. В действующих нормах проектирования по сейсмостойкому строительству России и Украины приведены данные для расчета сейсмостойкости зданий, возводимых на территории Крымского полуострова, вследствие чего актуальной проблемой является выполнение сравнительного анализа особенностей и результатов расчетов зданий на сейсмические воздействия по нормативным документам данных стран.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Различными аспектами теории сейсмостойкости занимались отечественные и зарубежные ученые: А. А. Амосов, С. Б. Сеницын, И. Л. Корчинский, Ю. И. Немчинов, Н. Ньюмарк, Дж. Блум и многие другие [1–4]. Сравнению различных методов расчета на сейсмические воздействия посвящены работы О. В. Мкртычева и Г. А. Джинчвелашвили. В данной статье рассматривается расчет стального каркаса промздания на сейсмические воздействия линейно-спектральным методом по различным нормам проектирования.

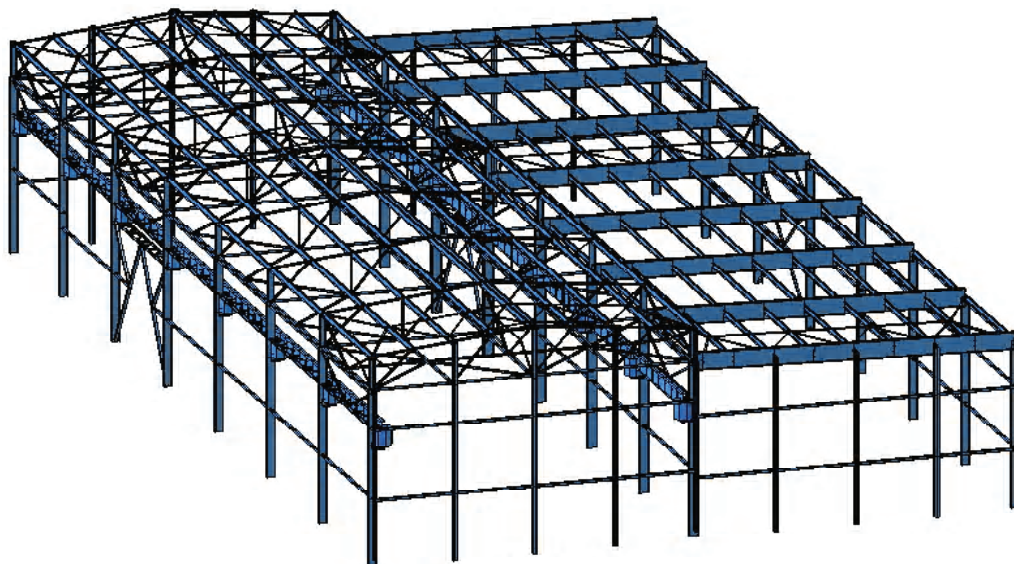
### **ЦЕЛЬ**

Рассмотреть особенности расчета и выполнить сравнительный анализ влияния принятого для расчета линейно-спектральным методом нормативного документа по сейсмостойкому строительству на величины ответных реакций конструкций здания.

### **ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

Значения сейсмических нагрузок при выполнении линейно-спектрального расчета сейсмостойкости определяют по коэффициентам динамичности в зависимости от частот и форм собственных колебаний конструкции. Расчет данным методом выполняется в предположении упругого деформирования конструкций. В нормах проектирования по сейсмостойкому строительству допускается возможность работы материала конструкций за пределами упругости, то есть развитие пластических деформаций, не приводящих к прогрессирующему обрушению. Для описания нелинейного характера деформирования конструкции вводится коэффициент учета допускаемых повреждений.

В программном комплексе ЛИРА-САПР, работа которого основана на использовании метода конечных элементов в форме перемещений, была создана расчетная схема, представляющая собой пространственный стальной каркас одноэтажного промздания. Здание двухпролетное прямоугольной конфигурации в плане, с шириной пролетов 24 м, с размерами по крайним осям 48,0×84,0 м (рисунок). Расчетная сейсмичность площадки строительства – 8 баллов, категория грунта по сейсмическим свойствам – II (г. Керчь, Крым).



**Рисунок** – Пространственная модель одноэтажного промздания в ПК ЛИРА-САПР.

При выполнении расчета на сейсмические воздействия здание приводится к системе с конечным числом степеней свободы, таким образом, математически формируется система дифференциальных уравнений движения, которая решается путем разложения по формам колебаний. Частоты и формы собственных колебаний позволяют определить величину и характер распределения сейсмических нагрузок по элементам здания. Число учитываемых форм собственных колебаний при определении сейсмических нагрузок принимается из условия, чтобы сумма модальных масс, составляла не менее требуемого процента полной суммы модальных масс при колебаниях здания в заданном направлении по принятому нормативному документу. Для поиска форм, определения частот и периодов колебаний при расчете здания на сейсмические воздействия необходимо сформировать матрицу масс из статических загрузок. Массы были сформированы из следующих статических загрузок (с соответствующими коэффициентами сочетания): нагрузка от собственного веса металлического каркаса; нагрузка от веса кровли и стен; снеговая нагрузка; нагрузка от веса мостового крана и тележки. Направление сейсмического воздействия задавалось поперек здания по оси X и вдоль здания по оси Y через направляющие косинусы [5]. Сейсмические нагрузки прикладываются в узлы расчетной динамической модели здания как статические и вызывают появление усилий, напряжений и других силовых факторов в элементах конструкций. Результаты расчетов стального каркаса промздания приведены в таблице.

## ВЫВОДЫ

По результатам расчета стального каркаса промздания на сейсмические воздействия линейно-спектральным методом в ПК ЛИРА-САПР выявлено, что максимальное продольное усилие и максимальный изгибающий момент (по РСУ) в заделке наиболее нагруженной колонны среднего ряда, рассчитанные согласно ДБН В.1.1-12:2014, превышают значение данных внутренних усилий, рассчитанных согласно СП 14.13330.2014. Данное отличие связано с: учетом региональных сейсмических особенностей каждой страны, что приводит к различным значениям спектрального коэффициента динамичности; различными значениями коэффициента учета допускаемых повреждений для зданий со стальным каркасом (0,25 согласно ДБН В.1.1-12:2014 и 0,22 согласно СП 14.13330.2014);

**Таблица** – Сравнительный анализ результатов расчета стального каркаса промздания на сейсмические воздействия по различным нормам проектирования в ПК ЛИРА-САПР

Параметры сравнения	Ед. изм.	Величина соответствующего параметра				Разница величин, %	
		СП 14.13330.2014		ДБН В.1.1-12:2014			
		ось X	ось Y	ось X	ось Y	ось X	ось Y
Круговая частота по основной форме колебаний	Рад/с	3,289	6,347	3,25	6,288	1,19	0,93
Период по основной форме колебаний	с	1,91	0,989	1,932	0,999	1,15	1,01
$N_{max}$ в заделке наиболее нагруженной колонны среднего ряда по РСУ	кН	−658,02	−712,79	−673,75	−746,93	2,39	4,79
$M_{max}$ в заделке наиболее нагруженной колонны среднего ряда по РСУ	кНм	447,16	54,82	500,95	56,07	12,03	2,28

различными значениями коэффициента сочетания постоянных нагрузок для стальных конструкций (0,95 согласно ДБН В.1.1-12:2014 и 0,9 согласно СП 14.13330.2014). Отличие периодов и частот колебаний при одинаковых жесткостных характеристиках здания, связано с различными величинами масс, вследствие сочетания постоянных нагрузок для стальных конструкций с коэффициентом 0,95 согласно ДБН В.1.1-12:2014 и 0,9 согласно СП 14.13330.2014.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Немчинов, Ю. И. Сейсмостойкость зданий и сооружений [Текст] / Ю. И. Немчинов. – Киев : НИИСК Минрегионстроя Украины, 2008. – 480 с.
2. Chopra, A. K. Dynamics of structures: Theory and application to earthquake engineering [Текст] / A. K. Chopra. – New Jersey : Prentice-Hall, 1995. – 794 p.
3. Agrawal, P. Earthquake resistant design of structures [Текст] / P. Agrawal, M. Shrikhande. – New Delhi : Prentice-Hall of India Private Limited, 2006. – 660 p.
4. Datta, T. K. Seismic Analysis of Structures [Текст] / T. K. Datta. – Singapore : John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd, 2010. – 464 p.
5. ЛИРА-САПР 2011 [Текст] : учебное пособие / Ю. В. Гензерский, Д. В. Медведенко, О. И. Палиенко, В. П. Титок. – Киев : Электронное издание, 2011. – 396 с.

Получено 28.04.2019

О. О. СЕРДЮК, Я. В. НАЗИМ  
ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ БУДІВЕЛЬ НА СЕЙСМІЧНІ ВПЛИВИ ЗА  
РІЗНИМИ НОРМАМИ ПРОЕКТУВАННЯ (НА ПРИКЛАДІ СТАЛЕВОГО  
КАРКАСА ПРОМБУДІВЛІ)  
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** У статті розглянуті особливості розрахунку будівлі на сейсмічні впливи за різними нормами проектування. Виконано порівняльний аналіз результатів розрахунків будівлі на сейсмічні впливи лінійно-спектральним методом за ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічних районах України» і СП 14.13330.2014 «Будівництво в сейсмічних районах».

**Ключові слова:** сейсмічні впливи, промбудівля, норми проектування.

ELENA SERDYUK, YAROSLAV NAZIM  
FEATURES OF THE CALCULATION OF BUILDINGS ON SEISMIC EFFECTS ON  
VARIOUS DESIGN STANDARDS (ON THE EXAMPLE OF A STEEL FRAME OF  
AN INDUSTRIAL BUILDING)  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The features of the calculation of the building on seismic effects on various design standards are considered in the article. A comparative analysis of the results of calculations of the building on the seismic

effects of linear-spectral method was completed, according to the following regulatory documents DBN V.1.1-12:2014 «Construction in seismic regions of Ukraine» and SP 14.13330.2014 «Construction in seismic regions».

**Key words:** seismic effects, industrial building, design standards.

**Сердюк Елена Александровна** – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: расчеты зданий на сейсмические воздействия.

**Назим Ярослав Викторович** – кандидат технических наук, доцент кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: эксплуатационная надежность и долговечность электросетевых конструкций, динамические нагрузки на строительные конструкции.

**Сердюк Олена Олександрівна** – магістрант ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розрахунки будівель на сейсмічні впливи.

**Назім Ярослав Вікторович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри металевих конструкцій та споруд ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: експлуатаційна надійність та довговічність електромережних конструкцій, динамічні впливи на будівельні конструкції.

**Serdyuk Elena** – master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: calculations of buildings on seismic effects.

**Nazim Yaroslav** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Metal Structures and Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: operational characteristics, the longevity and the reliability of power supply structures, dynamic loads on structures.

УДК 502.628+620

**И. В. СЕЛЬСКАЯ, Е. И. СИМОНЕНКО**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## ОСВЕЩЕННОСТЬ ПОМЕЩЕНИЙ

**Аннотация.** Естественное освещение наиболее благоприятно для зрения, поскольку солнечный свет необходим для нормальной жизнедеятельности человека. Освещение может быть: естественное (за счет естественного света), искусственное (за счет искусственных источников света) и комбинированное. Одно из важнейших гигиенических требований к освещенности рабочих мест производственных помещений – обеспечение функции зрения человека, которая находится в прямой зависимости от степени освещенности рассматриваемого предмета. Все помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение. Естественное освещение помещений создается за счет прямого, рассеянного и отраженного солнечного света. Оно может быть боковым, верхним, комбинированным. Проектирование естественного освещения зданий должно базироваться на детальном изучении технологических или иных процессов, выполняемых в помещении, а также на светоклиматических особенностях территории.

**Ключевые слова:** освещенность, естественное освещение, помещение, яркость поверхностей, коэффициент неравномерности, окна.

Естественное освещение наиболее благоприятно для зрения, поскольку солнечный свет необходим для нормальной жизнедеятельности человека. Видимые лучи солнечного спектра (400...760 нм) обеспечивают функцию зрения, определяют естественный биоритм организма, положительно влияют на эмоции, интенсивность обменных процессов. Естественное освещение создается природными источниками света. Естественное освещение является биологически наиболее ценным видом освещения, к которому максимально приспособлены глаза человека [1].

Одно из важнейших гигиенических требований к освещенности рабочих мест производственных помещений – обеспечение функции зрения человека, которая находится в прямой зависимости от степени освещенности рассматриваемого предмета [1, 2]. Согласно изложенному, данная работа является актуальной, так как вопросы освещенности помещений тесно связаны с жизнедеятельностью человека и его здоровьем.

Целью данной статьи является обзор и установление наиболее подходящих условий освещенности помещений для оптимальной поддержке работоспособности человека.

Основными свойствами зрения являются: контрастная чувствительность (способность глаза отличать предмет от фона); острота зрения (степень различения мелких деталей); скорость различения деталей; устойчивость ясного видения (способность фиксировать детали предмета). В физиологии зрительного восприятия важное значение придается не потоку падающего на поверхность, а яркости освещаемых поверхностей, которая отражается от освещаемой поверхности в направлении глаза [1, 2]. Равномерное распределение яркости в поле зрения имеет важное значение для поддержания работоспособности человека. Если в поле зрения постоянно находятся поверхности, которые значительно отличаются по яркости (освещенности), то при переводе взгляда с ярко на слабоосвещенную поверхность глаза вынуждены переадаптироваться. Частая переадаптация ведет к развитию утомления зрения и затрудняет выполнение производственных операций [1].

Слепящий свет вызывает значительные нарушения зрения – понижение контрастной чувствительности, устойчивости видения и ослепленность. Защиту глаз от ослепленности следует обеспечивать при использовании как естественного света, так и его искусственных источников. При проектировании зданий предусматривают меры по солнцезащите: ориентацию по сторонам света, веранды, жалюзи, шторы, экраны и др. [1, 3].



При использовании искусственных источников света защита глаз от слепящего действия света достигается за счет применения осветительной арматуры с отражателями, высоты подвеса светильников, устранения из поля зрения полированных поверхностей. Для характеристики источника света значение имеет и его спектральный состав. Поэтому приближение искусственных источников света к спектру дневного света (в пределах длины волны 555 мкм) является наиболее благоприятным. При недостаточной освещенности быстро наступает зрительное утомление, снижаются внимание и работоспособность, повышается возможность производственного травматизма.

Согласно нормативным стандартам [1, 2] к освещению рабочих мест предъявляются следующие общие гигиенические требования: величина освещенности должна обеспечивать функцию зрения; необходимо равномерное распределение освещенности на поверхности рабочего места; между рабочим местом и фоном должны отсутствовать резкие тени; источник света не должен оказывать слепящего действия; при использовании искусственного источника света спектральный состав его должен быть близок к дневному в пределах максимального видения (550...555 мкм).

Все помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь естественное освещение. Естественное освещение помещений создается за счет прямого, рассеянного и отраженного солнечного света. Оно может быть боковым, верхним, комбинированным. Боковое освещение – через световые проемы в наружных стенах, верхнее – через световые проемы в покрытии и фонари, а комбинированное – в наружных стенах и в покрытиях [4]. Наиболее гигиенично боковое освещение, проникающее через окна, поскольку верхний свет при одной и той же площади остекления создает меньшую освещенность помещения [1, 2, 4].

Проектирование естественного освещения зданий должно базироваться на детальном изучении технологических или иных процессов, выполняемых в помещении, а также на светоклиматических особенностях территории [3, 4]. При этом учитывают: характеристику зрительной работы; местонахождение здания на карте светового климата; требуемую равномерность естественного освещения; расположение оборудования; желательное направление падения светового потока на рабочую поверхность; продолжительность использования естественного освещения в течение суток; необходимость защиты от слепящего действия прямого солнечного света. Интенсивность естественного освещения зависит от устройства и расположения окон, ориентации их по сторонам света, затененности окон близлежащими зданиями, зелеными насаждениями [1, 3].

Освещенность помещений находится в прямой зависимости от числа, формы и размера окон, а также от качества и чистоты стекол. Загрязненные стекла при двойном остеклении снижают естественную освещенность до 50...70 %, гладкое стекло задерживает 6...10 % света, матовое – 60, заморозенное – до 80 %. На освещенность помещений влияет цвет стен: белый отражает до 80 % солнечных лучей, серый и желтый – 40 %, а синий и зеленый – 10...17 %. Для лучшего использования поступающего в помещение светового потока стены, потолки, и оборудование должны быть окрашены в светлые тона. Особенно важна светлая окраска оконных переплетов, потолков, верхних частей стен, которые обеспечивают максимум отраженных световых лучей.

Резко снижает естественную освещенность помещений загромождение световых проемов. Поэтому на предприятиях запрещается заставлять окна оборудованием, продукцией, тарой как внутри, так и вне здания, а также заменять стекла фанерой, картоном и др. [4].

## ВЫВОДЫ

Ошибки, допущенные при проектировании освещения помещений, могут привести к ухудшению зрения, вызвать бессонницу и даже спровоцировать устойчивый синдром «вечной усталости». Если мощность установленных в помещении светильников недостаточна для комфортного чтения и выполнения домашних работ, то нам приходится постоянно напрягать глаза. Это неминуемо со временем вызовет проблемы со зрением.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сугак, Е. Б. Безопасность жизнедеятельности (раздел «Охрана труда в строительстве») [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. Б. Сугак. – М. : МГСУ. ЭБС АСВ. – 2014. – 112 с. – Режим доступа : <http://www.iprbooks-hop.ru/23718.html>.
2. Ёрс, П. Ф. Расчётное сравнение современных систем естественного освещения в целях улучшения уровня и равномерности освещённости [Текст] / П. Ф. Ёрс, Т. Казанасмаз // Светотехника. 2015. – № 1. – С. 28–35.



3. Тарасов, Ф. Е. Проектирование и расчет систем искусственного освещения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ф. Е. Тарасов, В. В. Гоман. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет. ЭБС АСВ – 2013. 76 с. – Режим доступа : <http://www.iprbookshop.ru/66581.html>.
4. Блаттнер, П. Световая среда для человека: наука, промышленность и закон [Текст] / П. Блаттнер, К. Даниленко // Светотехника. – 2016. – № 1. – С. 45–50.

Получено 30.04.2019

І. В. СЕЛЬСЬКА, Є. І. СИМОНЕНКО

ОСВІТЛЕНІСТЬ ПРИМІЩЕНЬ

ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

**Анотація.** Природне освітлення найбільш сприятливо для зору, оскільки сонячне світло необхідне для нормальної життєдіяльності людини. Освітлення може бути: природне (за рахунок природного світла), штучне (за рахунок штучних джерел світла) і комбіноване. Одна з найважливіших гігієнічних вимог до освітленості робочих місць виробничих приміщень – забезпечення функції зору людини, яка знаходиться в прямій залежності від ступеня освітленості розглянутого предмета. Усі приміщення з постійним перебуванням людей повинні мати, як правило, природне освітлення. Природне освітлення приміщень створюється за рахунок прямого, розсіяного і відбитого сонячного світла. Воно може бути бічним, верхнім, комбінованим. Проектування природного освітлення будівель повинно базуватися на детальному вивченні технологічних чи інших процесів, які виконуються в приміщенні, а також на світокліматичних особливостях території.

**Ключові слова:** освітленість, природне освітлення, приміщення, яскравість поверхонь, коефіцієнт нерівномірності, вікна.

IRINA SELSKAYA, ELIZAVETA SIMONENKO

ROOM LIGHTING

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** Natural lighting is most favorable for the view, since sunlight is necessary for normal human life. Lighting can be: natural (at the expense of natural light), artificial (at the expense of artificial sources of light) and combined. One of the most important hygienic requirements for the illumination of workplaces in industrial premises is to ensure the function of a person's vision, which is directly dependent on the degree of illumination of the subject in question. All rooms with a permanent stay of people should have, as a rule, natural lighting. Natural room lighting is created by direct, diffused and reflected sunlight. It can be side, top, combined. Designing natural lighting of buildings should be based on a detailed study of technological or other processes performed indoors, as well as on the photo-climatic features of the area.

**Key words:** illumination, natural lighting, room, brightness of surfaces, irregularity coefficient, windows.

**Сельская Ирина Владимировна** - кандидат химических наук, доцент; заведующая кафедрой автоматизации и электроснабжения в строительстве ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: электроснабжение, автоматизация и экологические проблемы в строительстве.

**Симоненко Елизавета Игоревна** – студент ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проблемы и рациональное использование энергоресурсов.

**Сельська Ірина Володимирівна** – кандидат хімічних наук, доцент; завідувач кафедри автоматизації та електропостачання в будівництві ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: електропостачання, автоматизація та екологічні проблеми в будівництві.

**Симоненко Єлизавета Ігорівна** – студент ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проблеми і раціональне використання енергоресурсів.

**Selskaya Irina** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor; Head of Automation and Power Supply in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: power supply, automation and environmental problems in construction.

**Simonenko Elizaveta** – a student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: problems and rational use of energy resources.

УДК 629.3.016

**Д. В. ПОПОВ, Д. Ф. КУРОЧКИН**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **АДАПТАЦИЯ АЛГОРИТМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ БЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ РАБОТЕ НА ГАЗОВОМ ТОПЛИВЕ**

**Аннотация.** На различных автозаправочных станциях состав топлива изменяется в широком диапазоне. В статье рассматриваются варианты адаптации алгоритмов работы электронных блоков управления двигателями при различных составах топлива.

**Ключевые слова:** топливо, датчик, химический состав, алгоритм, смесь, давление.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Создание и совершенствование двигателей внутреннего сгорания всегда связано с решением двух проблем при их проектировании: экономичность и экологичность. Одним из способов обеспечения топливной экономичности и снижения токсичности двигателя является развитие систем управления рабочими процессами.

### **ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Развитие алгоритмов работы электронных блоков управления бензиновых двигателей при работе на газовом топливе.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

В настоящее время задача разработки оптимального алгоритма адаптации к различным химическим составам топлива является актуальной и многие фирмы, которые производят автомобили, занимаются разработкой данных алгоритмов на основе использования в качестве основных параметров:

- давления в камере сгорания, его изменения во времени и уровня;
- ионных токов на свече зажигания, их изменения во времени;
- температуры в процессе горения топливовоздушной смеси.

Эти алгоритмы могут быть развиты до автоматической адаптации к различным химическим составам топлив.

Основные направления адаптации к составу газового топлива представлены ниже.

Первое направление адаптации заключается в изменении параметров и/или таблиц впрыска, сгорания и дополнительной корректировке в зависимости от молекулярной структуры топлива. Для его реализации определяют молекулярную структуру подаваемого в двигатель топлива с использованием спектроскопического анализа углеводородов. На основе полученных данных о составе топлива корректируется его цикловая подача. Данное направление дорогостояще, так как необходимы мощные электронные устройства для расшифровки данных передаваемых от спектроскопического датчика.

Второе направление по определению ускорения вращения коленчатого вала использует и преобразует сигналы датчика коленчатого вала. Принцип работы основан на зависимости угловой скорости коленчатого вала от мощности двигателя. Недостаток данного параметра заключается в том, что

на него влияют различные факторы: параметры окружающей среды, параметры износа деталей ДВС в процессе эксплуатации, параметры масляной системы и т. д. Алгоритм адаптации должен учитывать все эти факторы, что значительно его усложняет в процессе разработки.

Третье направление с использованием широкополосного датчика кислорода, работающего в широком диапазоне температур, возможно реализовать только на установившихся режимах работы с прогретым до рабочей температуры датчиком кислорода. Замер токсичности отработавших газов начинается с момента пуска двигателя, поэтому этот вариант достаточен только для норм Евро-2 и не всегда для норм Евро-3. На основе полученных данных с датчика кислорода производится корректировка состава топливовоздушной смеси.

Четвёртое направление с использованием датчика давления газов в камере сгорания ДВС является перспективным, т. к. измерение давлений практически не составляет труда. Многолетние исследования датчиков давления в цилиндре показали, что лучшую стойкость к тепловым воздействиям имеют те, в которых в качестве измерительных элементов используются пьезоэлектрические кристаллы. Пьезоэлектрические датчики способны удовлетворить высокие требования по частотной характеристике и линейности в широком диапазоне давлений. В то же время основным недостатком их использования является малый уровень выходного сигнала.

Пятое направление, с использованием сигнала со свечи зажигания об ионных токах в процессе горения топлива в камере сгорания, также является перспективным. Больше информации можно получить, используя ионизационный датчик (ИД), установленный в удалённой от свечи зажигания зоне камеры сгорания.

Для четвёртого и пятого направлений необходимо разработать алгоритм расчёта и управления ДВС при адаптации к различным составам газового топлива, выполнить виртуальные расчёты и провести калибровку настроечных коэффициентов для определённых двигателей.

Шестое направление с использованием оптического датчика температуры. Физические воздействия на оптоволокно, такие как температура и давление, изменяют характеристики пропускания света и как следствие, приводят к изменению сигнала обратного отражения. Недостатком данного датчика является искажение сигнала в процессе работы из-за накопления сажи в камере сгорания. Для использования данного датчика также необходимо разработать алгоритм расчёта и управления.

Седьмое направление по использованию лазерного датчика определяющего количество углеводородных составляющих в топливе. Данное направление является перспективным, т. к. не требуется вмешательство в камеру сгорания и возможно производить измерения в непосредственной близости от входа в газовые форсунки, что позволит оперативно корректировать топливopодачу в цилиндры ДВС.

Во всех рассмотренных случаях управление процессом адаптации осуществляется по нескольким параметрам:

- длительность открытия газовой форсунки;
- изменение угла опережения зажигания;
- изменение фаз газораспределения.

Длительность открытия клапана газовой форсунки определяет количество циклового топлива, поступившего в цилиндр двигателя, и её отличие от стехиометрического значения для различных химических составов топлива.

Изменение угла опережения зажигания необходимо из-за того, что каждый химический состав топлива имеет свою скорость горения в смеси с воздухом. Если не изменять угол опережения зажигания, то не будут оптимальные по мощности и крутящему моменту параметры двигателя на конкретном составе топлива.

При переходе от бензинового топлива к газовому топливу скорость горения топливовоздушной смеси уменьшится. Максимальное давление в камере сгорания уменьшится, а сам пик переместится за ВМТ по углу положения коленчатого вала. Эти изменения приведут к более мягкой работе двигателя, но для оптимизации его по мощности, крутящему моменту и расходу топлива необходимо увеличить угол опережения зажигания.

## ВЫВОД

Предложенные варианты алгоритма адаптации электронной системы управления двигателем к различным химическим составам газообразного топлива позволят повысить мощностные показатели и топливную экономичность.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альтернативные виды топлив и возможности их использования в России [Текст] / Н. Д. Чернышёва, Ю. В. Коженикова, Е. А. Чернышёва // «АГЗК-АТ». – 2007. – № 4(34). – 68 с.
2. Перспективы развития самонастраивающихся контуров ЭСУ ДВС [Текст] / Б. Я. Черняк, Ф. С. Онищук, Э. Бездикиан, Э. Саркисян // 3-и Луканинские чтения : тезисы докладов (ГТУ МАДИ, 30–31 января 2007). – 2007. – С. 25–29.

Получено 30.04.2019

Д. В. ПОПОВ, Д. Ф. КУРОЧКИН  
АДАПТАЦІЯ АЛГОРИТМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРОННИХ БЛОКІВ  
УПРАВЛІННЯ БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ ПРИ РОБОТІ НА ГАЗОВОМУ  
ПАЛИВІ  
ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

**Анотація.** На різних автозаправних станціях склад палива змінюється в широкому діапазоні. У статті розглядаються варіанти адаптації алгоритмів роботи електронних блоків управління двигунів при різних складах палива.

**Ключові слова:** паливо, датчик, хімічний склад, алгоритм, суміш, тиск.

DMITRY POPOV, DENIS KUROCHKIN  
ADAPTATION OF OPERATION ALGORITHMS OF ELECTRONIC CONTROL  
UNITS OF GASOLINE ENGINES WHILE OPERATING ON GAS FUEL  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** At various gas stations, the composition of the fuel varies over a wide range. For optimal engine performance, the article discusses options for adapting algorithms for the operation of electronic engine control units with different fuel compositions.

**Key words:** fuel, sensor, chemical composition, algorithm, mixture, pressure.

**Попов Дмитрий Владимирович** – кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, технологических машин и оборудования ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: электронные системы управления двигателем внутреннего сгорания.

**Курочкин Денис Фёдорович** – студент ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: алгоритмы работы электронных блоков управления двигателем внутреннего сгорания.

**Попов Дмитро Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, технологічних машин і обладнання ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ. Наукові інтереси: електронні системи управління двигуном внутрішнього згоряння.

**Курочкин Денис Федорович** – студент ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ. Наукові інтереси: алгоритми роботи електронних блоків управління двигуном внутрішнього згоряння.

**Popov Dmitry** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technical Exploitation and Service of Automobiles, Technological Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: electronic control systems of an internal combustion engine.

**Kurochkin Denis** – a student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: algorithms of electronic control units for an internal combustion engine.

УДК 621.315.1:624.014

**А. В. ТАНАСОГЛО, С. А. ФОМЕНКО, А. Н. ВОЛЧКОВ, Л. В. КОЗЛОВА, И. В. ТАНАСОГЛО**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПО РАСЧЁТУ ПРОВОДОВ И ТРОСОВ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ**

**Аннотация.** В статье разработан программный комплекс по расчёту проводов и тросов опор линий электропередачи. Алгоритм расчёта реализует определение нагрузок на опоры с учётом совместности деформаций конструктивных элементов воздушной линии (ВЛ). В отличие от традиционного расчёта нагрузки аварийного режима определяются не только в режиме гололёда, но и при минимальной и среднеэксплуатационной температурах. Разработанный программный комплекс эффективен при новом проектировании и реконструкции действующих ВЛ.

**Ключевые слова:** линия электропередачи, программный комплекс, критический пролет, токоведущий провод, грозозащитный трос, методика расчёта.

### **АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ**

В настоящее время в энергосистемах стран СНГ эксплуатируется около 600 тыс. км воздушных линий электропередачи напряжением 110 кВ на металлических опорах, общая масса которых достигает 5 млн тонн [1, 2]. Массовый характер возведения опор ВЛ особенно остро ставит вопрос повышения эффективности, долговечности и надёжности энергетического строительства, поэтому пересмотр существующих типовых проектов представляет важную задачу [3–5].

Быстрое и эффективное совершенствование опор ВЛ возможно путем их оптимизации и автоматизации проектирования, включая: создание расчетной модели ВЛ как единой сети; исследование нагрузок от проводов и тросов при их совместной работе с конструкциями опор в зависимости от рельефа местности и атмосферно-климатических условий; анализ напряженно-деформированного состояния токоведущих проводов и грозозащитных тросов [6–8]. Поэтому создание расчетного комплекса по автоматизированному расчету проводов и тросов является актуальной задачей.

### **МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОВОДОВ И ТРОСОВ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ**

Алгоритм расчёта проводов и тросов реализует определение нагрузок на опоры с учётом совместности деформаций конструктивных элементов ВЛ, атмосферных условий и профиля трассы для необходимого числа режимов работы линии электропередачи [9].

Провода и тросы, подвешенные на опорах воздушной линии, находятся под постоянным действием равномерно-распределённой по длине вертикальной статической нагрузки от собственного веса. Кроме того, на них могут действовать дополнительные нагрузки – вертикальная от гололёда и горизонтальная от ветра [10].

Все возможные сочетания климатических условий показаны в таблице.

Изменение напряжения в проводе (тросе) при изменении атмосферных условий (температуры и нагрузки) описывается известным уравнением состояния провода:

$$\sigma - \frac{\gamma^2 E l^2}{24 \sigma^2} = \sigma_0 - \frac{\gamma_0^2 E l^2}{24 \sigma_0^2} - \alpha E \cdot (t - t_0). \quad (1)$$

С помощью переходного уравнения состояния провода (1) можно определить величину напряжения в проводе при новом состоянии, если известны напряжения в начальном состоянии и величины нагрузок и температуры.

**Таблица** – Расчётные режимы проводов и тросов

Расчётный режим	Сочетание климатических условий	Номер нагрузки $\gamma$
I	Провода и трос покрыты гололёдом, температура минус 5 °С, скоростной напор ветра при гололёде	7
II	Провода и трос покрыты гололёдом, температура минус 5 °С, ветра нет	3
III	Максимальный скоростной напор ветра, температура минус 5 °С, гололёда нет	6
IV	Среднегодовая температура, ветра и гололёда нет	1
V	Температура плюс 15 °С, ветра и гололёда нет	1
VI	Низшая температура, ветра и гололёда нет	1
VII	Максимальная температура, ветра и гололёда нет	1
VIII	Температура минус 15 °С, скоростной напор ветра при монтаже 6,25 кг/м <sup>2</sup> , гололёда нет	8
IX	Температура плюс 15 °С, скоростной напор ветра при грозовых перенапряжениях ( $q = 0,1_{max}$ ; если $< 6,25$ кг/м <sup>2</sup> , то $= 6,25$ кг/м <sup>2</sup> )	9
X	Температура минус 15 °С, ветра и гололёда нет	1

Из уравнения (1) следует, что при малых пролётах на величину напряжения оказывает большое влияние температура, а при больших пролётах – нагрузка. Отсюда следует, что должна быть такая пограничная величина пролёта, при которой влияние температуры и нагрузки на величину напряжения будет одинаковым. Такой пролёт называется критическим.

Для вычисления значений критического пролёта между любыми режимами необходимо подставить в уравнение состояния провода (1) значения напряжений  $\sigma$ , нагрузок  $\gamma$  и температур  $t$ , соответствующие этим режимам:

$$\sigma_I - \frac{\gamma_I^2 E l_k^2}{24 \sigma_I^2} = \sigma_{II} - \frac{\gamma_{II}^2 E l_k^2}{24 \sigma_{II}^2} - \alpha E \cdot (t - t_0). \quad (2)$$

Решая это уравнение относительно  $l_k$ , получаем общую формулу критического пролёта:

$$l_k = \frac{\sigma_{II}}{\gamma_I} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{II} - \sigma_I + \alpha E \cdot (t_{II} - t_I)}{\frac{E}{24} \left[ \left( \frac{\gamma_{II}}{\gamma_I} \right)^2 - \left( \frac{\sigma_{II}}{\sigma_I} \right)^2 \right]}}. \quad (3)$$

Подставляя в формулу (2) нормируемые ПУЭ [13] значения допускаемых напряжений при минимальной температуре  $\sigma_m$ , максимальной нагрузке  $\sigma_H$  и среднеэксплуатационной температуре  $\sigma_{\sigma}$ , получаем формулы критических пролётов, удобные для практического использования.

Далее производится расчёт грозозащитного троса из условия соблюдения расстояний между проводом и тросом в середине пролёта, требуемых ПУЭ [13] по соображениям грозозащиты при температуре +15 °С и без ветра.

### ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС РАСЧЕТА ПРОВОДОВ И ТРОСОВ ОПОР ВЛ

На основе изложенных методик в Донбасской национальной академии строительства и архитектуры разработан программный комплекс по расчёту токоведущих проводов и грозозащитных тросов опор линий электропередачи [11].

Данный комплекс реализует алгоритмы определения напряжённо-деформированного состояния проводов и тросов; численно-аналитические методы определения редуцированного тяжения при обрыве в любом пролёте; расчёт гибких однородных тяжёлых нитей по цепной зависимости для больших пролётов и значительных перепадов высот по смежным опорам профиля; уточнение центра тяжести проводов и тросов в процессе итераций; определение весовых, ветровых и аварийных нагрузок для конкретных опор существующего профиля трассы при привязке типовых опор или расстановке конструкций индивидуального проектирования.

За расчетную модель принимается часть линии электропередачи: анкерный участок – расстояние между смежными анкерными опорами (рисунок). Провода и тросы жестко закреплены к анкерным опорам и подвержены тяжению, а к промежуточным опорам они подвешиваются свободно через промежуточный элемент – гирлянду изоляторов. После загрузки системы в деформированном состоянии наступит, когда деформации проводов и тросов будут равны деформациям конструкций опор [12].

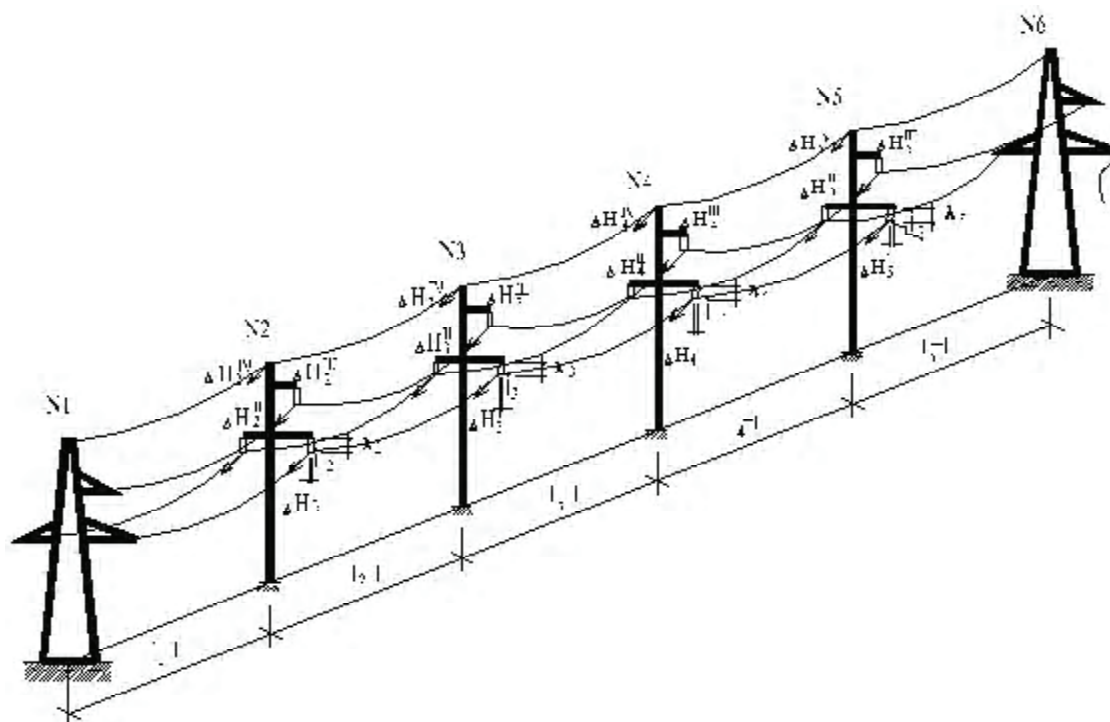


Рисунок – Расчетная модель воздушной линии.

Вся необходимая для выполнения расчёта исходная информация должна быть подготовлена пользователем путём занесения данных по алгоритму в файл исходных данных и в файл данных профиля трассы и расположения опор.

Файл исходных данных включает в себя следующие данные: единичная нагрузка от собственного веса, удельный вес гололёдных отложений, физико-механические характеристики провода и троса, допускаемые напряжения при среднеэксплуатационной и минимальной температурах, допускаемые напряжения при наибольшей нагрузке, коэффициенты тяжения и расщепления провода и троса в соответствии с ПУЭ [13].

В табличной форме в файл данных профиля трассы и расположения опор вводятся следующие данные: номер анкерного участка, номера пролётов и опор. Для каждой опоры и пролётов указываются: длина пролёта, высота фундамента, высота от верха фундамента до нижней траверсы, высота между нижней и средней траверсами, между средней и верхней траверсами, габарит от земли до провода, разность отметок тросостойки и траверсы, длина и нормативный вес гирлянды изоляторов провода, длина и нормативный вес гирлянды изоляторов троса, абсолютная отметка земли, коэффициенты гибкости опоры и распределения усилий, угол поворота трассы.

В результате расчета программа выдает таблицы монтажных стрел, тяжений и напряжений токоведущих проводов и грозозащитных тросов для расчетного диапазона температур окружающего воздуха.

## ВЫВОДЫ

1. Разработан программный комплекс по расчёту токоведущих проводов и грозозащитных тросов опор линий электропередачи.

2. В отличие от традиционного расчёта нагрузки аварийного режима для анкерно-угловых опор определяются не только в режиме гололёда, но и при минимальной и среднеэксплуатационной температурах.

3. Расчет в программном комплексе позволяет рассмотреть поочерёдный обрыв всех фаз проводов и тросов как в левом, так и в правом пролётах. При расчете вычисляется как нормативная аварийная нагрузка, так и редуцированное аварийное тяжение с учётом влияния гибкости опоры, длины гирлянды изоляторов, пролёта и перепада высот профиля для смежных опор.

4. Разработанный программный комплекс эффективен как при индивидуальном проектировании новых линий электропередачи для конкретных атмосферно-климатических условий, так и при реконструкции действующих линий электропередачи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевченко, Е. В. Совершенствование металлических конструкций опор воздушных линий электропередачи [Текст] : моногр. / Е. В. Шевченко. – [2-е изд.]. – Макеевка : ДонГАСА, 1999. – 169 с.
2. Танасогло, А. В. Узкобазные конструкции решетчатых опор воздушных линий повышенной надежности [Текст] / А. В. Танасогло // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2015. – Вып. 2015-3(113) Здания и сооружения с применением новых материалов и технологий. – С. 50–53.
3. Назим, Я. В. Исследование напряженно-деформированного состояния конструкций опор большого перехода меж-системной воздушной линии электропередачи в условиях реконструкции с заменой проводов [Текст] / Я. В. Назим, А. В. Танасогло // Металлические конструкции. – 2015. – Т. 21, № 2. – С. 49–61.
4. IEC 60826. Design criteria of overhead transmission lines [Текст]. – Third Edition. – Geneva, Switzerland : International Electrotechnical Commission, 2003. – 241 p. – (International Standard).
5. Yang, B. Stress, strain, and structural dynamics [Текст] : an interactive handbook of formulas, solutions, and MATLAB toolboxes / Bingen Yang. – [S. l.] : Elsevier Academic Press, 2005. – 960 p.
6. Танасогло, А. В. Уточнение коэффициента динамичности анкерно-угловой опоры ВЛ 110 кВ при действии пульсационной составляющей ветровой нагрузки [Текст] / А. В. Танасогло // Металеві конструкції. – 2012. – Т. 18, № 2. – С. 135–145.
7. Li, H. High voltage transmission tower line system subjected to disaster loads [Текст] / H. Li and H. Bai // Progress in Natural Science. – 2006. – Vol. 16, No. 9. – P. 899–911.
8. Refinement of wind loads on lattice support structures of the intersystem overhead power transmission lines 750 kV [Text] / Ye. Shevchenko, Ya. Nazim, A. Tanasoglo, I. Garanzha // Procedia Engineering, 2015. – 117. – P. 1033–1040.
9. Оптимальное проектирование решетчатых металлических конструкций воздушных линий электропередачи [Текст] / А. П. Пустогвар, А. В. Танасогло, И. М. Гаранжа, Л. А. Шилова и др. // MATEC Web of Conferences. – 2016. – № 86, 04003(2016). – P. 19–28.
10. Танасогло А. В. Оптимальные конструктивные решения двухцепных анкерно-угловых опор линий электропередачи 110 кВ [Текст] / А. В. Танасогло // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2015. – Т. 11, № 1. – С. 5–14.
11. Танасогло А. В. Численно-аналитическая методика решения задачи устойчивости пространственных решетчатых конструкций [Текст] / А. В. Танасогло // Металлические конструкции. – 2015. – Т. 21, № 3. – С. 107–117.
12. Design of Latticed Steel Transmission Structures [Текст] / American Society of Civil Engineers. ANSI/ ASCE 10\_90, A.N.S.I. – New York : A.S.C.E., 1991. – 64 p.
13. Правила улаштування електроустановок. Глава 2.5 «Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ» [Текст] / Міністерство палива та енергетики України. – К. : ОЕП «ГРІФРЕ», 2006. – 125 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України).

Получено 30.04.2019

А. В. ТАНАСОГЛО, С. О. ФОМЕНКО, О. М. ВОЛЧКОВ, Л. В. КОЗЛОВА,  
И. В. ТАНАСОГЛО  
ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС З РОЗРАХУНКУ ПРОВОДІВ І ТРОСІВ ЛІНІЙ  
ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ  
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** У статті розроблено програмний комплекс з розрахунку проводів і тросів опор ліній електропередавання. Алгоритм розрахунку реалізує визначення навантажень на опори з урахуванням спільності деформацій конструктивних елементів повітряної лінії (ПЛ). На відміну від традиційного розрахунку навантаження аварійного режиму визначаються не тільки в режимі ожеледі, а й при мінімальній і середньоексплуатаційній температурах. Розроблений програмний комплекс ефективний при новому проектуванні та реконструкції діючих ПЛ.

**Ключові слова:** лінія електропередавання, програмний комплекс, критичний проліт, струмоведучий провід, грозозахисний трос, методика розрахунку.



ANTON TANASOGLO, SERAFIM FOMENKO, ALEXANDER VOLCHKOV,  
LYUDMILA KOZLOVA, IRINA TANASOGLO  
SOFTWARE PACKAGE ON CALCULATION OF CONDUCTOR WIRES AND  
GROUND WIRES OF POWER TRANSMISSION LINES  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** There is given a software package for the calculation of wires and ground wires of power transmission line supports. The calculation algorithm implements the determination of the loads on the supports, taking into account the compatibility of deformations of the structural elements of the overhead power line (OPL). In contrast to the traditional calculation of the emergency load, they are determined not only in the ice mode, but also at the minimum and average operating temperatures. The developed software package is effective in the new design and reconstruction of existing OPL.

**Key words:** power transmission line, software package, critical span, conductor wire, ground wire, calculation method.

**Танасогло Антон Владимирович** – кандидат технических наук, доцент кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: эксплуатационная надежность и оптимальное проектирование конструкций воздушных линий электропередачи и антенных опор. Изучение действительной работы металлических решетчатых конструкций башенного типа.

**Фоменко Серафим Александрович** – кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной механики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: развитие общей методики динамических расчетов элементов строительных конструкций и поиск рациональных способов гашения колебаний.

**Волчков Александр Николаевич** – ассистент кафедры электротехники и автоматики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: обеспечение надежной работы и долговечности конструкций опор воздушных линий, проектирование конструкций с гарантированными показателями долговечности.

**Козлова Людмила Викторовна** – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, экспертизы и управления недвижимостью ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: мониторинг социально-экономического развития муниципальных образований. Экономическая и социальная среда функционирования объектов недвижимости.

**Танасогло Ирина Викторовна** – магистрант кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: развитие общей методики динамических расчетов элементов строительных конструкций и поиск рациональных способов гашения колебаний.

**Танасогло Антон Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри металевих конструкцій і споруд ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: експлуатаційна надійність та оптимальне проектування конструкцій повітряних ліній електропередавання та антенних опор. Вивчення дійсної роботи металевих ґратчастих конструкцій баштового типу.

**Фоменко Серафим Олександрович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної механіки ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розвиток загальної методики динамічних розрахунків елементів будівельних конструкцій і пошук раціональних способів гасіння коливань.

**Волчков Олександр Миколайович** – асистент кафедри електротехніки і автоматики ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: забезпечення надійної роботи і довговічності конструкцій опор повітряних ліній, проектування конструкцій з гарантованими показниками довговічності.

**Козлова Людмила Вікторівна** – кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки, експертизи та управління нерухомістю ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: моніторинг соціально-економічного розвитку муніципальних утворень. Економічне і соціальне середовище функціонування об'єктів нерухомості.

**Танасогло Ірина Вікторівна** – магістрант кафедри металевих конструкцій і споруд ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розвиток загальної методики динамічних розрахунків елементів будівельних конструкцій та пошук раціональних способів гашення коливань.

**Tanasoglo Anton** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Metal Structures and Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: operational reliability and optimal design of overhead power transmission line and antenna support structures. Studying of the valid work of metal lattice tower supports.

**Fomenko Serafim** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor; Theoretical and Applied Mechanics Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of the general dynamic design technique of building structure elements and search for the rational ways of vibration damping.

**Volchkov Alexander** – assistant, Electrotechnics and Automatics Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reliable operation supply and durability of the transmission line supports structures, structural designing work with the guarantee indices of durability.

**Kozlova Lyudmila** – Ph. D. (Econ.), Associate Professor, Economics, Expertise and Property Management Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: monitoring of socio-economic development of municipalities. Economic and social environment of real estate objects functioning.

**Tanasoglo Irina** – master's student, Metal Structures and Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of the general dynamic design technique of building structure elements and search for the rational ways of vibration damping.

UDC 711.57

**TAMARA ZAGORUYKO, KONSTANTIN MARENKOV**  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

## **THE CURRENT WORLD PRACTICE OF FORMING RESEARCH AND EDUCATIONAL CENTERS**

**Abstract.** The article is aimed at defining the concept of modern development of architecture of scientific and educational centers, being based on the analysis of existing institutions of the given type. Modern methods of forming scientific and educational centers which are of great significance for implementation of further design research solutions are discussed. Particular attention is paid to the image solution of the modern scientific and educational centers.

**Key words:** scientific and educational center, modern architecture, new designing, modern technologies.

### **WORDING OF PROBLEM**

A modern scientific and educational center is a multifunctional complex aimed at the interaction of scientific and educational functions, focused on a wide range of students and employees. Children are given the opportunity to attend extracurricular activities of interest, that is a feature which lies in the scientific focus of research (creation, improvement, development of modern devices and technologies). The older generation will be able to realize scientific ideas and test them in practice.

The formation of a modern scientific and educational center is designed to solve an important task – the development of the scientific potential of the region, taking into account the improvement of the educational environment. Thus, it is necessary to analyze the existing experience in the design, construction and operation of places of similar purpose.

### **ANALYSIS OF RECENT RESEARCH AND PUBLICATIONS**

A number of Scientific works were studied, where problems of organization of the architectural environment were considered, taking into account the functioning of various typological groups of civil buildings. In particular, H. Benai [1], considers the features of the development of the architectural and planning organization of innovation centers. The regional originality and architectural modeling of the Donetsk region are defined, by E. Gayvoronsky [2].

Similar questions of the organization of modern scientific and educational centers (for example, buildings of higher educational institutions) are presented in the study of A. Levyh and L. Vedernikova [4]. The typology of scientific and educational institutions today is practically not studied. This makes it possible to improve the approaches at the design stage.

### **PURPOSE**

Analyze the world practice of forming research and educational centers.

### **MAIN MATERIAL**

In the world practice there are several outstanding examples of designing such centers.

A striking example of the objects of the studied type is the Burwood Highway Frontage training and Research Building for Deakin University, designed by Woods Bago, Melbourne, Australia [7].

The appearance is formed from elements in the form of golden lattice structures. The tower stands on the columns. Built for the University of Melbourne Deakin, it houses all kinds of departments of a modern medical institution of higher education, i. e. laboratories, lecture and practical classes, rooms for administrative and technical services. The building also houses an underground parking, a public art gallery, a library and a cafe.

Working at the order, the architects solved three main tasks: ensuring sufficient space for various purposes, functional space equipment, harmonious introduction of the building into the existing campus ensemble.

The volume-spatial solution of the building is represented by two main blocks, forming an L-shaped tuyereplane view. The main tower adjacent to the rest of the town and is connected to a relatively small silver wing, which runs parallel to the highway.

The internal design of scientific laboratories fully meets all modern requirements. Flexible work areas provide both individual and collective research and work. Space designed for relaxation and communication, for closer interaction between staff and students, directly interacts with the working classrooms. The corridors throughout the building are framed with curved surfaces, colorful geometric tiles demarcate the various zones.

Particular attention should be paid to the SleukRith Research Center in Phnom Penh, the capital of Cambodia, which was designed by renowned architect ZahaHadid. The center will be used to conduct research on the history of the genocide in Asia [3].

According to the architect's plan, the exterior of the building embodies the confluence of two epochs: the elements of Cambodia's national architecture will be combined with futuristic details.

The appearance of the main monument of antiquity – the temple of Angkor Wat served as the project involves the construction of five wooden buildings connected in one complex. The inspiration for the creation of SleukRith.

SleukRith will accommodate not only a research center, but also other necessary facilities: a library, an archive and several audiences. A place was chosen for the complex next to one of the faculties of the Royal University of Economics and Law.

Another project previously mentioned architect, ZahaHadid, should be noted. It is research center in Riyadh in Saudi Arabia.

Saudi Arabia is actively investing in the study of alternative energy sources. Thus, the King Abdullah Oil Research Center (KAPSARC) is a non-profit institution established to study energy use throughout the world. The center cooperates intensively with the government and international structures [4].

The KAPSARC campus, completed in 2017, occupies 7 hectares and includes five buildings. The main building, designed in 2009 by Zaha Hadid, was the first super-ecological building of the Zaha Hadid Architects Bureau, and I was awarded the Leed Platinum certificate. Hexagonal buildings resemble honeycombs and are connected to each other. This design has reduced the consumption of building materials and it is easier to link buildings with each other. If necessary, you can attach new buildings without damage to the appearance of already finished structures.

On its territory there is a knowledge center, a computer center, a conference center, a research library and a prayer hall. The connecting link is the courtyard, where you can hide from the sun under the shade of the sheds.

Due to the design features – location, use of solar panels, etc. – the building consumes electricity 45 % less than the standard one. Drinking water is recycled and reused. And 30 % of materials are made from recycled materials.

The analysis of the current world practice of the modern scientific and educational centers shows that its formation directly depends on the established patterns of the architectural organization of buildings and structures that will not contradict the compositional and stylistic requirements of the surrounding buildings, but rather emphasize their importance. Applying some traditional solutions, there is an opportunity to create an authentic and unique look of the scientific and educational center, which will serve as a bright accent in the general silhouette of the city and stand out from the surrounding buildings, and in some cases. It can become the dominant architectural and town-planning accent, which will have such features as recognizability and architectural expressiveness.

## CONCLUSION

Studies have shown that modern scientific and educational centers are a unique, qualitatively new stage of evolution of educational institutions. The main task of such institutions is an ideological new approach in providing for the necessary amount of knowledge using modern equipment, as well as maintaining the creative potential of students.

## REFERENCES

1. Бенаи, Х. А. Особенности развития архитектурно-планировочной организации инновационных центров [Текст] / Х. А. Бенаи, Е. А. Кривенко // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2014. – Вып. 2014-2(106) Проблемы архитектуры и градостроительства. – С. 13–28.
2. Гайворонский, Е. А. Методика композиционно-художественного моделирования образа архитектурных объектов [Текст] / Е. А. Гайворонский // Вісник Донбаської національної будівництва і архітектури. – 2008. – Вып. 2008-6(74) Проблеми містобудування і архітектури. – С. 17–20.
3. Дианова, Ю. Заха Хадид представила проект института Sleuk Rith в Пномпене, Камбоджа [Электронный ресурс] / Ю. Дианова. – [2014]. – Режим доступа : <https://www.buro247.ru/lifestyle/design/zakha-khadid-predstavila-proekt-instituta-sleuk-ri.html>.
4. Исследовательский центр KAPSARC от Zaha Hadid Architects [Электронный ресурс] // Данпроект. – Режим доступа : <http://dan-project.com.ua/ru/issledovatel'skij-centr-kapsarc-ot-zaha-hadid-architects/>.
5. Левых, А. Ю. Роль научно-образовательного центра в инновационном развитии вуза [Текст] / А. Ю. Левых, Л. В. Ведерникова // Высшее образование в России. – 2013. – (11). – С. 11–121.
6. Учебный и научно-исследовательский корпус Burwood Highway Frontage для университета Deakin по проекту Woods Bago, Мельбурн, Австралия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://apartmentinteriors.ru/burwood-highway-frontage/>.

Получено 26.04.2019

**Т. И. ЗАГОРУЙКО, К. А. МАРЕНКОВ**  
**СЛОЖИВШАЯСЯ МИРОВАЯ ПРАКТИКА В ОБЛАСТИ ФОРМИРОВАНИЯ**  
**НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ**  
**ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»**

**Аннотация.** Статья направлена на определение концепции современного развития архитектуры научно-образовательных центров, основываясь на анализе существующих учреждений исследуемого типа. Рассмотрены современные примеры формирования научных и образовательных центров, представляющих важное значение для разработки последующих проектно-исследовательских решений в условиях формирования архитектуры научно-образовательных учреждений. Основное внимание уделено образному решению современного научно-образовательного центра.

**Ключевые слова:** научно-образовательный центр, современная архитектура, новое строительство, новейшие технологии.

**Т. І. ЗАГОРУЙКО, К. О. МАРЕНКОВ**  
**СВІТОВА ПРАКТИКА, ЩО СКЛАЛАСЯ У СФЕРІ ФОРМУВАННЯ НАУКОВО-**  
**ОСВІТНІХ ЦЕНТРІВ**  
**ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»**

**Анотація.** Стаття спрямована на визначення концепції сучасного розвитку архітектури науково-освітніх центрів, ґрунтуючись на аналізі існуючих установ досліджуваного типу. Розглянуто сучасні методи формування науково-освітніх центрів, що мають важливе значення для реалізації наступних проектно-дослідницьких рішень в умовах формування архітектури науково-освітніх установ. Особлива увага спрямована на образне рішення сучасного науково-освітнього центру.

**Ключові слова:** науково-освітній центр, сучасна архітектура, нове будівництво, новітні технології.

**Загоруйко Тамара Ивановна** – доцент кафедры иностранных языков и педагогики высшей школы ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: методика преподавания иностранных языков, роль преподавателя в учебном процессе, проблемы воспитания студенческой молодежи.

**Маренков Константин Александрович** – магистр архитектуры, ассистент кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды, ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: современные тенденции формирования архитектурной среды научно-образовательных центров.

**Загоруйко Тамара Іванівна** – доцент кафедри іноземних мов та педагогіки вищої школи ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: методика викладання іноземних мов, роль викладача в навчальному процесі, проблеми виховання студентської молоді.

**Маренков Костянтин Олександрович** – магістр архітектури, асистент кафедри архітектурного проектування і дизайну архітектурного середовища ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: сучасні тенденції формування архітектурного середовища науково-освітніх центрів.

**Zagoruyko Tamara** – Associate Professor, Foreign Languages and High School Pedagogy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: teaching methods of foreign language, lecture's functions in a teaching process, students' educational problems.

**Marenkov Konstantin** – Master of Architecture, Architectural Planning and Design of Architectural Environment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: modern trends in the formation of the research and educational centers' architectural environment.

УДК 691.32

**О. Н. ШЕВЧЕНКО, З. З. МАЛИНИНА, Е. Ю. ТКАЧЕВА**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ ВОДЫ НЕИЗВЕСТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И СОСТАВА К КОРРОЗИОННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ НА БЕТОН

**Аннотация.** Проведен анализ воды неизвестного состава с использованием унифицированных методов анализа воды и определены основные показатели ее агрессивности по отношению к бетону. Показано отсутствие способности у воды данного состава к коррозионному воздействию на бетон.

**Ключевые слова:** бетон, коррозия, вода, состав, агрессивность.

### АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Важнейшее свойство строительных конструкций – их прочность и долговечность [1]. В связи с широким применением бетонных конструкций и освоением новых районов с агрессивными грунтовыми водами важной задачей является обеспечение долговечности бетона при действии на него различных жидких сред [2]. Наиболее широко в строительстве применяется портландцемент. В строительной практике часто встречаются случаи снижения прочности или разрушения бетона, вызванные химическими процессами взаимодействия природной воды с продуктами гидратации портландцемента (таблица 1). Эти процессы, как известно, называют коррозией, а активность воды в отношении коррозии – ее агрессивностью. Стойкость бетонов, которая может понижаться за счет коррозии, зависит от вида и свойств цемента и агрессивности среды.

**Таблица 1** – Растворимость минералов клинкера портландцемента в г CaO/л

Наименование	Химическая формула	Растворимость, г CaO/л
Гидроксид кальция	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	1,3
Двухкальциевый гидросиликат	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,12–1,22
Трехкальциевый гидроалюминат	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1,08
Однокальциевый гидроферрит, переходящий в (3,4) – кальциевый гидроферрит)	$\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ $(3,4)\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,05

Причинами коррозии могут являться:

– во-первых, способность  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  переходить в раствор;

– во-вторых, способность двухкальциевого гидросиликата и трехкальциевого гидроалюмината кальция к гидролизу с выделением в раствор свободной извести ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Гидроксид кальция, растворяясь в поровой воде (воде, находящейся в порах бетона), образует насыщенный раствор с содержанием извести 1,3 г в литре воды. При этом остальные соединения не могут растворяться (гидролизироваться), так как для них раствор пересыщен известью. Если концентрация извести в поровом растворе по каким-либо причинам будет понижаться, то равновесие гидролиза сместится вправо и начнется растворение гидросиликата и гидроалюмината кальция с образованием кислоты и основания. Конечными продуктами гидролиза являются: кремниевая кислота –  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , гидроксид алюминия  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и известь  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Известь переходит в раствор, а кремниевая кислота и

$Al(OH)_3$  получаются в виде бесвязной аморфной массы. Таким образом, вместо продуктов, придающих цементному камню высокие прочностные свойства, получаются вещества, не обладающие существенной прочностью. Отсюда следует вывод о том, что процессы, приводящие к понижению концентрации извести в порах бетона, вызывают его коррозию. Из восьми видов коррозии (таблица 2), только два вида (сульфатная и общесолевая) не связаны с понижением концентрации извести в поровой воде.

**Таблица 2** – Показатели агрессивности воды для различных типов и видов коррозии бетона

Тип коррозии бетона	Вид коррозии бетона	Показатель агрессивности воды
I. Растворение и вымывание из бетона продуктов гидратации	Выщелачивающая	Временная жесткость воды Ж, мэкв/л
II. Образование в результате обменных реакций растворимых соединений и вымывание их из бетона	Общекислотная	pH воды
	Углекислая	$[CO_2]_{своб.}$ , мг/л
	Аммонийная	$[NH_4^+]$ , мг/л
	Щелочная	$[K^+ + Na^+]$ , мг/л
III. Образование в результате обменных реакций соединений в несвязном состоянии	Магнезиальная	$[Mg^{2+}]$ , мг/л
IV. Образование и накопление в порах бетона солей, увеличивающихся в объеме и разрушающих бетон	Сульфатная	$[SO_4^{2-}]$ , мг/л
	Общесолевая	Общее содержание солей и едких щелочей

О степени агрессивности судят по концентрации веществ (показателей агрессивности), от которых зависит тот или иной вид коррозии. Вода может быть агрессивной по одному или сразу по нескольким показателям, то есть в бетоне могут протекать одновременно несколько видов коррозионных процессов [3]. Примерный перечень показателей агрессивности, по изменению концентрации которых рекомендуется определять коррозию бетона, приведен в таблице 2.

Целью работы является определение способности исследуемой воды к химической коррозии бетона.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В соответствии с поставленной целью, в лаборатории кафедры прикладной химии ДонНАСА в рамках реального экспериментального зачетного задания был проведен анализ исследуемой воды и определены основные показатели ее агрессивности по отношению к бетону с использованием учебно-методического пособия к выполнению лабораторных работ [4] и унифицированных методов анализа вод [5]. Результаты анализов представлены в таблице 3.

Количественные характеристики показателей агрессивности, полученные в результате анализа исследуемой воды (таблица 3), свидетельствуют о том, что вещества, вызывающие коррозию бетона либо отсутствуют в ней, либо находятся в концентрациях, которые ниже концентрационного порога, вызывающего коррозию. Следовательно, исследуемая вода не обладает химической коррозионной активностью по отношению к бетону.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Степанова, В. Ф. Долговечность бетона [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Ф. Степанова. – М. : Ассоциация строительных вузов, 2014. – 126 с.
2. Алексеев, С. Н. Долговечность железобетона в агрессивных средах [Текст] / С. Н. Алексеев, Ф. М. Иванов. – М. : Стройиздат, 2000. – 260 с.
3. Барабанщиков, Ю. Г. Строительные материалы [Текст] : учебник / Ю. Г. Барабанщиков. – [Б. м.] : изд. «КноРус». – 2018. – 444 с.
4. Малинина, З. З. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Химия воды и микробиология» [Текст] : для студ. направления подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль – «Современные методы очистки природных и сточных вод», всех форм обучения / З. З. Малинина. – Макеевка : ДонНАСА, 2017. – 41 с.



**Таблица 3** – Характеристика агрессивности исследуемой воды по отношению к бетону по результатам химического анализа (профильтрованной пробы) при  $t = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 

Показатель агрессивности воды	Количественная величина показателя	Характеристика агрессивности воды в зависимости от вида цемента	Степень агрессивности анализируемой воды
pH	6,5 (слабокислая)	Вода агрессивна для портландцемента при pH < 6; шлакового портландцемента при pH < 6,7; пуццоланового цемента при pH < 5 (вода в интервале pH 6,5–7,5 считается нейтральной)	Неагрессивна
кислотность, мэкв/л			
общая кислотность в интервале pH 4,5-8,3	Отсутствует		
кислотность воды, насыщенной CaCO <sub>3</sub>	0,6		
	1,2		
Жесткость, мэкв/л		Подвергается любой вид цемента выщелачивание происходит при гидрокарбонатной жесткости менее 0,4–1,5 мэкв/л > 9,0 мэкв/л	Неагрессивна
Гидрокарбонатная (карбонатная)	7,4		
Некарбонатная	8,7		
Кальциевая	2,4		
Магниевая	13,6		
Общая	16,0		Вода очень жесткая
Щелочность, мэкв/л		Подвергается любой вид цемента C = Щисх./Щнас. = 7,6 / 7,4 = 1,03;	Нестабильна, неагрессивна, склонна к выпадению осадка CaCO <sub>3</sub>
Свободная (гидратная), карбонатная	Отсутствует		
гидрокарбонатная	Отсутствует		
Щелочность воды, насыщенной CaCO <sub>3</sub>	7,6		
	7,4		
pH	6,5	Подвергается любой вид цемента C = рНисх./рНнас. = 6,5/6,3 = 1,03; C > 1	Нестабильна, неагрессивна, склонна к выпадению осадка CaCO <sub>3</sub>
pH воды, насыщенной CaCO <sub>3</sub>	6,3		
Сульфаты(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), мг/л	124,8	Подвергается любой вид цемента Вода не проявляет агрессивность при концентрации (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) не более 250 мг/л и концентрации (Cl) > 1 000 мг/л	Неагрессивна
Хлориды (Cl <sup>-</sup> ), мг/л	481,1	концентрация (Cl) > 1 000 мг/л	Неагрессивна
Магний (Mg <sup>2+</sup> ), мг/л	165,4	Подвергается любой вид цемента Вода проявляет агрессивность при содержании > 750 мг/л	Неагрессивна

5. Унифицированные методы анализа вод [Текст] / Под ред. Ю. Ю. Лурье. – Изд. 2-е, исправл. – М.: «Химия», 1973. – 376 с.

Получено 03.05.2019

О. М. ШЕВЧЕНКО, З. З. МАЛИНИНА, О. Ю. ТКАЧОВА  
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗДАТНОСТІ ВОДИ НЕВІДОМОГО ПОХОДЖЕННЯ І  
ВМІСТУ ДО КОРОЗІЙНОЇ ДІЇ НА БЕТОН  
ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

**Анотація.** Проведено аналіз води невідомого вмісту з використанням уніфікованих методів аналізу води та визначено основні показники її агресивності по відношенню до бетону. Встановлено відсутність у воді даного вмісту корозійної дії на бетон.

**Ключові слова:** бетон, корозія, вода, вміст, агресивність.

OLGA SHEVCHENKO, ZINAIDA MALININA, ELENA TKACHEVA  
INVESTIGATION OF THE ABILITY OF WATER OF UNKNOWN ORIGIN AND  
COMPOSITION TO MAKE CORROSIVE EFFECTS ON CONCRETE  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The analysis of water of the unknown composition with the use of standardized methods of water analysis and the main indicators of its aggressiveness in relation to concrete are determined. The lack of ability of water of the given structure to corrosion influence on concrete is shown.

**Key words:** concrete, corrosion, water, composition, aggressiveness.

**Шевченко Ольга Николаевна** – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной химии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: теоретические и экспериментальные исследования физико-химических свойств и химических превращений органических соединений, используемых в строительстве; синтез низко- и высокомолекулярных соединений, содержащих ингибирующие группы.

**Малинина Зинаида Захаровна** – кандидат химических наук, доцент кафедры прикладной химии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: теоретические и экспериментальные исследования физико-химических свойств и химических превращений органических соединений, используемых в строительстве; синтез низко- и высокомолекулярных соединений, содержащих хромофорные группы.

**Ткачева Елена Юрьевна** – студентка ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: водоснабжение и водоотведение.

**Шевченко Ольга Миколаївна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної хімії ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ». Наукові інтереси: теоретичне та експериментальне дослідження фізико-хімічних властивостей та хімічних перетворень органічних сполук, що використовуються у будівництві; синтез низько- і високомолекулярних сполук, що містять інгібуючі угруповання.

**Малиніна Зінаїда Захарівна** – кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри прикладної хімії ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ». Наукові інтереси: теоретичні та експериментальні дослідження фізико-хімічних властивостей і хімічних перетворень органічних сполук, що використовуються в будівництві; синтез низько- і високомолекулярних сполук, що містять хромофорні угруповання.

**Ткачева Олена Юріївна** – студентка ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ». Наукові інтереси: водопостачання і водовідведення.

**Shevchenko Olga** – Ph. D. (Chemistry), Associate Professor, Applied Chemistry Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: theoretical and experimental research of physicochemical properties and chemical transformations of organic compounds used in civil engineering; synthesis of low-molecular and high-molecular compounds including inhibitory groups.

**Malinina Zinaida** – Ph. D. (Chemistry), Associate Professor, Applied Chemistry Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: theoretical and experimental research of physico-chemical properties and chemical transformations of organic compounds used in civil engineering; synthesis of low-molecular and high-molecular compounds, which includes chromophoric groups.

**Tkacheva Elena** – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: water supply and drainage.

УДК 622.85:622.504

**Л. В. ЧАЙКА, А. В. АБРАМОВА, Е. А. ГЛИНЕРЕВИЧ**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ШАХТЕРСКО-ТОРЕЗСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ**

**Аннотация.** В работе выполнен анализ причин негативного влияния угольных предприятий на окружающую среду Шахтерско-Торезской агломерации и представлены результаты расчетов среднегодовых платежей за загрязнение атмосферного воздуха.

**Ключевые слова:** анализ, причины, влияние, шахты, среда окружающая, выбросы, загрязнение, платежи среднегодовые.

В настоящее время общая площадь занимаемых земель Шахтерско-Торезской агломерации (ШТА) равна 156 км<sup>2</sup> и численность населения достигает 130 тыс. человек. Если средняя плотность населения по Донецкой Народной Республике (ДНР) с 2014 года увеличилась до 260 чел./км<sup>2</sup>, то по агломерации этот показатель в 3,2 раза больше, а в городах Шахтерске и Торезе соответственно составляет (чел./км<sup>2</sup>): 1 059 и 714. Высокая плотность населения и сравнительно низкий социально-экономический базис развития этих городов привел к большому оттоку молодежи и людей среднего возраста. Удельная доля пенсионеров не превышает пороговые значения, но городские бюджеты «наполняются» медленно, поскольку среднесписочная численность штатных работников на предприятиях, в организациях и учреждениях колеблется в пределах 18...26 % [1, 2].

Основными градообразующими предприятиями ШТА являются предприятия угледобывающей промышленности, которые обеспечивают более 80 % реализации промышленной продукции. К главным потребителям угля относятся функционирующие предприятия энергетики, металлургии, коксохимии и топливные склады всех народнохозяйственного комплекса ДНР.

Наряду с положительными аспектами социально-экономического плана угледобывающая промышленность формирует специфические экологические проблемы. Рельефы городов искажают техногенные формы породно-угольных отвалов, действующих и недействующих, горящих и негорящих, но все они, в той или иной степени, формируют стойкую загрязненность атмосферного воздуха, занимают плодородные участки земель, повышают фоновый уровень радиоактивности.

По численности населения оба города относятся к категории «малых» городов (до 100 тыс. чел.). В то же время военные действия внесли свои коррективы в их социально-экономическое развитие. Так, в городе Шахтерске из «довоенных» угольных предприятий в настоящее время работает только одно – ОП «Шахта "Шахтерская Глубокая"», обеспечивающее 40 % экономики, наряду с 55 % ГП «Шахтерская птицефабрика». При этом «вклад» загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух, достигает 80 % в общем объеме выбросов за 2017–2018 годы.

Город Торез характеризуется как «моногород», поскольку промышленный комплекс (93 %) представляют 4 шахты и одна углеобогатительная фабрика ГОФ «Красная Звезда». Практически все предприятия работают более 50 лет и, как следствие, за это время образовалось 67 породных отвалов, из которых 2 – горящие, общая занимаемая площадь достигает 30 % площади города. Большинство породных отвалов недействующие. Следует также отметить, что 86 % общей добычи угля обеспечивает шахта «Прогресс», на промплощадке которой расположены два отвала, один из них – горящий, недействующий.

Наличие терриконов на любой урбанизированной территории создает техногенно-экологические проблемы, связанные, во-первых, со сдувом угольно-породной пыли с поверхностей отвалов. Во-вторых, занимая значительные территории плодородных земель, делают их непригодными для сельскохозяйственного использования в будущем. В-третьих, данные отходы угледобывающей промышленности являются мощными источниками загрязнения атмосферного воздуха и поверхностных водных объектов [3, 4].

Негативные социально-экономические последствия проявляются в уровне здоровья населения: нарушение системы органов дыхания и кровообращения, острые отравления, сопровождающиеся в некоторых случаях смертельными исходами, кислородное голодание с нарушением биохимических процессов. Такие компоненты, как углерода диоксид и метан, относящиеся к группе парниковых газов, приводят к значительным изменениям климата на региональном и глобальном уровнях. Повышенное содержание метана в шахтах является причиной техногенных аварий, что дает основание для определения сверхкатегорийности угольных предприятий – «Опасные по внезапным выбросам». К такой категории относится шахта «Шахтерская – Глубокая», что отражено в таблице, где представлены данные среднегодовых выбросов загрязняющих веществ по этому предприятию (г. Шахтерск) и горящему отвалу шахты «Прогресс» (г. Торез), а также ставки экологического налога за загрязнение атмосферного воздуха, позволяющие рассчитать величины сумм экологического налога [5].

**Таблица** – Компонентный состав среднегодовых выбросов загрязняющих веществ по исследуемым объектам городов Шахтерска и Тореза, т/год

Загрязняющие вещества	Шахта «Шахтерская-Глубокая»	Горящий отвал	Ставка налога, рос. руб./т
Азота оксиды (в пересчете на NO <sub>2</sub> )	121,6	32,1	3 108,00
Вещества в виде твердых частиц	636,6	6,3	117,00
Серы диоксид	460,2	32,3	3 108,00
Сероводород	–	16,2	9 987,00
Углерода оксид	2 069,4	–	117,00
Метан	2 548,2	–	176,00
Углерода диоксид	–	32,6	0,52

Сумма налога за выбросы ( $\Pi_{\text{сум.}}$ ) рассчитывается по формуле:

$$\Pi_{\text{сум.}} = \sum_{k=1}^n (M_k \cdot H_k),$$

где  $M_k$  – фактический объем выброса  $k$ -ого загрязняющего вещества, т/год;  
 $H_k$  – ставка налога за выброс  $k$ -ого загрязняющего вещества, рос. руб./т.

Суммы налога за загрязняющие атмосферный воздух вещества соответственно составляют: для г. Шахтерска – 2 573,32 тыс. рос. рублей, а для г. Тореза – 362,70. Следует учесть, что эта сумма налога должна пополнять бюджет Тореза за горящий недействующий террикон. В то же время сумма налога за среднегодовой объем сдуваемой угольно-породной пыли с поверхности действующего породного отвала достигает 111 651,1 тыс. рос. рублей!

Таким образом, можно сделать вывод о том, что для городов Шахтерска и Тореза проведение мероприятий по уменьшению выбросов загрязняющих веществ от предприятий угольной промышленности является первостепенной насущной задачей, поскольку это отвечает целям Стратегии развития «малых» городов в контексте Концепции МП21.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Город Шахтерск, Донецкая область [Электронный ресурс] // Города Донецкой области. – Режим доступа : <http://www.donbass-info.com/content/viet/1642/1648/>.
2. Торез [Электронный ресурс] // Европа. Украина. Донецкая область. – Режим доступа : <https://tochka-na-karte.ru/Goroda-i-Gosudarstva/1635-Torez.html>.
3. Sustainable reclamation and wastewater treatment in Vietnamese coal mining [Text] / S. Knapp, A. Gerth, K. Stefan // World of Mining – Surface & Underground. – 2012. – Vol. 64(4). – PP. 253–263.
4. Evaluation of afforestation development and natural colonization in a reclaimed mine site [Text] / D. Laarmann, A. Kiviste, J. A. Stanturf // Restoration Ecology. – 2015. – Vol. 23(3). – PP. 301–309. doi : 10.1111/rec.12187.

5. О налоговой системе [Электронный ресурс] : закон ДНР № 99-ІНС от 25.12.2015, действующая редакция по состоянию на 02.11.2018 // DNR LIVE. – Режим доступа : [dnr-live.ru/zakon-dnr-o-nalogovoy-sisteme-2/](http://dnr-live.ru/zakon-dnr-o-nalogovoy-sisteme-2/).

Получено 30.04.2019

Л. В. ЧАЙКА, А. В. АБРАМОВА, К. О. ГЛІНЕРЕВИЧ  
НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ ГІРНИЧОДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА  
НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ШАХТАРСЬКО-ТОРЕЗЬКОЇ АГЛОМЕРАЦІЇ  
ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

**Анотація.** У роботі виконано аналіз причин негативного впливу вугільних підприємств на навколишнє середовище Шахтарсько-Торезької агломерації та представлені результати розрахунків середньорічних платежів за забруднення атмосферного повітря.

**Ключові слова:** аналіз, причини, вплив, шахта, середовище навколишнє, викиди, забруднення, платежі середньорічні.

LYUDMILA CHAYKA, ANNA ABRAMOVA, CATHERINE GLINEREWICH  
NEGATIVE EFFLUENCE OF THE MINING INDUSTRY ON SHAKHTYORSK-  
TOREZ AGLOMERATION ENVIRONMENT  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** The analysis of the reasons of the negative influence of coal-mining enterprises on Shakhtyorsk-Torez agglomeration environment is carried out and the results of calculation of yearly average payment for atmospheric air pollution are given.

**Key words:** analyses, reasons, influence, mines, environment, exhausts, pollution, early average payment.

**Чайка Людмила Викторовна** – кандидат химических наук, доцент кафедры техносферной безопасности ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: решение проблем экологической безопасности населенных пунктов, в т. ч. городов, в контексте основных положений и принципов Стратегии и Концепции устойчивого развития.

**Абрамова Анна Викторовна** – студентка ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: решение проблем экологической безопасности населенных пунктов, в т. ч. городов, в контексте основных положений и принципов Стратегии и Концепции устойчивого развития.

**Глинеревиц Екатерина Александровна** – студентка ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: решение проблем экологической безопасности населенных пунктов, в т. ч. городов, в контексте основных положений и принципов Стратегии и Концепции устойчивого развития.

**Чайка Людмила Вікторівна** – кандидат хімічних наук, доцент кафедри техносферної безпеки ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ». Наукові інтереси: вирішення проблем екологічної безпеки населених пунктів, в тому разі міст, в контексті основних положень і принципів Стратегії та Концепції сталого розвитку.

**Абрамова Анна Вікторівна** – студентка ГОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: рішення проблем екологічної безпеки населених пунктів, у тому числі міст, в контексті основних положень і принципів Стратегії та Концепції сталого розвитку.

**Глінеревіч Катерина Олександрівна** – студентка ГОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: рішення проблем екологічної безпеки населених пунктів, у тому числі міст, в контексті основних положень і принципів Стратегії та Концепції сталого розвитку.

**Chayka Lyudmila** – Ph. D. (Chemistry), Associate Professor, Technosphere Safety Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: solving problems of environmental safety of human settlements, including cities, in the context of the main provisions and principles of the Strategy and the Concept of Sustainable Development.

**Abramova Anna** – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: solving problems of environmental safety of human settlements, including cities, in the context of the main provisions and principles of the Strategy and the Concept of Sustainable Development.

**Hlinerevich Catherine** – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: solving problems of environmental safety of human settlements, including cities, in the context of the main provisions and principles of the Strategy and the Concept of Sustainable Development.

УДК 456.72

**Д. А. СМЕРНОВ, С. И. МОНАХ**

ГОО ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ,  
ОСНОВАННОЕ НА ИДЕНТИФИКАЦИОННОЙ МОДЕЛИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ  
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**

**Аннотация.** В данной статье была проанализирована и описана система регулирования теплоснабжения общественного здания с типовым автоматизированным индивидуальным тепловым пунктом (ИТП).

**Ключевые слова:** технологический контроллер, тепловая энергия, температура воздуха, теплоноситель, температурный отопительный график.

**ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Системы водяного теплоснабжения общественных зданий в наше время обладают высокой степенью износа или морально устарели. С целью учета особенностей тепловых параметров необходима тщательная разработка специализированных алгоритмов идентификации параметров, которые дают возможность использовать всю имеющуюся в распоряжении информацию.

**АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

В работах [1, 2, 4] рассмотрено построение модели технологических параметров, характеризующих распределение тепловой энергии на объекте исследования и определяющих тепловую обстановку в помещениях.

**ЦЕЛЬ**

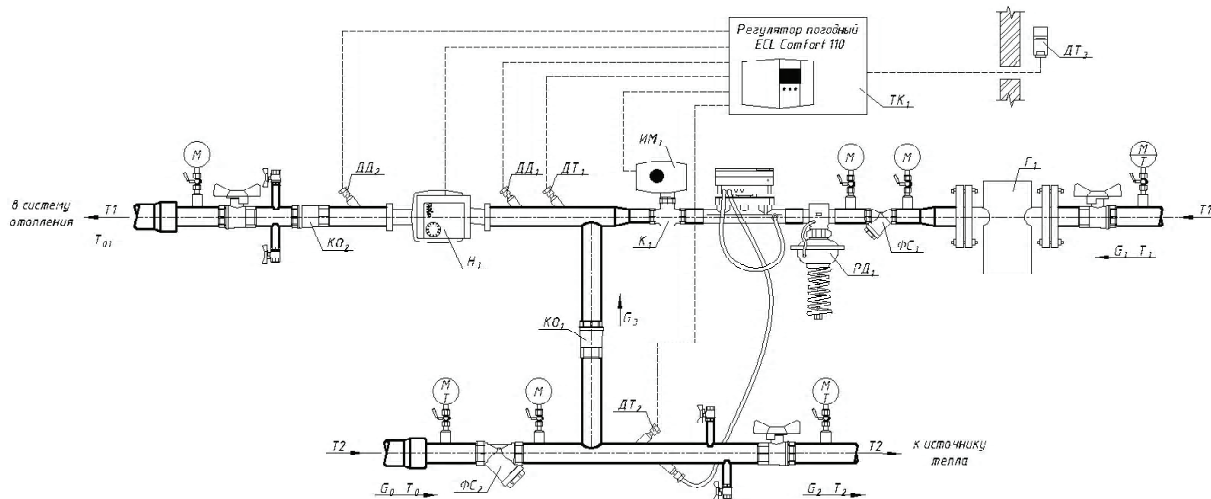
Целью данной статьи является определение моделей, характеризующих фактический температурный режим в помещениях общественных зданий на основе свойств теплоносителя используемого в системе теплоснабжения, позволяющих повысить эффективность контроля и качество управления температурой воздуха.

**ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

Проектные значения температуры воздуха внутри помещений теплоснабжаемых зданий в холодный период года могут существенно отличаться от своих фактических значений. Проблема обеспечения регламентированных тепловых условий значительно обостряется вследствие недостатка достоверной и своевременной информации о температуре воздуха в обслуживаемых помещениях.

Изучение факторов, определяющих тепловую обстановку в помещениях здания, следует начать с описания методов исследования свойств изучаемого объекта, описания структуры распределения тепловой энергии на этом объекте, с определения состава информационного потока, пригодного для последующего анализа.

Схема типового автоматизированного ИТП с зависимой схемой присоединения системы отопления к источнику тепла, представлена на рисунке.



Технологический контроллер ТК1, циркуляционный насос Н1, регулирующий клапан К1 с исполнительным механизмом ИМ1, обратный клапан КО1 и КО2, регулятор перепада давления РД1, датчики температуры теплоносителя ДТ1 и ДТ2 соответственно в подающем и обратном трубопроводах, датчики давления ДД1 и ДД2, датчик температуры наружного воздуха ДТ3, грязевик Г1, фильтр ФС1 и ФС2, контрольно-измерительные приборы (КИП) а также теплосчетчик с комплектом датчиков.

**Рисунок** – Схема типового автоматизированного ИТП.

Главным элементом в современных автоматизированных ИТП служит электронный регулятор температуры с блоком погодной компенсации. Отсутствие блока погодной компенсации приводит к перерасходу тепловой энергии [3].

## ВЫВОД

Построение моделей технологических параметров, характеризующих распределение тепловой энергии на объекте исследования и определяющих тепловую обстановку в помещениях, позволит провести корректную адаптивную идентификацию модели регулирования температуры внутреннего воздуха в отапливаемых помещениях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка и исследование математической модели управления автоматизированным индивидуальным тепловым пунктом [Текст] / А. С. Солдатенков, А. Н. Потапенко, С. Н. Глаголев // Научно-технические ведомости СПб ГПУ. – 2012. – № 1(140). – С. 41–48.
2. Потапенко, Е. А. Особенности управления процессом отопления распределенного комплекса зданий: монография [Текст] / Е. А. Потапенко, А. С. Солдатенков. – Белгород : Изд-во БГТУ, 2012. – 163 с.
3. Щеклейн, П. С. Опыт эксплуатации автоматизированных систем отопления [Текст] / П. С. Щеклейн // АВОК. – 2003. – № 4. – С. 46–47.
4. Некоторые проблемы энергосбережения и автоматизации в системах теплоснабжения зданий [Текст] / С. В. Панферов, А. И. Телегин, В. И. Панферов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2010. – № 22. – С. 79–86.

Получено 29.04.2019

Д. О. СМІРНОВ, С. І. МОНАХ

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ,  
ЗАСНОВАНЕ НА ІДЕНТИФІКАЦІЙНІЙ МОДЕЛІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
ПАРАМЕТРІВ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬ РОЗПОДІЛ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ  
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** У даній статті було проаналізовано і описано систему регулювання теплопостачання громадської будівлі з типовим автоматизованим індивідуальним тепловим пунктом (ІТП).

**Ключові слова:** технологічний контролер, тепла енергія, температура повітря, теплоносії, температурний опалювальний графік.



DMITRIY SMIRNOV, SVETLANA MONAKH  
SIMULATION OF A HEAT SUPPLY MANAGEMENT SYSTEM BASED ON AN  
IDENTIFICATION MODEL OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS  
CHARACTERIZING THE DISTRIBUTION OF THERMAL ENERGY  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** This article has analyzed and described a system for regulating the heat supply of a public building with a typical automated individual thermal point (ITP).

**Key words:** process controller, thermal energy, air temperature, coolant, temperature heating schedule.

**Смирнов Дмитрий Александрович** – магистрант кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: усовершенствование систем теплогазоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха с использованием современных технологий.

**Монах Светлана Игоревна** – кандидат технических наук, доцент кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: усовершенствование систем теплогазоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха с использованием современных технологий.

**Смирнов Дмитро Олександрович** – магістрант кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: удосконалення систем теплогазопостачання, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря з використанням сучасних технологій.

**Монах Світлана Ігорівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: удосконалення систем теплогазопостачання, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря з використанням сучасних технологій.

**Smirnov Dmityriy** – Master's student, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improvement of systems of heat supply, heating, ventilation and air conditioning using modern technologies.

**Monakh Svetlana** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improvement of systems of heat supply, heating, ventilation and air conditioning using modern technologies.

УДК 691.342:628.33.8

**Ю. В. КОПЕЦ**

ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет»

## **ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА**

**Аннотация.** В статье рассмотрена возможность вторичного использования осадков сточных вод (ОСВ) в качестве добавки к цементным бетонам. Приведены результаты экспериментальных исследований технологических показателей качества тяжёлого бетона.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, утилизация, цементный бетон, органоминеральные добавки, техногенные отходы, осадки сточных вод.

### **АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ**

Одной из многочисленных экологических проблем современной цивилизации является утилизация отходов производства и потребления, в том числе осадки сточных вод (ОСВ) городских очистных сооружений. Действующее законодательство Европейского Союза в области утилизации ОСВ ужесточено в отношении содержания тяжелых металлов. Применяемые на сегодняшний день способы захоронения, складирования, сжигания, компостирования, использования ОСВ в сельском хозяйстве не будут допускаться законодательством ЕС. Поэтому поиск новых технологий утилизации ОСВ крайне актуален. Осадки городских очистных сооружений представляют собой органические (до 80 %) и минеральные (около 20 %) примеси, выделенные из воды в результате механической, биологической и физико-химической очистки.

Основная масса осадков складывается на иловых площадках и отвалах, создавая технологические проблемы в процессе очистки сточных вод. Условия их хранения, как правило, приводят к загрязнению поверхностных и подземных вод, почв, растительности. Уровень использования отходов городов и осадка сточных вод в сельском хозяйстве стран СНГ пока невысок. В почву вносятся не более 4...6 % осадка сточных вод с очистных сооружений крупных городов. Большая часть отходов вывозится на свалки, создающие опасные очаги загрязнения окружающей среды. При этом безвозвратно теряются содержащиеся в отходах полезные компоненты.

В последние 15–20 лет на большинстве очистных сооружений очистка карт иловых площадок не осуществлялась, и в настоящее время они переполнены. В результате этого: а) некуда сбрасывать вновь образующиеся осадки; б) при паводке очень вероятно разрушение обваловки и поступление содержимого карт иловых площадок в реки.

Проблема обработки и использования (утилизации) осадков сточных вод приобретает особый смысл, так как имеет не только экологическое, но и экономическое значение, содействуя восполнению сырьевых и материальных ресурсов, а также энергосбережению [8].

**Цель работы** – исследование свойств и разработка способов утилизации осадков сточных вод (ОСВ) в производстве цементных бетонов.

### **МАТЕРИАЛ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

В технологии бетона минеральные наполнители традиционно рассматривались как компоненты, вводимые для предотвращения перерасхода цемента в низкомарочных бетонах и растворах. В этом направлении накоплен значительный практический опыт применения золошлаковых, карбонатных материалов, кварцевого песка и др. [3–7].

Предметом нашего исследования служили ОСВ, образовавшиеся при биологической очистке городских сточных вод на Октябрьской станции биологической очистки г. Луганска. Их химический состав представлен в таблице 1.

**Таблица 1** – Химический состав ОСВ, %

Вид осадка	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	MgO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	п. п. п.
ОСВ	46,4	10,1	9,1	0,4	1,94	6,1	1,8	0,94	0,8	1,6	21,1

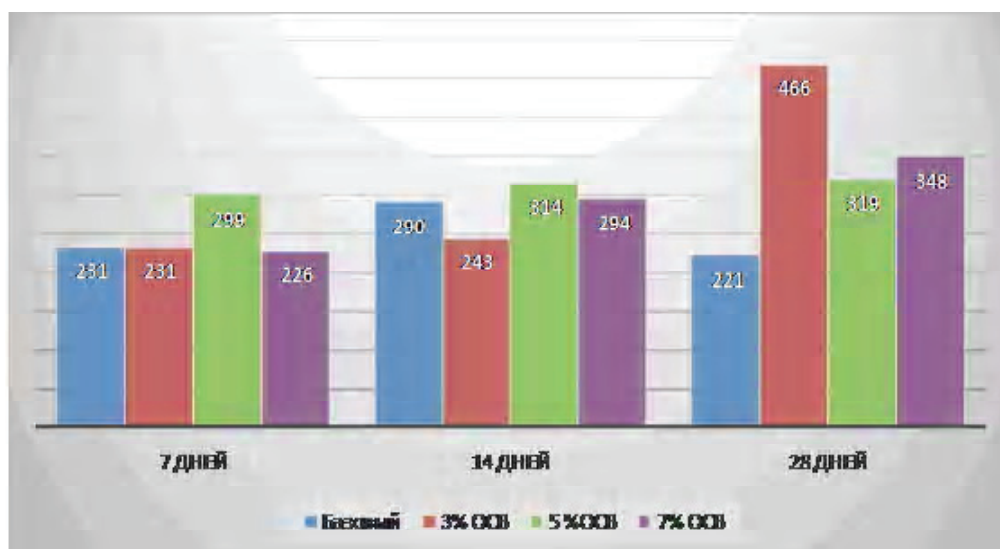
Из химического состава видно, что основными компонентами ОСВ являются глинистые и песчаные вещества, оксиды алюминия, железа и пр. Как известно, эти компоненты широко используются в качестве минеральных пластифицирующих добавок в составе сложных строительных растворов и бетонов для улучшения их свойств.

Также были определены физико-механические параметры ОСВ. Они представлены в таблице 2.

**Таблица 2** – Физико-механические характеристики ОСВ Луганска

Наименование показателя	Значение
1. Влажность, %	23,15–69,5
W	66,67–97,37
W <sub>1</sub>	51,67–77,3
W <sub>p</sub>	2,19–2,56
2. Удельный вес, г/см <sup>3</sup>	0,74–0,91
3. Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	> 50 мм – 0,15–0,50
	50–0,1 мм – 2,45–46,15
4. Гранулометрический состав, %	0,1–0,05 мм – 0,21–41,44
	0,05–0,01 – 15,81–55,6
	0,01–0,00 мм – 4,42–25,08
5. pH водной вытяжки, ед.	6,98–7,55

При проведении исследования тяжелых бетонов изготавливались серии образцов, содержащие комплексную добавку ОСВ + суперпластификатор С-3. В качестве вяжущего использовался портланд-цемент ПЦ500 Д0 (рисунок).



**Рисунок** – Результаты экспериментальных исследований прочностных показателей качества тяжелого бетона с различным содержанием комплексной добавки ОСВ

Анализируя результаты экспериментов, можно отметить что добавка ОСВ (в количестве 3...7 %) + пластификатор С-3 увеличивает прочность бетона от 8 до 45 %.

На основании экспериментальных данных было выполнено внедрение в производство. Выпущена партия железобетонных изделий с применением ОСВ в количестве 7 % от массы цемента. По результатам проведенных испытаний образцы-кубы бетона тяжелого по прочности на сжатие в возрасте 28 суток превысили марочную прочность на 28 %.

### ВЫВОДЫ

1. Осадок сточных вод при использовании его в качестве мелкого заполнителя для бетонного раствора в количестве 3...7 % благоприятно влияет на физико-механические свойства тяжелого бетона.
2. В зависимости от содержания ОСВ в бетоне последний по своим характеристикам (ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия» [1] и ДСТУ Б В.2.7-96-2000 «Смеси бетонные. Технические условия» [2]) может применяться для низкомарочных бетонных изделий.
3. Применение техногенного сырья – ОСВ позволит получить экономический эффект в сфере строительной индустрии и расширить сферу решения экологической проблемы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 7473-2010. Смеси бетонные. Технические условия [Текст]. – Взамен ГОСТ 747394-94 ; введ. 2012-01-01. – Москва : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; Стандартинформ, 2018. – 23 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-96-2000 (ГОСТ 747394 – 94) Суміші бетонні. Технічні умови [Текст]. – Взамен ГОСТ 6266-89 ; введ. 2000-02-23. – Київ : Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України; Укрархбудінформ, 2000. – 40 с.
3. Белелюбский, Н. А. Гидравлические вещества как добавки к извести и цементу [Текст] / Н. А. Белелюбский // Строительная промышленность. 1924. – № 5. – С. 15–17.
4. Проблемы развития безотходных производств [Текст] / Б. Н. Ласкорин, Б. В. Громов, А. П. Цыганков, В. Н. Сенин. – М. : Стройиздат, 1981. – 207 с.
5. Технология вяжущих веществ [Текст] / В. Н. Юнг, Ю. М. Бутт, В. Ф. Журавлев, С. Н. Огороков. – М. : Госстройиздат, 1952. – 248 с.
6. Новые пути использования отходов металлургической промышленности в технологии вяжущих [Текст] / М. А. Суханов, С. Н. Ефимов, Н. Н. Долгополов, Н. Ю. Жуков // Строительные материалы. 1991. – № 7. – С. 22–23.
7. Pertanika, J. Incinerated Domestic Waste Sludge Powder as Sustainable Replacement Material for Concrete [Text] / J. Pertanika // Science & Technol. – 2015. – № 23(2). – P. 193–205.
8. Долина, Л. Ф. Осадки сточных и питьевых вод: Проблемы и решение [Текст] / Л. Ф. Долина, П. Б. Машихин. – Днепрпетровск : Континент, 2014. – 212 с.

Получено 01.04.2019

Ю. В. КОПЕЦЬ

ВТОРИННА ПЕРЕРОБКА ОСАДІВ СТИЧНИХ ВОД ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА  
ВАЖКОГО БЕТОНУ

ДООУ ЛНР «Луганський національний аграрний університет»

**Анотація.** У статті розглянута можливість вторинного використання осадів стічних вод (ОСВ) як добавки до цементних бетонів. Наведено результати експериментальних досліджень технологічних показників якості важкого бетону.

**Ключові слова:** екологічна безпека, утилізація, цементний бетон, органомінеральні добавки, техногенні відходи, осади стічних вод.

IURI KOPETS

SECONDARY USE OF SECONDARY WATER DRAINAGE FOR THE  
PRODUCTION OF HEAVY CONCRETE

Lugansk National Agrarian University

**Abstract.** In the article the possibility of reuse of sewage sludge (WWS) as an additive to cement concrete. The results of experimental studies of technological indicators of the quality of heavy concrete are given.

**Key words:** environmental safety, recycling, cement concrete, organic additives, industrial waste, sewage sludge.

**Копец Юрий Витальевич** – старший преподаватель кафедры технологии и организации строительного производства ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет». Научные интересы: утилизации сточных вод.

**Копец Юрій Віталійович** – старший викладач кафедри технології та організації будівельного виробництва ДОУ ЛНР «Луганський національний аграрний університет». Наукові інтереси: утилізації стічних вод.

**Kopets Iurii** – senior lecturer, Technology and Organization of Construction Production Department, Lugansk National Agrarian University. Scientifics interests: wastewater disposal.

УДК 69.059.7

**Г. А. ШВЕЦ, Ю. В. ТУГБАЕВА**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ МНОГОЭТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ**

**Аннотация.** Выполнена оценка расчетными методами влияния новых нагрузок в перекрытиях многоэтажного монолитного каркасного здания главного корпуса завода «Сармат» на несущую способность и деформации основных конструкций здания. С целью предварительной оценки необходимости усиления несущих конструкций каркаса уточнены нагрузки и воздействия на конструкции, создана расчетная модель в программном комплексе «Лири-САПР», определены расчетные значения усилий и деформаций в основных несущих конструкциях каркаса здания.

**Ключевые слова:** многоэтажное железобетонное промышленное здание, реконструкция, нагрузки, расчет, усилия, деформации.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

В последние годы актуальным является вопрос реконструкции и технического перевооружения промышленных зданий и сооружений «советского наследия». Одним из таких объектов является здание пивоваренного завода «Сармат» в городе Донецке.

Данная работа выполнена под руководством д. т. н., профессора кафедры «СУЗИС» СПбПУ Петра Великого В. И. Корсуна.

В процессе эксплуатации здания его конструкции претерпевают физический износ, что снижает их долговечность и несущую способность за счет потери эксплуатационных качеств конструкций. Моральный износ конструкций связан с несоответствием планировки зданий, конструктивных решений и инженерных систем современным требованиям эксплуатации, новыми технологиями производства.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ.**

Основные принципы и методы реконструкции, перепрофилирования и усиления конструктивных элементов гражданских и промышленных зданий изложены в трудах Г. М. Бадина [1], А. В. Кушнирюка [2], Д. В. Топчего [3], А. Ф. Юдиной [4], И. Е. Фидзеля [5], А. Н. Шихова [6] и других. Описание основных объемно-планировочных и конструктивных решений производственного здания представлено в научно-техническом отчете [7].

### **ЦЕЛЬ**

Определить расчетными методами деформации и усилия в конструкциях многоэтажного железобетонного промышленного здания, возникающие в процессе эксплуатации до и после реконструкции. Сформулировать предварительные выводы о необходимости усиления конструкций здания.

Задачи:

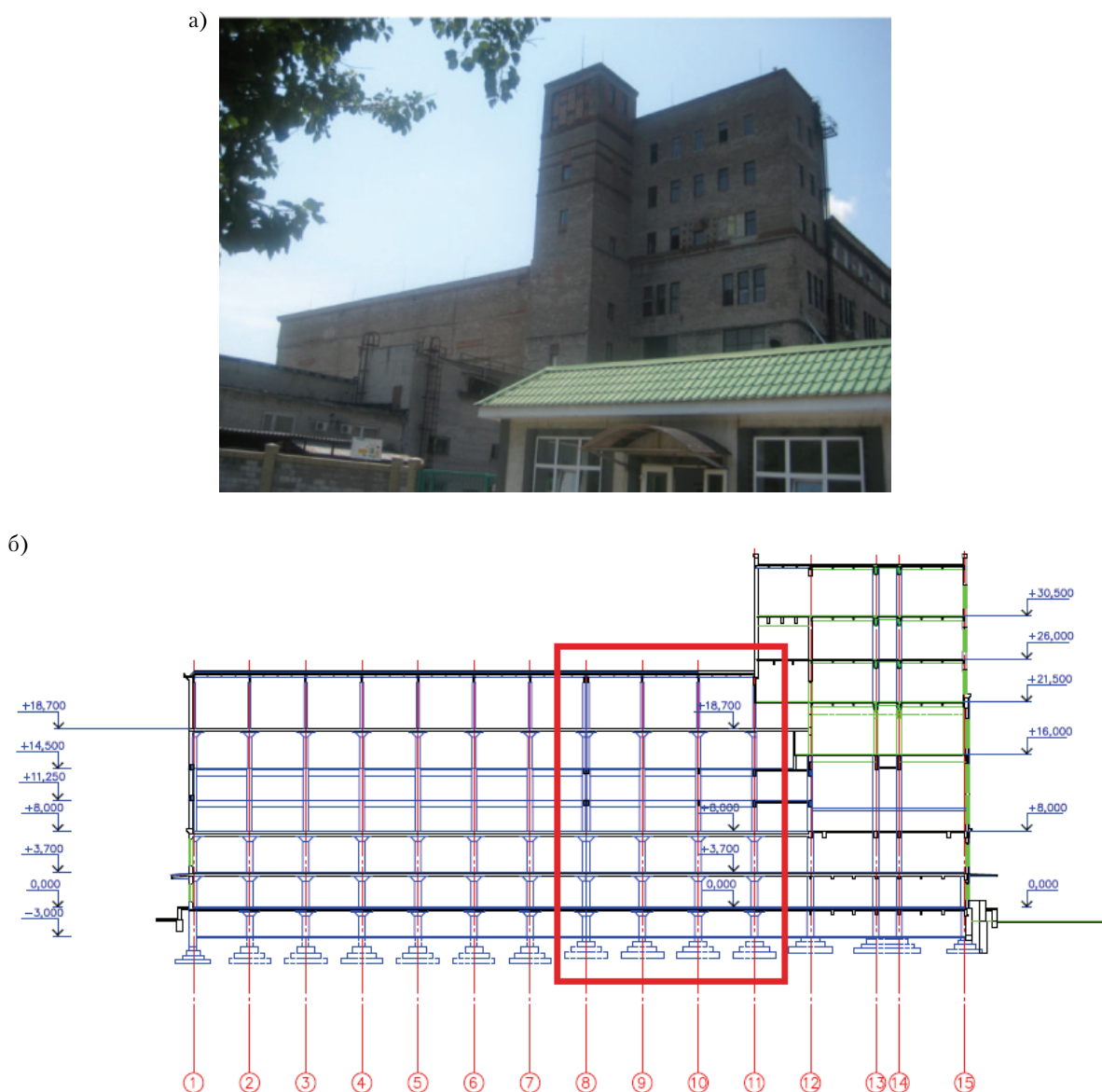
- выполнить анализ условий работы конструкций производственного здания до и после реконструкции;
- создать компьютерную модель реконструируемой части здания в программном комплексе «Лири-САПР»;
- уточнить возникающие в процессе эксплуатации нагрузки и воздействия, выполнить расчеты конструкций;

© Г. А. Швеца, Ю. В. Тугбаева, 2019

– на основе анализа результатов расчетов и данных обследования сформулировать вывод о необходимости усиления конструкций.

### ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Рассмотрена возможность технического перевооружения части главного корпуса пивоваренного завода (рисунок 1) в процессе реконструкции.



**Рисунок 1** – Главный корпус пивоваренного завода: а) общий вид здания главного корпуса завода «Сармат»; б) часть завода, предназначенная для технического перевооружения.

Геометрические размеры рассматриваемой части объекта: протяженность в осях Б-Л – 30 м; протяженность в осях 8–11 – 18 м; высота – 24,7 м. Количество этажей – 6. По осям «8» и «11» проходят деформационные швы.

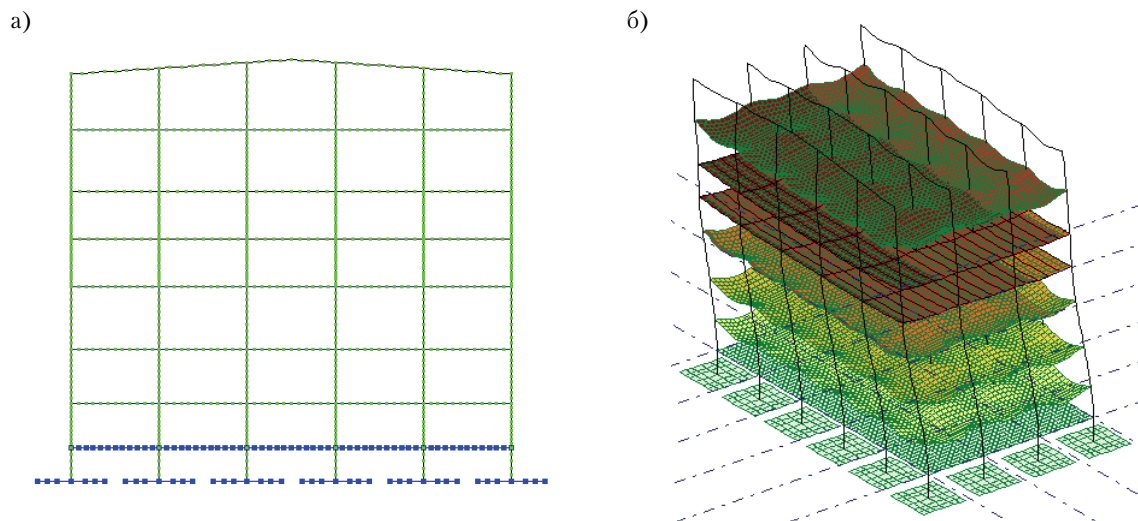
Конструктивная схема здания – каркасная рамного типа. Фундаменты – монолитные железобетонные отдельно стоящие. Колонны – железобетонные монолитные прямоугольного сечения.

Перекрытия на отм. 0,000; +3,700; +8,000; +18,700 м – железобетонные монолитные безбалочные; остальные – железобетонные монолитные ребристые (отм. +11,250, +14,500 м). Конструкция покрытия – железобетонные ребристые панели размерами 1,5×6,0 м по железобетонным балкам таврового профиля высотой сечения 500 мм.

Техническое перевооружение заключается в установке на отм. +14,500 рассматриваемой части корпуса двух стальных цистерн объемом 30 м<sup>3</sup> и весом 4,5 т.

На основании отчета [7] была создана компьютерная модель части корпуса в программном комплексе «Лира-САПР» (рисунок 2а), рассчитаны нагрузки и воздействия, возникающие в процессе эксплуатации (снеговые в 2 вариантах – равномерная и со снеговым мешком, ветровые, нагрузки от веса конструкций, технологические нагрузки от существующего оборудования и нового, запланированного к установке в процессе реконструкции).

Деформированный вид модели после ее загрузки представлен на рисунке 2б.



**Рисунок 2** – Деформированный вид модели: а) модель части здания в программе «Лира-САПР»; б) деформированный вид модели после расчета (перемещения по оси Y).

## ВЫВОДЫ

Результаты расчета свидетельствуют, что техническое перевооружение реконструируемой части здания главного корпуса возможно без усиления основных несущих конструкций. При этом несущие конструкции в расчетной модели здания были рассмотрены в двух вариантах: в исходном проектном состоянии и в скорректированном состоянии в части учета выявленных повреждений конструкций и их элементов [7].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадьин Г. М. Современные технологии строительства и реконструкции зданий [Текст] / Г. М. Бадьин, С. А. Сычев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2013. – 288 с.
2. Справочник по технологии капитального ремонта жилых и общественных зданий [Текст] / А. В. Кушнiryuk, А. Л. Морин, А. А. Чернышев. – К. : Будивельник, 1989. – 256 с.
3. Реконструкция промышленных предприятий [Текст] / В. Д. Топчий, Р. А. Гребенник, В. Г. Клименко и др. ; под ред. В. Д. Топчия, Р. А. Гребенника. – В 2. – Т. 1. – М. : Стройиздат, 1990. – 591 с.
4. Юдина А. Ф. Реконструкция и техническая реставрация зданий и сооружений [Текст] / А. Ф. Юдина. – М. : Академия, 2012. – 315 с.
5. Физдель И. А. Дефекты и методы их устранения в конструкциях и сооружениях [Текст] / И. А. Физдель. – М. : Стройиздат, 1969. – 175 с.
6. Шихов, А. Н. Реконструкция гражданских и промышленных зданий [Текст] : монография / А. Н. Шихов. – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2015. – 399 с.
7. Отчет о создании научно-технической продукции по договору подряда № 110613 от 11.06.2013 г. : Поверочные расчеты конструкций здания главного корпуса ЧАО «Эфес Украина» в осях «1–11–Б–Л» с целью определения несущей способности основных конструктивных элементов и предельно допустимых нагрузок на перекрытия [Текст] / ООО «НПП "Спецвысотремстрой"». – Макеевка : [б. и.], 2013. – 154 с.

Получено 26.04.2019



Г. А. ШВЕЦЬ, Ю. В. ТУГБАЄВА  
РЕКОНСТРУКЦІЯ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ  
Санкт-Петербурзький політехнічний університет Петра Великого

**Анотація.** Виконано оцінку розрахунковими методами впливу нових навантажень в перекриттях багатоповерхової монолітної каркасної будівлі головного корпусу заводу «Сармат» на несучу здатність і деформації основних її несучих конструкцій. З метою попередньої оцінки необхідності посилення несучих конструкцій каркаса уточнені навантаження і впливи на конструкції, створена розрахункова модель в програмному комплексі «Ліра-САПР», визначені розрахункові значення зусиль і деформацій в основних несучих конструкціях каркаса будівлі.

**Ключові слова:** багатоповерхова залізобетонна промислова будівля, реконструкція, навантаження, розрахунок, зусилля, деформації.

GEORGY SHVETS, JULIA TUGBAYEVA  
RECONSTRUCTION OF A MULTI-STOREY INDUSTRIAL BUILDING  
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

**Abstract.** The estimation by computational methods of the impact of new loads in the floors of the multi-storey monolithic frame building of the main building of the «Sarmat» plant on the carrying capacity and deformations of the main structures of the building was carried out. In order to preliminarily assess the need to strengthen the supporting structures of the frame, the loads and effects on the structures were clarified, a calculation model was created in the Lira-CAD software package, the calculated values of forces and strains in the main supporting structures of the building frame were determined.

**Key words:** multi-storey reinforced concrete industrial building, reconstruction, loads, calculation, efforts, deformations.

**Швец Георгий Андреевич** – аспирант кафедры строительства уникальных зданий и сооружений Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Научные интересы: влияние воздействий повышенных температур и нагружений различной длительности на напряженно-деформированное состояние статически неопределимых конструкций балочного типа из высокопрочного бетона.

**Тугбаева Юлия Васильевна** – магистрант кафедры строительства уникальных зданий и сооружений Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Научные интересы: ремонт и усиление железобетонных конструкций промышленных зданий и сооружений.

**Швец Георгій Андрійович** – аспірант кафедри будівництва унікальних будівель і споруд Санкт-Петербурзького політехнічного університету Петра Великого. Наукові інтереси: вплив підвищених температур і навантажень різної тривалості на напружено-деформований стан статично невизначених конструкцій балкового типу з високоміцного бетону.

**Тугбаєва Юлія Василівна** – магістрант кафедри будівництва унікальних будівель і споруд Санкт-Петербурзького політехнічного університету Петра Великого. Наукові інтереси: ремонт і посилення залізобетонних конструкцій промислових будівель і споруд.

**Shvets Georgy** – graduate student, Construction of Unique Buildings and Structures Department, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. Scientific interests: the effects of elevated temperatures and loads of different durations on the stress-strain state of statically indeterminable beam-type structures of high-strength concrete.

**Tugbayeva Julia** – masters's student, Construction of Unique Buildings and Structures Department, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. Scientific interests: repair and reinforcement of reinforced concrete structures of industrial buildings and structures.

УДК 621.878.2

**С. И. ВАЛЮГО**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

**ПРОБЛЕМЫ ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРА НА ТЕРРИТОРИИ ДНР**

**Аннотация.** В статье определены проблемы, возникающие при ведении государственного земельного кадастра на современном этапе развития. Установлена необходимость проведения последовательного реформирования систем управления земельными ресурсами. Для определения возможности применения на территории Донецкой Народной Республики проанализированы четыре основных модели управления земельными ресурсами в зарубежных странах, использующих различные административные системы – наполеоновскую, немецкую, скандинавскую, англоязычную, а также рассмотрено формирование единой концепции кадастрового учета Российской Федерации. В работе указаны особенности ведения трехмерных систем регистрации кадастровых объектов отдельных государств. Выявлены недостатки внедрения трехмерного кадастра в уже существующие базы данных сведений о земельных участках. На основании рассмотренных подходов предложены пути решения некоторых проблем системы управления земельными ресурсами ДНР.

**Ключевые слова:** земельный кадастр, земельный участок, управление земельными ресурсами, права собственности, регистрационная система.

**ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ**

В настоящее время на территории Донецкой Народной Республики создание государственного земельного кадастра как системы сведений и документов о землях и земельных участках не завершено. Законодательное обеспечение его ведения практически отсутствует – существующего на данный момент Временного порядка ведения Государственного земельного кадастра и регистрации прав пользования земельными участками недостаточно для обеспечения должного функционирования кадастровой системы. Также используемая нормативно-правовая база не соответствует ситуации в регионе. Эти факторы, как и слабое развитие рынка земли, приводят к тому, что база кадастровых объектов не наполняется, а существующие сведения не всегда являются актуальными и достоверными. Поэтому необходимо проанализировать опыт ведения государственных кадастров зарубежными странами для выявления возможности его применения.

**АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Вопросам развития систем управления земельными ресурсами посвящены многочисленные исследования. Публикации [1, 2] проводят анализ зарубежного опыта ведения земельного кадастра. В работах определяются основные понятия кадастрового учета, а также рассматриваются различные системы управления земельными ресурсами, их общие черты и различия.

Авторами статьи [3] рассматриваются основные проблемы развития кадастровых систем (земель и недвижимости) в России в периоды с 2001 по 2008 год и с 2008 года по настоящее время. Анализируется организационная структура кадастрового производства, в частности, правовые, организационные и технологические проблемы, возникающие при ведении государственного кадастра недвижимости. Предлагаются рекомендации по решению выявленных проблем.

В [4–7, 9] описаны предпосылки перехода двумерного кадастра в трехмерный, рассмотрены преимущества и недостатки применения 3D кадастров относительно классической двумерной системы учета земель. Излагается опыт зарубежных стран в вопросах формирования трехмерной системы управления земельными ресурсами.

## ЦЕЛЬ (ЗАДАЧИ) ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данной работы является определение недостатков ведения государственного земельного кадастра на территории Донецкой Народной Республики, анализ подходов к управлению земельными ресурсами в зарубежных странах и формулирование предложений по устранению выявленных недостатков с учетом опыта других государств.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

Земля – один из ценнейших ресурсов государства. Основой эффективного использования земельных ресурсов является государственный земельный кадастр – единая система сведений о землях. Влияние хорошо функционирующей кадастровой системы на развитие общества трудно переоценить, ведь рациональное и наиболее эффективное землепользование возможно лишь на основе полной информации о состоянии земель. Это фундаментальный компонент для достижения устойчивого экономического роста, стабилизации рынка земли и грамотного управления окружающей средой.

В настоящее время на территории Донецкой Народной Республики можно выделить следующие проблемы землепользования:

- слабо развитое законодательство в сфере ведения Государственного земельного кадастра;
- несовременность системы наполнения баз данных земельных ресурсов;
- отсутствие единой кадастровой базы данных;
- большое количество ошибок в уже существующей документации;
- несоответствие данных из разных систем управления земельными ресурсами;
- частое возникновение спорных ситуаций при регистрации земельных участков;
- сложность в регистрации нетипичных зданий (с подземными паркингами или нависающими конструкциями) из-за наложения контуров в проекции.

Ввиду существующих проблем, земельный кадастр требует своего развития для более полного удовлетворения потребностей общества. Государству необходима последовательная стратегия реформирования систем управления земельными ресурсами.

Анализируя подходы ведения государственных кадастров зарубежными странами, можно заключить, что различия созданных систем обусловлены историческими и экономическими особенностями развития государств, при этом существует несколько общих систем, используемых за рубежом [9].

В государствах южной, юго-западной и западной Европы (с т. н. наполеоновской административной системой) земельный кадастр тесно взаимодействует с реестром недвижимости. При этом информация четко разделена: в земельном кадастре содержатся только данные, необходимые для налогообложения; сведения о природных ресурсах собираются Министерством сельского хозяйства и экономики; права собственности регистрируются в реестре недвижимости.

Страны центральной Европы, использующие немецкую административную систему, разделяют данные о земельных ресурсах на три подсистемы: кадастровую (документы, информация о регистрации собственности, кадастровые карты), топографо-геодезическую (документация по геодезической и топографической деятельности, касающаяся землеустройства или использования земельных ресурсов) и регистрационную (данные о соглашениях, договорах перехода права и других юридических актах, которые касаются прав на недвижимость и ограничений по ним). Среди особенностей немецкой системы управления земельными ресурсами можно выделить высокую точность определения геометрических размеров и границ земельных участков, четко проработанные процедуры ведения работ, обеспечение зарегистрированных прав и положения границ [2].

Скандинавские страны идентифицируют земельные участки как объекты недвижимости, зарегистрированные в реестре. Особенностью скандинавской системы учета земель является централизация реестра собственности. Всю страну охватывают крупномасштабные карты в единой системе координат, являющиеся основой системы регистрации прав собственности.

В англоязычных странах (Великобритания, США, Канада, часть штатов Австралии и др.) упор делается на развитие системы регистрации прав на земельные участки, кадастр содержит только картографическую информацию о границах участка и составе недвижимости. В отличие от европейских государств, где кадастровые системы используются для налогообложения, в Великобритании, например, больше внимания уделяется обеспечению гарантий прав собственности и прав пользования землей.

В Российской Федерации земельный кадастр существовал до 2008 года. Однако со вступлением в силу Закона «О государственном кадастре недвижимости» две учетные системы – Федеральное

агентство кадастра объектов недвижимости и Бюро технической инвентаризации – были объединены в одну [9]. Решение о ведении единого кадастра позволило создать правовую базу для государственного учета земельных ресурсов, определило понятие базы для налогообложения как процента от кадастровой стоимости земельного участка, а также устранило проблему несоответствия сведений о земельных участках, полученных из разных ведомств. При этом система разделяется на три составляющие: реестр объектов недвижимости, кадастровые дела и кадастровые карты – ведение кадастра в Российской Федерации преимущественно опирается на опыт Швеции.

Таким образом, в большинстве стран не существует отдельного земельного кадастра, он является частью общей регистрационной системы недвижимости, которая разделена на две части (рисунок). При этом связь между частями организовывается на основе земельного участка и имени собственника.



**Рисунок** – Модель регистрационной системы, используемой большинством государств.

Следует также отметить, что зарубежные страны давно ведут работы по созданию трехмерной модели регистрации кадастровых объектов, т. к. объекты недвижимости могут располагаться над земельными участками или под ними. Регистрация объектов по двумерным проекциям на земельные участки часто приводит к проблеме несоответствия границ. В разных странах существуют различные подходы к решению данного вопроса. Рассмотрим несколько из них.

Например, в Нидерландах кадастровой регистрации подлежат только земельные участки. Инфраструктура и сооружения под землей или над ее поверхностью не регистрируются непосредственно как объекты, однако их правовой статус можно узнать из прав, зарегистрированных на земельные участки. Объектами, вносимыми в трехмерный кадастр, являются сведения о земельных участках, зданиях, квартирах, подземных объектах, зарегистрированных правах, разрешенном использовании, площади, стоимости и других юридических аспектах.

Для внедрения 3D кадастра в Норвегии законодательство претерпело изменения: существующий кадастровый закон был дополнен, а в описание объекта в реестре была добавлена новая характеристика – расположение относительно земельного участка.

3D кадастр в Италии представлен как кадастр зданий, содержащий данные учета всех строений. При этом он существует параллельно с земельным кадастром.

Однако внедрение 3D кадастра в существующие базы данных не лишено недостатков. Ввиду изначальной разработки систем управления земельными ресурсами для двумерного пространства, некоторые государства столкнулись с технической невозможностью регистрации трехмерных объектов.

Австралийская система регистрации (штат Квинсленд) поддерживает 3D регистрацию. При этом участок регистрируется как «объемный участок», но информация о нем содержится в плане, а пространственные слои указаны как атрибуты. При этом база данных пространственных слоев существует отдельно от кадастровой.

Таким образом, внедрение систем трехмерного управления – длительный процесс, имеющий свои недостатки. Среди них можно выделить проблемы конвертации существующих систем в трехмерные модели, потребность в изменении законодательства, необходимость денежных вложений. Но вместе с тем трехмерный кадастр необходим для эффективного управления земельными ресурсами.

## ВЫВОДЫ

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

1. Имеющееся законодательство в сфере земельного кадастра нуждается в переработке и дополнениях. Деятельность по управлению земельными ресурсами должна опираться на нормативно-правовую базу, учитывающую особенности региона.
2. Существует потребность в заимствовании иностранного опыта ведения кадастрового учета. Рассмотренные модели систем управления земельными ресурсами подразумевают тесное взаимодействие земельного кадастра с реестром недвижимости. Такой подход применим для территории Донецкой Народной Республики. Обеспечение взаимодействия между тремя разрозненными системами учета (земельных участков, объектов капитального строительства, регистрации прав на недвижимое имущество) может стать важным направлением модернизации структур баз данных земельных ресурсов. Единая информационная система исключит дублирование и несоответствие сведений, полученных из разных ведомств, упростит нахождение и устранение ошибок регистрации, уменьшит количество возникающих споров.
3. Применение зарубежного опыта по внедрению 3D кадастра облегчит управление земельными ресурсами, упростит учет нетипичных зданий, надземных и подземных сооружений, коммуникаций. Для решения проблем хранения трехмерной информации необходимы правки в существующее законодательство, а также соответствующее программное обеспечение с возможностью хранения всех необходимых сведений о 3D объектах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов, Д. А. Зарубежный опыт развития кадастрового учёта [Электронный ресурс] / Д. А. Анисимов, Н. Ю. Терентьева // Студенческий: электрон. научн. журн. – 2018. – № 9(29). – Режим доступа : <https://sibac.info/journal/student/29/105887>.
2. Направления развития кадастрово-регистрационных систем в свете лучших мировых практик: пример подземных объектов недвижимости [Текст] / В. Л. Беляев, В. М. Романов, И. И. Снежко // Геодезия и аэрофотосъемка. – 2018. – Т. 62. – № 5. – С. 536–544.
3. Варламов, А. А. Проблемы развития кадастровых систем в Российской Федерации. [Текст] / А. А. Варламов, Л. А. Гатаулина // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2013. – № 11(146). – С. 72–86.
4. Колмакова, Е. А. Сравнительный анализ международной практики применения 3D-кадастра [Электронный ресурс] / Е. А. Колмакова, А. В. Стесева // Молодой ученый. – 2019. – № 4. – С. 44–46. – Режим доступа : <https://moluch.ru/archive/242/55852/>.
5. Oosterom, Peter Van Research and development in 3D cadastres [Текст] / Peter Van Oosterom // Computers, Environment and Urban Systems. – July 2013. – Volume 40. – P. 1–6.
6. 3D cadastre in the Netherlands: Developments and international applicability [Текст] / J. Stoter, H. Ploeger, P. van Oosterom // Computers, Environment and Urban Systems. – July 2013. – Volume 40. – P. 56–67.
7. Building a modern cadastre: legal issues in describing real property in 3D [Текст] / Jesper M. Paasch, Jenny Paulsson, Gerhard Navratil, Nikola Vučić, Dimitrios Kitsakis, Marcin Karabin, Mohamed El-Mekawy // Geodetskivestnik. – 2016. – Vol. 60 – No. 2. – P. 256–268.
8. О государственном кадастре недвижимости [Электронный ресурс] : федеральный закон Российской Федерации от 24 июля 2007 г. N 221-ФЗ. – Электрон. дан. – Режим доступа : <https://rg.ru/2007/08/01/kadastr-doc.html>. – Загл. с экрана.
9. Репнина, Н. С. Трехмерный кадастр недвижимости [Текст] / Н. С. Репнина // Инновационная деятельность: теория и практика. – 2016. – № 8(4). – С. 19–23.

Получено 03.03.2019

С. І. ВАЛЮГО

ПРОБЛЕМИ ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ НА ТЕРИТОРІЇ ДНР

ДОНУ ВПО «Донецький національний технічний університет»

**Анотація.** У статті визначено проблеми, що виникають при веденні державного земельного кадастру на сучасному етапі розвитку. Встановлено необхідність проведення послідовного реформування систем управління земельними ресурсами. Для визначення можливості застосування на території Донецької Народної Республіки проаналізовано чотири основних моделі управління земельними ресурсами у зарубіжних країнах, що використовують різні адміністративні системи – наполеонівську, німецьку, скандинавську, англійську, а також розглянуто формування єдиної концепції кадастрового обліку Російської Федерації. У роботі вказані особливості ведення тривимірних систем реєстрації кадастрових об'єктів окремих держав. Виявлені недоліки впровадження тривимірного кадастру у вже існуючі бази даних відомостей про земельні ділянки. На підставі розглянутих підходів запропоновані шляхи вирішення деяких проблем системи управління земельними ресурсами ДНР.

**Ключові слова:** земельний кадастр, земельна ділянка, управління земельними ресурсами, права власності, реєстраційна система.

SOFIYA VALIUGO

PROBLEMS OF LAND CADASTRE ON THE TERRITORY OF DPR

Donetsk National Technical University

**Abstract.** The article defines the problems arising in the conduct of the state land cadastre at the present stage of development. The need for a consistent reform of land management systems has been identified. To determine the possibility of application in the territory of the DPR, four main models of land management in foreign countries using different administrative systems – Napoleonic, German, Scandinavian, English – are analyzed, and the formation of a unified concept of cadastral registration of the Russian Federation is considered. The paper describes the features of three-dimensional systems of registration of cadastral objects of individual States. Identified deficiencies in the implementation of three-dimensional inventory of the existing databases of information about land. On the basis of the considered approaches, the ways of solving some problems of the DPR land resources management system are proposed.

**Key words:** land cadastre, land, land management, property rights, registration system.

**Валуго Софія Ігорівна** – асистент кафедри геоінформатики і геодезії ДОНУ ВПО «Донецький національний технічний університет». Научні інтереси: фотограмметрія і дистанційне зондування; кадастр; комп'ютерна графіка в геодезії.

**Валуго Софія Ігорівна** – асистент кафедри геоінформатики і геодезії ДОНУ ВПО «Донецький національний технічний університет». Наукові інтереси: фотограмметрія та дистанційне зондування; кадастр; комп'ютерна графіка в геодезії.

**Valiugo Sofiya** – assistant, Geoinformatics and Geodesy Department, Donetsk National Technical University. Scientific interests: photogrammetry and remote sensing; cadastre; computer graphics in geodesy.

УДК 536.2.022

**Н. И. ВАТИН, Ш. Т. СУЛТАНОВ, А. А. КРУПИНА**

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

## **СРАВНЕНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕНОПОЛИИЗОЦИАНУРАТА (PIR), МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ, КАРБОНА И АЭРОГЕЛЯ**

**Аннотация.** Характеристики теплоизоляционного материала в основном определяются его теплопроводностью, которая зависит от плотности материала, пористости, содержания влаги и средней разности температур. В данной работе представлены результаты экспериментальных исследований коэффициента теплопроводности минеральной ваты, пенополиизоциануратной пены, карбона и аэрогеля в стационарном тепловом режиме. Показатели теплоизоляции определяют на плоском образце с помощью прибора ПИТ 2.1. Результаты должны иметь большое значение для производителей материалов, владельцев зданий и дизайнеров при выборе подходящих теплоизоляционных материалов и правильном прогнозировании тепловых и энергетических характеристик зданий и их энергоэффективности.

**Ключевые слова:** теплоизоляционный материал, пенополиизоцианурат, минеральная вата, теплопроводность, аэрогель, карбон, теплопроводность, строительство.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Строительная отрасль развивается по пути снижения расхода материалов и трудоемкости, сокращения временных и финансовых затрат на строительство зданий [1–4]. Наиболее эффективным способом решения описанных выше проблем является использование высокоэффективных теплоизоляционных материалов в строительстве. Сегодня к энергоэффективным теплоизоляционным материалам относятся утеплители, которые имеют теплопроводность не более 0,06 Вт/(м·°C).

В настоящее время [5–7] в различных отраслях промышленного производства, и в том числе строительной индустрии, ведется поиск высокотехнологичных теплоизолирующих материалов, превышающих по теплоизоляционным свойствам наиболее распространенные утеплители – минеральная вата и экструзионный пенополистирол. В то же время эти материалы должны характеризоваться низкими производственными затратами, обладать водо- и морозостойкостью, механической прочностью, экологичностью и пожаробезопасностью.

Минеральная вата – теплоизоляционный материал, существующий на рынке с 1937 года. Благодаря высоким теплоизоляционным свойствам долгое время не имел конкурентов. Исключительные термические и акустические свойства минеральной ваты обусловлены матом из волокон, который предотвращает движение воздуха, и инертным химическим составом минеральной ваты. Дело в том, что минеральная вата хорошо впитывает влагу, поэтому для уменьшения количества поглощенной влаги и связывания компонентов волокна пропитываются специальными органическими добавками. Эти добавки, как и все органические вещества, являются легковоспламеняющимися. Чем плотнее используется минеральная вата, – тем больше в ней органического вещества. Наиболее горючая минеральная вата используется для теплоизоляции плоских крыш и в качестве основы сэндвич-панелей [8–9] (рис. 1).

PIR плита на основе полиизоцианурата как теплоизолирующий материал с одним из самых низких показателей теплопроводности используется во всем мире. Пенополиуретан (PUR) и пенополиизоцианурат (PIR) (рис. 2) представляют собой два класса родственных полимеров, получаемых по реакции нескольких компонентов. PIR имеет более высокие огнезащитные свойства, чем у традиционной полиуретановой изоляции. Рабочая температура PIR достигает 140 °C, тогда как PUR может



Рисунок 1 – Типы минеральной ваты.

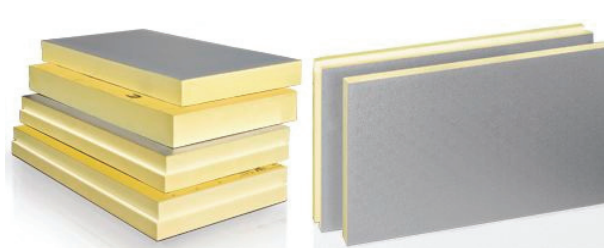


Рисунок 2 – Типы пенополиизоцианурата (PIR).

использоваться только при температуре ниже 100 °С. Как PUR, так и PIR обладают высокими влаготстойкими качествами и практически паронепроницаемы. Опыт строительства за последние десять лет показывает, что используемые сэндвич-панели и теплоизоляционные плиты из ППУ (PUR и PIR) на сегодняшний день являются наиболее эффективными и перспективными с учетом простоты их монтажа и минимизации затрат, также с учетом энергосбережения [10–11].



Рисунок 3 – Карбон и аэрогель.

Аэрогель и карбон – материалы, недостаточно хорошо изученные и, предположительно, смогут вытеснить PIR и минеральную вату с лидирующих мест (рис. 3). В работах [13–16] проводился сравнительный анализ физических параметров и выявлены некоторые преимущества и недостатки каждого из рассматриваемых видов утеплителей.

Имеется ряд факторов, которые необходимо учитывать при рассмотрении

возможности использования тех или иных видов теплоизоляции. Одним из них является пожарная опасность строительного материала. Пожарная опасность оценивается по различным пожарно-техническим характеристикам, таким как: горючесть, распространение пламени по поверхности, дымообразующая способность, токсичность и воспламеняемость. Совокупность этих показателей позволяет присвоить любому строительному материалу определенный класс пожарной опасности. В статьях [17–18] проводится оценка поведения PIR при пожаре.

**Цель статьи** – определить по результатам испытаний материал с наилучшими теплоизоляционными показателями.

## МЕТОДЫ

Сущность метода заключается в создании стационарного теплового потока, проходящего через плоский образец определенной толщины и направленного перпендикулярно к лицевым (наибольшим) граням образца, измерении плотности этого теплового потока, температуры противоположных лицевых граней и толщины образца.

### Исследуемые материалы:

- плиты минеральной ваты размерами 250×250 мм и толщиной 50 мм;
- плиты PIR размерами 250×250 мм и толщиной 50 мм с двусторонней облицовкой алюминиевой фольгой толщиной 50 мкм;
- плиты PIR размерами 250×250 мм и толщиной 50 мм без облицовки;
- плиты PIR размерами 250×250 мм и толщиной 30 мм с двусторонней облицовкой алюминиевой фольгой толщиной 50 мкм;
- плиты PIR размерами 250×250 мм и толщиной 30 мм без облицовки;
- плиты аэрогеля;
- плиты карбона.

Теплоизоляционные материалы представлены на рис. 4.

**Нормативные документы:** ГОСТ 7076-99 Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме.





Рисунок 4 – Карбон и аэрогель.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Теплопроводность теплоизоляционных материалов определяли с помощью прибора ПИТ-2.1 (ООО «ИзТех») (рис. 5) по ГОСТ 7076-00 при средней температуре образца  $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ .

Полученные результаты приведены в таблице.

## ВЫВОДЫ

В результате испытаний были определены материалы с наиболее низкой теплопроводностью.

Таблица – Определение теплопроводности образцов материалов минеральной ваты, PIR, карбона и аэрогеля

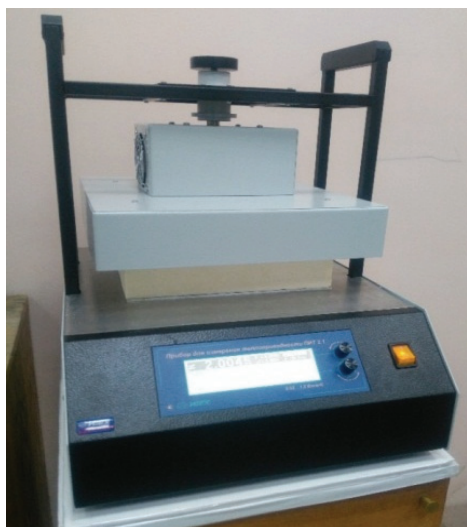


Рисунок 5 – Прибор для определения теплопроводности ПИТ-2.1.

Образец	W (высушенные)
	$t_{cp} = 25^\circ\text{C}$
	ПИТ 2.1
Минеральная вата $\rho = 130 \text{ кг/м}^3$ , $\delta = 50 \text{ мм}$	0,0351
Минеральная вата $\rho = 130 \text{ кг/м}^3$ , $\delta = 50 \text{ мм}$	0,0331
PIR с облицовкой из фольги, $\delta = 50 \text{ мм}$	0,0220
PIR с облицовкой из фольги, $\delta = 50 \text{ мм}$	0,0210
PIR без облицовки, $\delta = 50 \text{ мм}$	0,0242
PIR без облицовки, $\delta = 50 \text{ мм}$	0,0239
PIR с облицовкой из фольги, $\delta = 30 \text{ мм}$	0,0200
PIR с облицовкой из фольги, $\delta = 30 \text{ мм}$	0,0227
PIR без облицовки, $\delta = 30 \text{ мм}$	0,0244
PIR без облицовки, $\delta = 30 \text{ мм}$	0,0242
Карбон, $\delta = 2 \text{ мм}$	0,0140
Карбон, $\delta = 2 \text{ мм}$	0,0100
Карбон, $\delta = 2 \text{ мм}$	0,0110
Аэрогель, $\delta = \text{мм}$	0,0163
Аэрогель, $\delta = \text{мм}$	0,0152
Аэрогель, $\delta = \text{мм}$	0,0167

стью – плиты карбона и аэрогеля. Тщательный анализ литературы показывает, что вместе с потерей теплоизоляционной способности минеральной ваты при намокании и горючести PIR-панелей эти два материала вполне способны заменить на рынке минеральную вату и панели из пенополиизоцианурата.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Analysis of On-site Construction Processes for Effective External Thermal Insulation Composite System Installation [Text] / V. Sulakatko, I. Lill, E. Liisma // Procedia Econ. Financ. – 2015. – Vol. 21. – PP. 297–305.
2. Building stock characteristics and energy performance of residential buildings in Eastern-European countries [Text] / T. Csoknyai, S. Hrabovszky-horváth, Z. Georgiev // Energy and Buildings. – 2016. – Vol. 132. – PP. 39–52.
3. Vereecken, E. Capillary Active Interior Insulation Systems for Wall Retrofitting [Text] / E. Vereecken, S. Roels // A More Nuanced Story. Int. J. Archit. Herit. – 2016. – Vol. 10. – PP. 558–569.
4. Payback period of investments in energy saving [Text] / A. S. Gorshkov, N. I. Vatin, P. P. Rymkevich, O. O. Kydevich // Mag. Civ. Eng. – 2018. – Vol. 78. – PP. 65–75.
5. Vilches, A. Life cycle assessment (LCA) of building refurbishment: A literature review. [Text] / A. Vilches, A. Garcia-Martinez, B. Sanchez-Montañes // Energy Build. – 2017. – Vol. 135. – PP. 286–307.
6. Long-term hygrothermal performance of white and black roofs in North American climates [Text] / H. H. Saber, M. C. Swinton, P. Kalinger, R.M. Paroli // Build. Environ. – 2012. – Vol. 50. – PP. 141–154.
7. A review of structural, thermo-physical, acoustical, and environmental properties of wooden materials for building applications [Text] / F. Asdrubali, B. Ferracuti, L. Lombardi, C. Guattari, L. Evangelisti [et al.] // Building Environ. – 2017. – Vol. 114. – PP. 307–332.

8. Berge, A. Literature Review of High Performance Thermal Insulation [Текст] / A. Berge, P. Johansson // Civ. Environ. Eng. – 2012. – 28 p.
9. Yang, S. J. Research on Properties of Rock-Mineral Wool as Thermal Insulation Material for Construction [Text] / S. J. Yang, L. W. Zhang // Adv. Mater. Res. – 2012. – Vol. 450–451. – PP. 618–622.
10. Flammability of Bio-Based Rigid Polyurethane Foam as Sustainable Thermal Insulation Material [Electronic resource] / M. Kirpluks, U. Cabulis, A. Avots // Insulation Materials in Context of Sustainability. – 2016. – Ch. 1. – Doi: 10.5772/62539.
11. Technical characteristics of rigid sprayed PUR and PIR foams used in construction industry [Text] / M. Gravit, A. Kuleshin, E. Khametgalieva, I. Karakozova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2017. – Vol. 90. – PP. 21–34.
12. Concerning the Thermal Insulation Panels with Double-side Anti-condensation Foil on the Exterior and Polyurethane Foam or Polyisocyanurate on the Interior [Text] / S. Pescari, D. Tudor, S. Tölgyi, M. C. Study // Key Eng. Mater. – 2015. Vol. 660. – PP. 244–248.
13. Aerogel Insulation for Building Applications [Text] / B. P. Jelle, R. Baetens, A. Gustavsen // Energy and Buildings. – 2011. – Vol. 43. – PP. 761–769.
14. Thermal insulation material based on SiO<sub>2</sub> aerogel [Text] / Zhao-hui Liu, F. Wang, Zhi-ping Deng // Construction and Building Materials. – 2016. – Vol. 122. – PP. 548–555.
15. Insulation materials for the building sector: A review and comparative analysis [Текст] / S. Schiavoni, F. D'Alessandro, F. Bianchi, F. Asdrubali // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2016. – Vol. 62. – PP. 988–1011.
16. A review of unconventional sustainable building insulation materials [Text] / F. Asdrubali, F. D'Alessandro, S. Schiavoni // Sustain. Mater. Technol. – 2015. – Vol. 4. – PP. 1–17.
17. Zhang, Z. Amide-Modified Polyisocyanurate Foams Having High Thermal Stability [Text] / Z. Zhang, K. Ashida // J. Cell. Plast. 1997. – Vol. 33. – PP. 487–501.
18. Wang, Y. C. Experimental and numerical study of temperature developments in PIR core sandwich panels with joint [Text] / Y. C. Wang, A. Foster // Fire Safety Journal. – 2017. – Vol. 90. – PP. 1–14.

Получено 30.04.2019

Н. И. ВАТИН, Ш. Т. СУЛТАНОВ, А. О. КРУПИНА  
 ПОРІВНЯННЯ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
 ПІНОПОЛІІЗОЦІАНУРАТУ (PIR), МІНЕРАЛЬНОЇ ВАТИ, КАРБОНУ І  
 АЕРОГЕЛЮ  
 ФДАОУ ВО «Санкт-Петербурзький політехнічний університет Петра Великого»

**Анотація.** Характеристики теплоізоляційного матеріалу в основному визначаються його теплопровідністю, яка залежить від щільності матеріалу, пористості, вмісту води і середньої різниці температур. У даній роботі представлені результати експериментальних досліджень коефіцієнта теплопровідності мінеральної вати, пінополіізоціануратної піни, карбону і аерогелю у стаціонарному тепловому режимі. Показники теплоізоляції визначають на плоскому зразку за допомогою приладу ПІТ 2.1. Результати повинні мати велике значення для виробників матеріалів, власників будівель і дизайнерів при виборі відповідних теплоізоляційних матеріалів і правильному прогнозуванні теплових і енергетичних характеристик будівель і їх енергоефективності.

**Ключові слова:** теплоізоляційний матеріал, пінополіізоціанурат, мінеральна вата, теплопровідність, аерогель, карбон, теплопровідність, будівництво.

NIKOLAY VATIN, SHUKHRAT SULTANOV, ANASTASIA KRUPINA  
 COMPARISON OF THE THERMAL INSULATION CHARACTERISTICS OF  
 POLYISOCYANURATE FOAM (PIR), MINERAL WOOL, CARBON FIBER AND  
 AIRGEL  
 St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great

**Abstract.** The characteristics of the heat-insulating material are mainly determined by its thermal conductivity, which depends on the density of the material, porosity, moisture content and average temperature difference. This paper presents the results of experimental studies of the thermal conductivity of mineral wool, polyisocyanurate foam, carbon and airgel in a stationary thermal regime. Thermal insulation indicators are determined on a flat sample using the PIT 2.1 device. The results should be of great importance for manufacturers of materials, building owners and designers when choosing suitable heat-insulating

materials and correctly forecasting the thermal and energy characteristics of buildings and their energy efficiency.

**Key words:** heat-insulating material, polyisocyanurate foam, mineral wool, thermal conductivity, airgel, carbon, thermal conductivity, construction.

**Ватин Николай Иванович** – доктор технических наук, профессор высшей школы промышленно-гражданского и дорожного строительства ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». Научные интересы: проектирование, строительство, реконструкция и обследование зданий и сооружений.

**Султанов Шухрат Тахирович** – аспирант высшей школы промышленно-гражданского и дорожного строительства ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». Научные интересы: теплофизические характеристики строительных материалов.

**Крупина Анастасия Алексеевна** – магистр высшей школы гидротехнического и энергетического строительства ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». Научные интересы: строительные материалы, строительная теплофизика, теплоизоляционные материалы.

**Ватін Микола Іванович** – доктор технічних наук, професор вищої школи промислово-цивільного та дорожнього будівництва ФДАОУ ВО «Санкт-Петербурзький політехнічний університет Петра Великого». Наукові інтереси: проектування, будівництво, реконструкція і обстеження будівель і споруд

**Султанов Шухрат Тахірович** – аспірант вищої школи промислово-цивільного та дорожнього будівництва ФДАОУ ВО «Санкт-Петербурзький політехнічний університет Петра Великого». Наукові інтереси: теплофізичні характеристики будівельних матеріалів.

**Крупина Анастасія Олексіївна** – магістр вищої школи гідротехнічного і енергетичного будівництва ФДАОУ ВО «Санкт-Петербурзький політехнічний університет Петра Великого». Наукові інтереси: будівельні матеріали, будівельна теплофізика, теплоізоляційні матеріали.

**Vatin Nikolay** – D. Sc. (Eng.), Professor, Higher School of Industrial-Civil and Road Construction, St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great. Research interests: design, construction, reconstruction and inspection of buildings and structures

**Sultanov Shukhrat** – graduate student, Higher School of Industrial-Civil and Road Construction, St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great. Scientific interests: thermophysical characteristics of building materials.

**Krupina Anastasia** – master Higher School of Hydrotechnical and Power Engineering, St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great. Scientific interests: building materials, building thermal physics, thermal insulation materials.

УДК 338.24:69.001.76

**К. А. РЯБОВА, В. В. ФИЛОНИЧ**

ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)», г. Ростов-на-Дону

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВОМ**

**Аннотация.** Цифровые технологии внедряются практически во все сферы нашей жизни, колоссальными темпами набирая обороты. Однако использование информационных технологий в строительной индустрии не настолько эффективно в связи с множеством существующих барьеров. Препятствием в первую очередь является то, что переквалификация рабочих, изучение новейших технологий требует больших затрат, которые не все компании могут себе позволить. В данной статье проанализировано сегодняшнее положение цифровизации в управлении строительством и рассмотрены некоторые барьеры, мешающие полноценному внедрению технологий.

**Ключевые слова:** информационные технологии, строительная промышленность, управление строительством.

Бесперебойный поток данных и коммуникации на каждом этапе строительного проекта необходимы для успешного управления проектами. Их обработка с использованием информационных технологий позволяет эффективно связывать и управлять данными, преодолевая общие недостатки в строительной области, такие как задержка проектов, неэффективность данных, нарушение связи и бюджетный дефицит.

IT-технологии являются важным звеном в системе внутреннего контроля организаций.

Передовые строительные компании уже понимают, какую пользу могут принести инвестиции в направлении цифровизации и автоматизации процессов управления. Несмотря на это, у большинства строительных организаций на сегодняшний день отсутствует выделенное IT-подразделение. Их заменой выступают один или несколько программистов, решающих все возникающие вопросы.

Более продвинутые компании в своей деятельности применяют IP-телефонию, обеспечивающую телефонной связью удаленные области. Канал связи можно организовать посредством технологий WiMAX и 3G. Используя же Интернет, все удаленные площадки объединяются между собой посредством VPN с АТС в центральном офисе, и коллеги имеют возможность поддерживать связь друг с другом совершенно бесплатно. Популярна также в строительном бизнесе видеоконференцсвязь: она сокращает расходы на командировки сотрудников, позволяет проводить вебинары в режиме онлайн.

Можно сказать, что современную строительную площадку можно именовать как мини-офис, который предполагает наличие высокого уровня IT-обслуживания.

Строительные менеджеры организуют и контролируют целые строительные бригады. Эти специалисты контролируют команды, чтобы обеспечить качественное и своевременное завершение проекта. Бюро статистики труда США прогнозирует, что занятость для руководителей строительных предприятий увеличится на 11 % с 2016 по 2026 год, что выше, чем в среднем по стране по всем профессиям [1].

Согласно концепции Института управления проектами (PMI), управление проектами – это «искусство направления и координации человеческих и материальных ресурсов на протяжении всей жизни проекта с использованием современных методов управления для достижения заранее определенных целей, связанных с масштабами, стоимостью, временем, качеством и участием» [2].

На самом фундаментальном уровне управление строительными проектами отвечает за планирование, координацию и выполнение строительного проекта, будь то сельскохозяйственный, жилой, коммерческий, институциональный, промышленный, гражданский или экологический.

Управление строительными проектами обычно включает в себя сложные задачи, которые могут резко меняться в зависимости от выполняемой работы, и для этого требуются сильные навыки общения, глубокие знания процесса строительства и способность решать проблемы. Управление строительными проектами является сложной областью, требующей знаний во многих различных областях, таких как финансы, посредничество, право, бизнес и, конечно же, в области информационных технологий.

В последние годы в России появились проектные банки, они охватывают область взаимодействия с заказчиками и партнерами. Своего рода, это интернет-платформы, предлагающие свободный обмен строительными данными. Также российские строительные компании начали участвовать и в электронных тендерах, которые значительно экономят средства и делают процесс торговли более прозрачным.

Стоит отметить, что развитые IT-технологии в области строительства на Западе распространены уже значительно долгое время, для России же – это новизна. Для преодоления отставания от зарубежных стран в области внедрения информационных технологий Минстрой РФ приступил к внедрению технологии информационного моделирования зданий (BIM – Building Information Modeling) в области промышленного и гражданского строительства. Для сравнения, в Великобритании обязательным требованием для госзаказа считается применение BIM-технологий. В США даже разработана специальная нормативная база, поддерживающая применение BIM [3].

Использование программного обеспечения для управления строительством и других цифровых инструментов формирует основу для управления всеми аспектами строительного процесса. Помимо базовых задач управления проектами-IT, также выполняют и различные функции, в том числе плановое выставление счетов за время, варианты выставления счетов, инструменты для совместной работы, настраиваемые отчеты и другие бизнес-инструменты, которые значительно повышают эффективность работы строительной фирмы, например, крупномасштабных строительных и инфраструктурных проектов.

Внедрение IT в офисную работу в основном предполагает автоматизацию рутинных задач, в том числе обмена строительной документацией в цифровом виде. Различные типы инструментов программного обеспечения могут выполнять множество задач: оценка стоимости программного обеспечения, оценивание стоимости работ по объему, управление программным обеспечением, программа может рассчитать объемы по данным чертежей. Область же, которая растет и развивается быстрее других, – это Интернет.

Однако применение IT в строительной отрасли не является таким эффективным, как в других отраслях. Наиболее заметные проблемы возникают в инструментах программной и информационной коммуникации. Это связано с тем, что программное обеспечение не ориентировано на проект и выполняет только одну конкретную задачу. Эффективный обмен данными в таких условиях невозможен.

Но несмотря на это, использование IT в строительной индустрии стремительно растет, и в основном используются приложения Office, системы автоматизированного проектирования (CAD), программные средства, в том числе расчет с помощью программного обеспечения, расчетных программ и коммуникационных сетей. Наиболее распространенные, конечно, стандартные офисные приложения. Применение автоматизации делопроизводства может повысить эффективность внутреннего управления и стоимость управления. CAD используется почти во всех строительных компаниях, и большая часть из архитекторов имеет некоторые продукты CAD. Стоимость проекта может быть заложена в бюджет с помощью программного обеспечения оценки затрат. То есть, согласно объемам продаж, тендерной документации и с учетом собственных возможностей, возможного риска, участник продаж представляет конкурентные ставки, цены и общую цену предложения.

Среди барьеров можно выделить следующие:

- осуществление разовых проектов,
- фрагментация отрасли,
- отсутствие лидерства со стороны клиентов,
- низкий уровень осведомленности о технологиях и подготовки кадров,
- необходимые авансовые инвестиции,
- текущие расходы на техническое обслуживание и сопротивление изменениям.

Для развивающихся стран также характерен недостаток кадров для управления IT, недостаточное количество телекоммуникационной инфраструктуры, и самая важная проблема – высокая компьютерная неграмотность работников.

Неграмотность предполагает низкий уровень знаний в области IT-технологий, однако для преодоления этого барьера существует еще одна проблема – высокая стоимость. А также страх менеджеров вкладывать деньги в развитие, обучение, в повышение квалификации работников. Можно сказать, что этот страх – страх некупаемости. У руководителей нет уверенности в том, принесут ли эти затраты в дальнейшем выгоду и экономическую отдачу.

Непонятные первоначальные причины инвестирования затрудняют их применение в строительстве. Старшие руководители неохотно меняют рабочие процессы, особенно в тех случаях, когда они не убеждены в получении немедленных выгод. Также программные продукты не узконаправлены и не ориентированы на проект. Как уже упоминалось выше, основные типы программного обеспечения инструмента могут решить только основные задачи соответственно.

Среди стратегий, выделенных в этой области, есть следующие: увеличение государственных затрат на инновационные технологии; содействие образованию в области IT и развитию человеческого капитала; использование интернет-систем управления информацией для содействия созданию общих, эффективных систем передачи данных; популяризация преимуществ и количественная оценка выгод от внедрения IT-систем связи; разработка политики внедрения IT и стимулирование налоговых льгот с целью стимулирования инвестиций отрасли в IT, а также повышение осведомленности малых и средних предприятий об IT.

Существенной преградой для внедрения IT является высокий уровень капиталовложений в компьютерные системы и сети. Таким образом, без четкого понимания улучшения организационной производительности менеджеры не стали бы тратить на это деньги. На самом деле, в долгосрочной перспективе компания может получить больше от инвестиций в IT. Проблемы также связаны с нехваткой времени для подготовки персонала и изменениями в рабочих процессах.

Для обеспечения эффективного внедрения IT-технологий требуются специалисты в области управления строительством, обладающие ИТ-возможностями. Поэтому важно развивать технологию обучения и менять традиционные рабочие процессы. Возможна даже разработка политики внедрения информационных технологий: проводить лекции, изучать IT-приложения на практике, организовывать исследования.

Для обеспечения эффективной технологической подготовки может быть издан обязательный закон, предусматривающий ежегодное обучение в области IT и создание системы действенных проверок. Необходимо остановить выход на рынок непрофессиональных компаний по программному обеспечению, позволяя только квалифицированным компаниям участвовать в исследованиях по программному обеспечению.

С другой стороны, должны быть установлены отраслевые критерии, и каждая компания-разработчик программного обеспечения должна соответствовать этим критериям при разработке программного обеспечения.

Кроме того, ожидается улучшение возможностей программного обеспечения инструментов. Программное обеспечение инструментов должно быть более специализированным, проект сосредоточенным в плане возможности помочь в принятии решений. Из-за слабой информационной связи для облегчения эффективного потока данных необходимо использовать онлайн-систему управления информацией. Сначала наладить онлайн дистанционную сеть для того, чтобы осуществить широкомасштабный обмен информацией. Затем информация, предоставляемая онлайн, должна быть отсортирована.

Существует много внешних сетей для предоставления информации. К сожалению, большая часть предоставленной информации находится на бумаге, не отсортирована и должна быть более глубоко проработана. Информация «онлайн» означает надлежащее обновление данных, а не просто ввод информации с бумаги в компьютер. Кроме того, сфера применения информации, поставляемой в режиме онлайн, должна охватывать каждый аспект в строительстве, не ограничиваясь ценой на товары, особенно на материалы.

IT трансформируют методы работы строительной отрасли, и благодаря таким специализированным процессам, как BIM, становится возможным планирование, проектирование и строительство проекта, с учетом таких важных факторов, как материалы и логистика, администрирование контрактов, контроль затрат и планирование проекта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bureau of Labor Statistic [Electronic resource] // U. S. Bureau of Labor Statistics. – [2018]. – Access mode : <https://www.bls.gov/ooh/management/construction-managers.htm>.

2. Case Studies [Electronic resource] // Project Management Institute. – [2019]. – Access mode : <https://www.pmi.org/business-solutions/case-studies>.
3. 3D-проектирование будет использоваться в области промышленного и гражданского строительства [Электронный ресурс] // МИНСТРОЙ РОССИИ ; Пресс-центр. – [2015]. – Режим доступа : <http://www.minstroyrf.ru/press/3d-proektirovanie-budet-ispolzovatsya-v-oblasti-promyshlennogo-i-grazhdanskogo-stroitelstva/>.

Получено 30.04.2019

К. А. РЯБОВА, В. В. ФИЛОНІЧ  
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І УПРАВЛІННЯ БУДІВНИЦТВОМ  
ФДБОУ ВО «Ростовський державний економічний університет (РІНХ)», м. Ростов-на-Дону

**Анотація.** Цифрові технології впроваджуються практично в усі сфери нашого життя, колосальними темпами набираючи обертів. Однак використання інформаційних технологій в будівельній індустрії не настільки ефективно у зв'язку з урахуванням існуючих бар'єрів. Перешкодою в першу чергу є те, що перекваліфікація працівників, вивчення новітніх технологій вимагає великих витрат, які не всі компанії можуть собі дозволити. У даній статті проаналізовано сьогоденний стан цифровізації в управлінні будівництвом і розглянуто деякі бар'єри, що заважають повноцінному впровадженню технологій.

**Ключові слова:** інформаційні технології, будівельна промисловість, управління будівництвом.

KSENIYA RYABOVA, VALENTIN FILONICH  
INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND CONSTRUCTION MANAGEMENT  
Rostov State Economic University (RINH), Rostov-on-Don

**Abstract.** Digital technologies are being introduced in almost all spheres of our life, gaining momentum at a tremendous pace. However, the use of information technology in the construction industry is not as effective due to the many existing barriers. The obstacle, in the first place, is that the re-qualification of workers, the study of new technologies is expensive, which not all companies can afford. This article analyzes the current state of digitalization in construction management and discusses some of the barriers that hinder the full implementation of the technology.

**Key words:** information technology, construction industry, construction management.

**Рябова Ксения Андреевна** – студентка 3 курса ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)», г. Ростов-на-Дону. Научные интересы: информационные технологии, строительная промышленность.

**Филонич Валентин Васильевич** – доктор экономических наук, профессор кафедры экономической теории ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)», г. Ростов-на-Дону. Научные интересы: информационные технологии, строительная промышленность.

**Рябова Ксенія Андріївна** – студентка 3 курсу ФДБОУ ВО «Ростовський державний економічний університет (РІНХ)», м. Ростов-на-Дону. Наукові інтереси: інформаційні технології, будівельна промисловість.

**Філоніч Валентин Васильович** – доктор економічних наук, професор кафедри економічної теорії ФДБОУ ВО «Ростовський державний економічний університет (РІНХ)», м. Ростов-на-Дону. Наукові інтереси: інформаційні технології, будівельна промисловість.

**Ryabova Kseniya** – 3<sup>rd</sup> year student, Rostov State Economic University (RINH). Scientific interests: information technology, construction industry.

**Filonich Valentin** – D. Sc. (Economics), Professor, Economic Theory Department, Rostov State University of Economics (RINH). Scientific interests: information technology, construction industry.

---

## СОДЕРЖАНИЕ

БЕЛИЦКИЙ Д. Г., ПИЧАХЧИ А. В., КОЧЕРГИН А. Ю. Экспериментальные исследования эффективности сцепления шипов ледоходов с ледяной поверхностью	5
СОЛОВЕЙ П. И., ПЕРЕВАРЮХА А. Н., ВОЛОЩУК О. В., ОВЧАРЕНКО Е. Ю. Геодезический контроль стрелы провеса и габарита проводов ЛЭП с большими перепадами высот	10
ШАМРАЕВСКИЙ В. В., ПУНДИК В. А. Реабилитация территорий, нарушенных промышленной деятельностью, в Донецком регионе	15
ЛЕВИН В. М., ЮРОВА В. С., СЕВОСТЬЯНОВ Н. А. Сравнение результатов расчета прямоугольного сечения железобетонного элемента нелинейным деформационным методом и по предельным усилиям	19
ДМИТРЕНКО Е. А., ВОЛКОВ А. С., НЕДОРЕЗОВ А. В., МАШТАЛЕР С. Н., ГРАНИНА Т. О., ДЕМЕРЗА В. Р., ПЕРКАТИЙ Л. Н. Типовые повреждения строительных конструкций железобетонных башенных копров	23
МАЛЮТИНА Т. П., МИЩЕНКО А. С., ЛОЗИЦКИЙ С. А. Особые точки в треугольнике и определение точки Шлемилха	32
МУЩАНОВ В. Ф., ОРЖЕХОВСКИЙ А. Н., КОРОВКИНА Д. С. Мембранные системы большепролетных покрытий с конструктивным предварительным напряжением	38
САВЕНКОВ Н. В., ЭНТИНА Л. Э. К вопросу о создании модификационных рядов эксплуатируемых городских автобусов для повышения топливной экономичности на пассажирских маршрутах в пределах типовой группы	44
БОВКУН А. А., КАЛМЫКОВА Е. П. Воплощение интеллектуальных решений в истории подъема уникальных конструкций	49
КОЧЕРГИН А. Ю., ПИЧАХЧИ А. В. Влияние параметров кран-манипуляторной установки на процесс разработки грунта грейферным ковшом	54
ГУБАНОВ В. В., ОЛЕНИЧ Е. Н., ОЛЕНИЧ А. В. Влияние конструктивных параметров на напряженно-деформированное состояние дымовой трубы с двумя уровнями оттяжек	57
ДОСТОВАЛОВА Д. А., ПОДГОРОДЕЦКИЙ Н. С. Применение методов сценарного прогнозирования и анализа иерархий для оценки и снижения рисков возникновения опасных ситуаций на рабочих местах промышленных объектов	64
ВОЛКОВ А. С., ПРОКОПЕНКО Д. Р., МОЗГОВОЙ Д. О., ЖУЛЬ Д. А. Исследование НДС конструкций башенной градирни высотой $H = 150$ м с учетом действительного режима работы	72
МОРОЗ А. В., МАРТЫНОВА В. Б. Энергоэффективные конструктивные решения наружной стены жилого дома с использованием модифицированного газобетона	80
ЛЕВЧЕНКО В. Н., КИРИЧЕНКО В. Ф., КРАВЧЕНКО Ю. А., ЧИПИЖКО А. А. Удельные капитальные вложения в здания, тенденции и причины их изменений	84
МАЗУР В. А., ЧАЙКА М. А. Выбор рационального метода возведения утепленных бескаркасных арочных ангаров	92
ЧЕРНОВ И. С., ЧУХАРКИН А. В., САВЕНКО Э. С. Исследование эффективности добавок воды в топливо на параметры работы ДВС	96
ЛЕВЧЕНКО В. Н., МАШТАЛЕР С. Н., НЕДОРЕЗОВ А. В., КРАВЧЕНКО Ю. А., ЧИПИЖКО А. А. Анализ строительных проектов промышленных зданий и их оценка по возможным базовым показателям	100
ПОТАНИНА А. В., ЯКОВЕНКО К. А. Методы благоустройства городов в XXI веке	106
БЕЛУХА А. В., БЕЛОВ Д. В. Особенности технологии бетонирования самоуплотняющимся бетоном монолитных железобетонных бункеров	111



СЕРДЮК Е. А., НАЗИМ Я. В. Особенности расчета зданий на сейсмические воздействия по различным нормам проектирования (на примере стального каркаса промздания)	117
СЕЛЬСКАЯ И. В., СИМОНЕНКО Е. И. Освещенность помещений	121
ПОПОВ Д. В., КУРОЧКИН Д. Ф. Адаптация алгоритмов работы электронных блоков управления бензиновых двигателей при работе на газовом топливе	124
ТАНАСОГЛО А. В., ФОМЕНКО С. А., ВОЛЧКОВ А. Н., КОЗЛОВА Л. В., ТАНАСОГЛО И. В. Программный комплекс по расчёту проводов и тросов линий электропередачи	127
ЗАГОРУЙКО Т. И., МАРЕНКОВ К. А. Сложившаяся мировая практика в области формирования научно-образовательных центров	133
ШЕВЧЕНКО О. Н., МАЛИНИНА З. З., ТКАЧЕВА Е. Ю. Исследование способности воды неизвестного происхождения и состава к коррозионному воздействию на бетон	137
ЧАЙКА Л. В., АБРАМОВА А. В., ГЛИНЕРЕВИЧ Е. А. Негативное влияние горнодобывающей промышленности на окружающую среду Шахтерско-Торезской агломерации	141
СМИРНОВ Д. А., МОНАХ С. И. Моделирование системы управления теплоснабжением, основанное на идентификационной модели технологических параметров, характеризующих распределение тепловой энергии	145
КОПЕЦ Ю. В. Вторичное использование осадков сточных вод для производства тяжелого бетона	148
ШВЕЦ Г. А., ТУГБАЕВА Ю. В. Реконструкция многоэтажного производственного здания	152
ВАЛЮГО С. И. Проблемы земельного кадастра на территории ДНР	156
ВАТИН Н. И., СУЛТАНОВ Ш. Т., КРУПИНА А. А. Сравнение теплоизоляционных характеристик пенополиизоцианурата (PIR), минеральной ваты, карбона и аэрогеля	161
РЯБОВА К. А., ФИЛОНИЧ В. В. Инновационные технологии и управление строительством	166

Статьи, публикуемые в журнале «Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры», размещены

- в российской информационно-аналитической системе –  
Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)
- в электронно-библиотечной системе IPRbooks
- в информационно-поисковой системе Google Scholar.

---

## ЗМІСТ

БЕЛИЦЬКИЙ Д. Г., ПІЧАХЧИ О. В., КОЧЕРГІН О. Ю. Експериментальні дослідження ефективності зчеплення шипів льодоходів з крижаною поверхнею	5
СОЛОВЕЙ П. І., ПЕРЕВАРЮХА А. М., ВОЛОЩУК О. В., ОВЧАРЕНКО О. Ю. Геодезичний контроль стріли провисання і габариту проводів ЛЕП з великими перепадами висот	9
ШАМРАЄВСЬКИЙ В. В., ПУНДИК В. О. Реабілітація територій, порушених промисловою діяльністю, у Донецькому регіоні	15
ЛЕВІН В. М., ЮРОВА В. С., СЕВОСТЬЯНОВ М. А. Порівняння результатів розрахунку прямокутного перерізу залізобетонного елемента нелінійним деформаційним методом і за граничними зусиллями	19
ДМИТРЕНКО Є. А., ВОЛКОВ А. С., НЄДОРЄЗОВ А. В., МАШТАЛЕР С. М., ГРАНІНА Т. О., ДЕМЕРЗА В. Р., ПЕРКАТИЙ Л. М. Типові пошкодження будівельних конструкцій залізобетонних баштових копрів	23
МАЛЮТИНА Т. П., МІЩЕНКО А. С., ЛОЗИЦЬКИЙ С. А. Особливі точки в трикутнику і визначення точки Шлемільха	32
МУЩАНОВ В. П., ОРЖЕХОВСЬКИЙ А. М., КОРОВКІНА Д. С. Мембранні системи великопрольотних покриттів з конструктивним попереднім напруженням	38
САВЕНКОВ М. В., ЕНТИНА Л. Е. До питання про створення модифікаційних рядів міських автобусів, що експлуатуються, для підвищення їх паливної економічності на пасажирських маршрутах у межах типової групи	44
БОВКУН А. А., КАЛМИКОВА О. П. Втілення інтелектуальних рішень в історії підйому унікальних конструкцій	49
КОЧЕРГІН О. Ю., ПІЧАХЧИ О. В. Робочі процеси кран-маніпуляторної установки з грейферним ковшем, дообладнаним приводним гвинтовим якорем	54
ГУБАНОВ В. В., ОЛЕНИЧ О. М., ОЛЕНИЧ О. В. Вплив конструктивних параметрів на напружено-деформований стан димаря з двома рівнями відтяжок	57
ДОСТОВАЛОВА Д. О., ПОДГОРОДЕЦЬКИЙ М. С. Застосування методів сценарного прогнозування та аналізу ієрархій для оцінки і зниження ризиків виникнення небезпечних ситуацій на робочих місцях промислових об'єктів	64
ВОЛКОВ А. С., ПРОКОПЕНКО Д. Р., МОЗГОВИЙ Д. О., ЖУЛЬ Д. А. Дослідження НДС конструкцій баштової градирні висотою $H = 150$ м з урахуванням дійсного режиму роботи	72
МОРОЗ А. В., МАРТИНОВА В. Б. Енергоефективні конструктивні рішення зовнішньої стіни житлового будинку з використанням модифікованого газобетону	80
ЛЕВЧЕНКО В. М., КИРИЧЕНКО В. Ф., КРАВЧЕНКО Ю. О., ЧИПИЖКО О. О. Питомі капітальні вкладення у будівлі, тенденції та причина їх змін	84
МАЗУР В. О., ЧАЙКА М. О. Вибір раціонального методу зведення утеплених безкаркасних арочних ангарів	92
ЧЕРНОВ І. С., ЧУХАРКІН А. В., САВЕНКО Е. С. Дослідження ефективності добавок води в паливо на параметри роботи ДВЗ	96
ЛЕВЧЕНКО В. М., МАШТАЛЕР С. М., НЄДОРЄЗОВ А. В., КРАВЧЕНКО Ю. О., ЧИПИЖКО О. О. Аналіз будівельних проектів промислових будівель та їх оцінка за можливими базовими показниками	100
ПОТАНІНА А. В., ЯКОВЕНКО К. А. Методи благоустрою міст у ХХІ столітті	106
БЄЛУХА А. В., БЄЛОВ Д. В. Особливості технології бетонування бетоном, що ущільнюється, монолітних залізобетонних бункерів	111

СЕРДЮК О. О., НАЗІМ Я. В. Особливості розрахунку будівель на сейсмічні впливи за різними нормами проектування (на прикладі сталевих каркасів промбудівлі)	117
СЕЛЬСЬКА І. В., СИМОНЕНКО Є. І. Освітленість приміщень	121
ПОПОВ Д. В., КУРОЧКІН Д. Ф. Адаптація алгоритмів роботи електронних блоків управління бензинових двигунів при роботі на газовому паливі	124
ТАНАСОГЛО А. В., ФОМЕНКО С. О., ВОЛЧКОВ О. М., КОЗЛОВА Л. В., ТАНАСОГЛО І. В. Програмний комплекс з розрахунку проводів і тросів ліній електропередавання	127
ЗАГОРУЙКО Т. І., МАРЕНКОВ К. О. Світова практика, що склалася у сфері формування науково-освітніх центрів	133
ШЕВЧЕНКО О. М., МАЛИНІНА З. З., ТКАЧОВА О. Ю. Дослідження здатності води невідомого походження і вмісту до корозійної дії на бетон	137
ЧАЙКА Л. В., АБРАМОВА А. В., ГЛІНЕРЕВИЧ К. О. Негативний вплив гірничодобувної промисловості на навколишнє середовище Шахтарсько-Торезької агломерації	141
СМИРНОВ Д. О., МОНАХ С. І. Моделювання системи управління тепlopостачання, засноване на ідентифікаційній моделі технологічних параметрів, що характеризують розподіл теплової енергії	145
КОПЕЦЬ Ю. В. Вторинна переробка осадів стічних вод для виробництва важкого бетону	148
ШВЕЦЬ Г. А., ТУГБАЄВА Ю. В. Реконструкція багатоповерхової виробничої будівлі	152
ВАЛЮГО С. І. Проблеми земельного кадастру на території ДНР	156
ВАТІН Н. І., СУЛТАНОВ Ш. Т., КРУПІНА А. О. Порівняння теплоізоляційних характеристик пінополіізоціанурату (PIR), мінеральної вати, карбону і аерогелю	161
РЯБОВА К. А., ФІЛОНІЧ В. В. Інноваційні технології і управління будівництвом	166

Статті, що публікуються у журналі «Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури», розміщені

- в російській інформаційно-аналітичній системі – Російський індекс наукового цитування (РІНЦ)
- в електронно-бібліотечній системі IPRbooks
- в інформаційно-пошуковій системі Google Scholar.

---

## CONTENTS

BELYTSKYI DMYTRO, PICHAKHCHI ALEXANDR, KOCHERGIN ALEKSEY. Experimental Studies of the Effectiveness of Adhesion of Ice Spikes to Ice	5
SOLOVEJ PAVEL, PEREVARJUHA ANATOLY, VOLOSHCHUK OKSANA, OVCHARENKO ELENA. Geodetic Control of the Sag and the Gauge of LEP Wires with Large Elevation Differences	9
SHAMRAEVSKY VALERY, PUNDIK VERONIKA. Rehabilitation of Areas affected by Industrial Activities in the Donetsk Region	15
LEVIN VICTOR, YUROVA VICTORIA, SEVOSTYANOV NIKITA. Comparison of Results of Calculation of Rectangular Section of Reinforced Concrete Element by Nonlinear Deformation Method and with Ultimate Forces	19
DMITRENKO EVGENIY, VOLKOV ANDREI, NIEDORIEZOV ANDRII, MASHTALER SERGII, GRANINA TATIANA, DEMERZA VADIM, PERKATYI LYUDMILA. Typical Damage to Building Structures of Reinforced Concrete Tower-Type	23
MALUTINA TATYANA, MISHCHENKO ALINA, LOZITSKY SERGEY. Special Points in a Triangle and Determination of the Point of Slamlkh	32
MUSCHANOV VOLODYMYR, ORZHEKHOVSKY ANATOLY, KOROVKINA DARIA. Long-span Membrane Coating Systems with Constructive Prestress	38
SAVENKOV NIKITA, ENTINA LILIYA. For the Question of Creating the Modification Rows of Operated City Buses for Increasing the Fuel Efficiency on Passenger Routes within the Model Group	44
BOVKUN ARTEM, KALMYKOVA ELENA. Embodiment of Intellectual Decisions is in History of Getting up of Unique Constructions	49
KOCHERGIN ALEKSEY, PICHAKHCHI ALEXANDER. Work Processes of a Crane-manipulator with a Grab Bucket, Equipped with a Drive Screw Anchor	54
GUBANOV VADIM, OLENICH ELENA, OLENICH ALEKSANDER. Influence of Constructive Parameters on the Stress-strain State of the Chimney with Two Levels of Delays	57
DOSTOVALOVA DARIA, PODGORODETSKY NICHOLAS. Application of Scenario Forecasting and Hierarchy Analysis Methods to Assess and Reduce the Risks of Hazardous Situations at Industrial Workplaces	64
VOLKOV ANDREI, PROKOPENKO DANA, MOZGOVOI DENIS, ZHUL DANIL. Research of the Vat Structures of Cooling Tower Height of 150 m with the Features of Valid Schemes of Work	72
MOROZ ANASTASIA, MARTYNOVA VITA. The Energy Efficient Constructive Decisions of Exterior Wall of a Residential Buiding using Modified Aerated Concrete	80
LEVCHENKO VICTOR, KIRICHENKO VLADIMIR, KRAVCHENKO IURI, CHIPIZHKO ALEKSANDR. Specific Capital Investments in Buildings, Trends and Reasons for their Changes	84
MAZUR VICTORIA, CHAIKA MARIIA. The Choice of a Rational Method of Construction of Insulated Frameless Arch Hangars	92
CHERNOV ILIA, CHUHARKIN ARTEM, SAVENKO EDUARD. Study of the Effectiveness of Water Additives in Fuel on the Parameters of the Engine	96
LEVCHENKO VICTOR, MASHTALER SERGII, NEDOREZOV ANDRII, KRAVCHENKO IURI, CHIPIZHKO ALEKSANDR. Construction Design Review of Industrial Buildings and their Evaluation by Permissible Basic Indices	100
POTANINA ANGELINA, YAKOVENKO KONSTANTIN. Methods of Cite Redevelopment in the XXI Ventury	106

---

BELYKHA ANDRII, BELOV DENIS. Features of Technology of Concreting by Self-Packing Concrete of Monolithic Reinforce-Concrete Bunkers	111
SERDYUK ELENA, NAZIM YAROSLAV. Features of the Calculation of Buildings on Seismic Effects on Various Design Standards (on the Example of a Steel Frame of an Industrial Building)	117
SELSKAYA IRINA, SIMONENKO ELIZAVETA. Room Lighting	121
POPOV DMITRY, KUROCHKIN DENIS. Adaptation of Operation Algorithms of Electronic Control units of Gasoline engines while operating on gas fuel	124
TANASOGLO ANTON, FOMENKO SERAFIM, VOLCHKOV ALEXANDER, KOZLOVA LYUDMILA, TANASOGLO IRINA. Software Package on Calculation of Conductor Wires and Ground Wires of Power Transmission Lines	127
ZAGORUYKO TAMARA, MARENKOV KONSTANTIN. The Current World Practice of Forming Research and Educational Centers	133
SHEVCHENKO OLGA, MALININA ZINAIDA, TKACHEVA ELENA. Investigation of the Ability of Water of Unknown Origin and Composition to Make Corrosive Effects on Concrete	137
HAYKA LYUDMILA, ABRAMOVA ANNA, GLINEREWICH CATHERINE. Negative Effluence of the Mining Industry on Shakhtyorsk-Torez Agglomeration Environment	141
SMIRNOV DMITRIY, MONAKH SVETLANA. Simulation of a Heat Supply Management System Based on an Identification Model of Technological Parameters Characterizing the Distribution of Thermal Energy	145
KOPETS IURII. Secondary use of Secondary Water Drainage for the Production of Heavy Concrete	148
SHVETS GEORGY, TUGBAYEVA JULIA. Reconstruction of a Multi-storey Industrial Building	152
VALIUGO SOFIYA. Problems of Land Cadastre on the Territory of DPR	156
VATIN NIKOLAY, SULTANOV SHUKHRAT, KRUPINA ANASTASIA. Comparison of the Thermal Insulation Characteristics of Polyisocyanurate Foam (PIR), Mineral Wool, Carbon Fiber and Airgel	161
RYABOVA KSENIYA, FILONICH VALENTIN. Innovative Technologies and Construction Management	166

The articles published in journal «Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture» are indexed by:

- the Russian Information and Analytical System – Russian Science Citation Index (RSCI)
- the electronic-library system IPRbooks
- the search engine Google Scholar.