

ВЕСТНИК

ДОНБАССКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ



ВЫПУСК 2018-3(131)

**ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ
С ПРИМЕНЕНИЕМ
НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ
И ТЕХНОЛОГИЙ**

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 2018-3(131)

**ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ
С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ
МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ**

Макеевка 2018

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 2018-3(131)

**БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ
ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НОВИХ
МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

Макіївка 2018

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 № 8 от 27.04.2018 г.

Редакционный совет:

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

Мушанов 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;

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;

Лукьянов А. В., д. т. н., профессор;

Мушанов В. Ф., д. т. н., профессор;

Рожков В. С., к. т. н., доцент;

Югов А. М., д. т. н., профессор;

Яркова Н. И., к. э. н., доцент.

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

Программное обеспечение С. В. Гавенко

Компьютерная верстка Е. А. Солодкова

Подписано к выпуску 21.05.2018

Адрес редакции и издателя

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

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

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

Тел/факс: (0623) 22-06-16, E-mail: 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», 2018

Засновник і видавець

ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Свідоцтво 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 № 8 від 27.04.2018 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;

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;

Лук'янов О. В., д. т. н., професор;

Мушанов В. П., д. т. н., професор;

Рожков В. С., к. т. н., доцент;

Югов А. М., д. т. н., професор;

Яркова Н. І., к. е. н., доцент.

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

Програмне забезпечення С. В. Гавенко

Комп'ютерне верстання Є. А. Солодкова

Підписано до випуску 21.05.2018

Адреса редакції і видавця

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

ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

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

Тел/факс: (0623) 22-06-16, E-mail: vestnik@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», 2018

УДК 666.972.16

С. В. СОРОКАНИЧ, А. В. НАЗАРОВА
ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет»

ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЙ МОДИФИКАТОР ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СТЕКЛЯННОГО ПОРОШКА

Аннотация. На основе промышленного отхода – стеклянного боя – разработан эффективный состав органоминерального модификатора цементных композитов. Представлены результаты экспериментальных исследований влияния органоминерального модификатора в комплексе с активизатором на свойства цементных паст и тяжелых бетонов. Выполнен анализ полученных экспериментальных данных.

Ключевые слова: стеклянный порошок, вяжущее, цементная паста, тяжелый бетон, прочность, активизатор, водонепроницаемость, морозостойкость.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Получение современных бетонов со специальными эксплуатационными свойствами (гидротехнические, коррозионно-стойкие, морозостойкие, дорожные, аэродромные и др.) на рядовых цементах является одной из основных проблем современной технологии бетона. Учитывая накопленный опыт в этом направлении, следует отметить, что решение этой проблемы возможно только при целенаправленном управлении процессами гидратации и структурообразования вяжущей системы [1].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Опыт, накопленный различными отраслями строительства, убедительно показывает, что бетон как композиционный материал конгломератной структуры на основе вяжущего вещества и минеральных или органических заполнителей является универсальным строительным материалом [2].

Для повышения уровня эксплуатационных свойств бетона и направленного структурообразования применяют различные виды активационных воздействий, например химические, физические, физико-химические и механические.

При рассмотрении этой проблемы О. П. Мчедалов-Петросян предложил «принцип соответствия» или «принцип когерентности», который говорит о том, что активацию необходимо прикладывать в нужное время для определенного уровня структуры с воздействием необходимой величины. В основе принципа лежат фундаментальные законы физико-химической механики, физической химии. Практическим приложением принципа является принцип оптимальной дисперсности, позволяющий уменьшить неоднородность материала и повысить его прочность. Теория образования и развития дисперсных структур подробно описана в работах П. А. Ребиндера.

Развитие этих положений для цементных композитов нашло отражение в исследованиях известных ученых, в том числе: И. Н. Ахвердова, Ю. М. Баженова, В. Г. Батракова, В. М. Москвина, Р. Ф. Руновой, Л. И. Дворкина, А. Е. Шейкина, А. Н. Плугина, Л. Г. Шпыновой, А. В. Ушеров-Маршака. Однако, в этих работах были рассмотрены отдельные виды активационных воздействий, касающиеся в первую очередь макроструктуры бетона.

Теория направленного структурообразования на уровне микроструктуры получила развитие в исследованиях А. Н. Плугина. В них убедительно показано, что характер формируемой микроструктуры бетона определяет его свойства.

Применение химических и минеральных добавок, которые вводятся в бетонную смесь через жидкую фазу, также относится к активационным приемам. На протяжении многих десятилетий в технологии тяжелых цементных бетонов для повышения эксплуатационных характеристик в качестве модификаторов структуры применяют минеральные добавки – тонкоизмельченные микронаполнители. Исследованиями по применению микронаполнителей занимались такие ученые, как Г. И. Бердов, В. Н. Выровой, Л. Й. Дворкин, О. Л. Дворкин, В. С. Дорофеев, В. И. Солматов, Е. Д. Щукин и их ученики [3].

Целью настоящих исследований является разработка состава активизированного органоминерального модификатора на основе отхода промышленности для цементных композитов, повышающего их эксплуатационные свойства.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

С целью химической интенсификации и активации процессов структурообразования цементных композитов разработан органоминеральный модификатор, который состоит из органического пластифицирующего компонента (СП-1), минерального микронаполнителя в виде стеклянного порошка (МС) и химического активизатора сульфата натрия (А). Добавка (СП-1) изменяет условия и особенности формирования структуры на микроуровне, влечет за собой изменения в микроструктуре и свойствах цементных композитов в целом, что отражается на прочности, плотности, пористости, однородности и в конечном итоге влияет на долговечность бетонов при эксплуатации в агрессивной среде. Минеральная добавка – микронаполнитель (МС) сам по себе не оказывает существенного влияния на процессы гидратации цемента, однако улучшает его гранулометрический состав или структуру цементного камня. Добавка-электролит сульфат натрия (А) влияет на растворимость исходных компонентов цемента, обеспечивая более интенсивное протекание реакций в жидкой фазе, т. е. участвуя в химической активации цементной среды.

В данной работе использован промышленный и твердобытовой отход – стеклянный порошок, полученный в результате помола стеклобоя.

Стеклобой – бой стекла, образующийся при производстве и использовании стеклянных изделий и листового стекла. Перед использованием бой стекла подвергался мойке, дроблению и помолу. Основу техногенных стекол составляет аморфный кремнезем табл. 1.

Таблица 1 – Химический состав боя стекла, %

SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O
72,5	2,5	2,5	7	15,5

В результате проведенных ранее исследований зарубежными учеными было установлено, что включение в состав вяжущего стеклянного порошка высокой дисперсности не приводит к снижению прочности цементных образцов. Авторы делают предположение о высокой скорости протекания процесса щелочно-силикатной реакции, что приводит к завершению процесса через 24–28 часов, вследствие чего в дальнейшем не может быть зафиксировано расширение и разрушение образцов, что и явилось обнадеживающим фактором для проведения дальнейших исследований [4, 5, 6, 7, 8, 9].

Также по результатам ранее выполненных исследований установлено, что при размере частиц стеклянного порошка менее 50 мкм происходит рост прочности, значительно превышающий прочность композиций на стандартном наполнителе из кварцевого песка. Такое увеличение прочности может быть объяснено способностью высокодисперсного стекла к вступлению в процессы образования новых фаз при образовании цементного камня за счет высокой удельной поверхности. Указанная особенность высокодисперсного стекла может быть использована как для подавления процесса щелочно-силикатного взаимодействия в тех бетонных композициях, когда реакция имеет место, так и для создания вяжущих материалов на основе дисперсного стекла [10].

Так как стеклянный порошок при затворении не проявляет вяжущих свойств, то чтобы началась химическая реакция гидратации, необходимо использовать активизатор в виде соединения щелочного металла [11].

В основу данной работы, раскрывающей потенциальные возможности использования техногенных стекол при производстве тяжелых бетонов, было положено теоретическое предположение о том, что молотое стекло (МС) с активизатором Na₂SO₄ (А) и известным суперпластификатором (СП-1) в составе органоминерального модификатора обладает вяжущими свойствами и способно участвовать в образовании прочных строительных конгломератов.

В связи с изложенным выше актуальное значение приобретает вопрос разработки состава вяжущего с добавлением органоминерального модификатора, включающего стеклобой, способствующий набору прочности цементных композитов с улучшенными эксплуатационными свойствами.

При проведении экспериментов в качестве исходных компонентов цементных композитов применяли:

- портландцемент ПЦ I-500 Н производства «ООО ДОНЦЕМЕНТ» ДНР, пгт. Новоамвросиевское, Амвросиевский район;
- микронаполнитель стеклянный порошок (МС) – промышленный отход – стеклобой, который представляет собой порошок с содержанием SiO_2 более 72 %, с размером зерен 40–50 мкм;
- суперпластификатор (СП-1) добавка к бетону, относящаяся к пластифицирующему-водоредуцирующему виду;
- добавка-электролит натрия сернокислый технический Na_2SO_4 (А);
- мелкий заполнитель – песок кварцевый Кондрашевского песчаного карьера Луганской области с модулем крупности $M_k = 1,1$;
- крупный заполнитель – щебень гранитный Торезского карьера ДНР, фракция 5...20 мм;
- техническая вода.

Согласно нормативным документам введение количества добавки сульфата натрия колеблется в пределах 0,5...2,0 % от массы цемента, и в каждом случае его применения может подбираться индивидуально.

Влияние количества активизатора в составе органоминерального модификатора (ОММ) на прочность образцов цементного камня определяли на цементных пастах, составы которых представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Состав цементных паст и прочностные характеристики образцов с разным количеством активизатора

№ состава	Компоненты цементной пасты, гр.						Прочность при сжатии, МПа, сутки			
	ПЦ	СП-1	МС	А	В	В/Ц	3	7	14	28
К	400	2,4	–	–	180	0,45	46,0	49,4	61,4	65,1
1	400	2,4	16	2	100	0,25	45,5	50,6	63,8	66,4
2	400	2,4	16	4	100	0,25	46,1	55,5	66,0	73,4
3	400	2,4	16	8	100	0,25	42,8	45,5	58,8	63,3
4	400	2,4	48	2	100	0,25	36,1	41,6	63,3	66,2
5	400	2,4	48	4	100	0,25	39,4	45,5	64,4	69,5
6	400	2,4	48	8	100	0,25	36,1	44,4	54,0	62,1
7	400	2,4	80	2	100	0,25	48,3	50,0	61,1	64,8
8	400	2,4	80	4	100	0,25	50,5	52,2	62,5	67,6
9	400	2,4	80	8	100	0,25	44,4	45,5	52,4	63,2

Анализируя результаты исследований влияния количества активизатора Na_2SO_4 (0,5–2,0 % от массы цемента) в составе ОММ на прочность образцов цементного камня, можно сделать вывод, что оптимальное количество активизатора – это 1 % от массы цемента.

Это можно объяснить тем, что его влияние проявляется не только на формирование пленок и присутствие его в поровой жидкости, но и на более позднем этапе, когда образовавшаяся пленка экранирует зерна вяжущих. При этом сульфат натрия, как и любой другой сильный электролит, не содержащий одноименных с материалом пленки ионов, повышает до известного предела (зависящего от его концентрации) растворимость, а следовательно, проницаемость и долговечность пленки, кроме того, сульфат натрия ускоряет твердение полугидрата сульфата кальция. Отклонение от оптимального количества Na_2SO_4 в сторону большего или меньшего снижает экранирующее действие пленок, что подтверждают проведенные исследования, результаты которых приведены в табл. 2 [12].

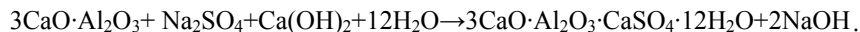
Для определения влияния органоминерального модификатора (ОММ) на прочностные характеристики цементного камня экспериментальные исследования проводились на образцах цементных паст, варианты составы которых приведены в табл. 3.

Прирост прочности цементного камня состава № 2 по сравнению с контрольным составом № 1 объясняется эффективностью суперпластификатора, что позволяет снизить В/Ц до 0,25 при равнозначной текучести цементных паст. Это дает основание при дальнейших исследованиях принять за контрольный состав № 2.

Таблица 3 – Состав и прочностные характеристики цементных паст

№ состава	Компоненты цементной пасты, гр.						Прочность при сжатии МПа, сутки			
	ПЦ	СП-1	МС	А	В	В/Ц	3	7	14	28
1	400				180	0,45	35,0	47,6	54,5	60,1
2	400	2,4			100	0,25	40,7	60,0	64,6	65,3
3	400	2,4	8		100	0,25	48,1	55,5	62,9	73,5
4	400	2,4	8	4	100	0,25	51,0	63,4	70,2	74,9
5	400	2,4	16		100	0,25	53,8	60,0	72,5	76,5
6	400	2,4	16	4	100	0,25	54,3	63,4	80,5	83,3
7	400	2,4	24		100	0,25	45,8	60,7	70,3	72,7
8	400	2,4	24	4	100	0,25	51,0	62,8	76,9	79,9
9	400	2,4	32	4	100	0,25	50,0	61,2	76,8	77,4
10	400	2,4	48	4	100	0,25	48,6	54,4	68,3	76,5
11	400	2,4	60	4	100	0,25	47,0	53,3	67,4	73,8
12	400	2,4	80		100	0,25	38,5	46,5	64,6	67,2
13	400	2,4	80	4	100	0,25	46,4	49,9	66,9	68,5
14	400	2,4	160		100	0,25	18,0	22,7	23,8	37,4
15	400	2,4	160	4	100	0,25	26,6	34,0	37,4	51,0

Разницу прочности цементного камня с вводом в состав ОММ Na_2SO_4 и без, можно объяснить влиянием активизатора Na_2SO_4 на растворимость исходных компонентов вяжущего, что обеспечивает возможность более интенсивного протекания реакций в жидкой фазе с образованием кристаллогидратов кальцийсодержащих минералов, растворимость которых в воде очень мала. Создаются условия, обеспечивающие перенасыщения в большей степени для новообразований, что обуславливает выкристаллизовывание мелких образований новой фазы, их дальнейший рост и срастание между собой. Сульфат натрия взаимодействуя с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, образует высокодисперсный гидросульфатоалюминат кальция и NaOH по схеме



Образовавшийся высокодисперсный гидросульфатоалюминат выполняет роль кристаллической затравки и ускоряет гидратацию цементных минералов, а NaOH активизирует стекловидную фазу. В результате образуется цементный камень с высокой прочностью [13]. Выше сказанное подтверждается проведенными экспериментальными исследованиями, результаты которых представлены в табл. 3, а наиболее наглядно иллюстрируется рисунком 1.

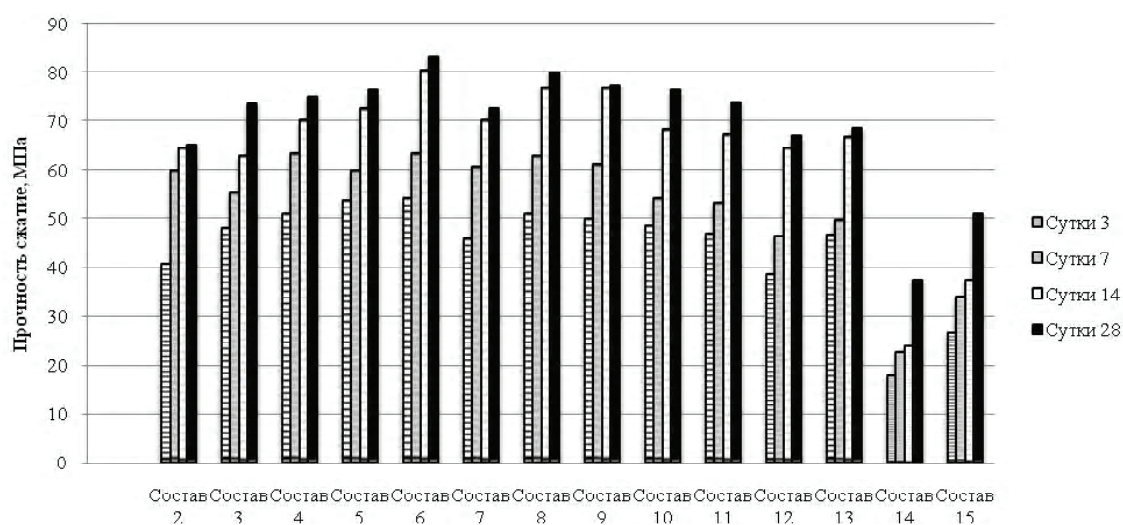


Рисунок 1 – Прочность в зависимости от состава образцов.

Анализируя результаты, представленные в табл. 3 и на рис. 1, можно отметить рост прочности в проектном возрасте цементного камня составов №№ 3–13 по сравнению с контрольным составом № 2, а наиболее высокие значения прочности показал состав № 6 (содержание МС = 4 %).

В результате этих экспериментальных исследований были разработаны составы модифицированных бетонных смесей №№ 1, 2, 3 с содержанием МС 4; 12; 20 % соответственно (табл. 4).

Таблица 4 – Составы бетонных смесей

№ состава	Расход на 1 м ³ , кг							В/Ц	ОК, см	ρ, кг/м ³
	Ц	П	Щ	В	Органоминеральный модификатор					
					МС	А	СП-1			
К	470	560	1 080	210	—	—	2,85	0,45	17	2 389
1	440	577	1 080	200	18	4,7	2,85	0,45	15	2 401
2	440	542	1 080	200	53	4,7	2,85	0,45	16	2 404
3	440	507	1 080	200	88	4,7	2,85	0,45	17	2 406

И хотя показатели прочности цементных паст с содержанием МС 12 и 20 процентов ниже, чем у состава № 6 (содержание МС = 4 %), возникает необходимость проверки возможности максимальной утилизации стеклобоя в бетонах.

В процессе исследований определяли подвижность бетонных смесей и испытывали бетон на прочность в возрасте 7, 14, 28 суток нормального твердения, а также определяли его водонепроницаемость и морозостойкость.

Результаты физико-механических испытаний этих составов представлены на рис. 2. При этом расход цемента у основных составов (№№ 1, 2, 3) был снижен по сравнению с контрольным составом (К) на 6 %.

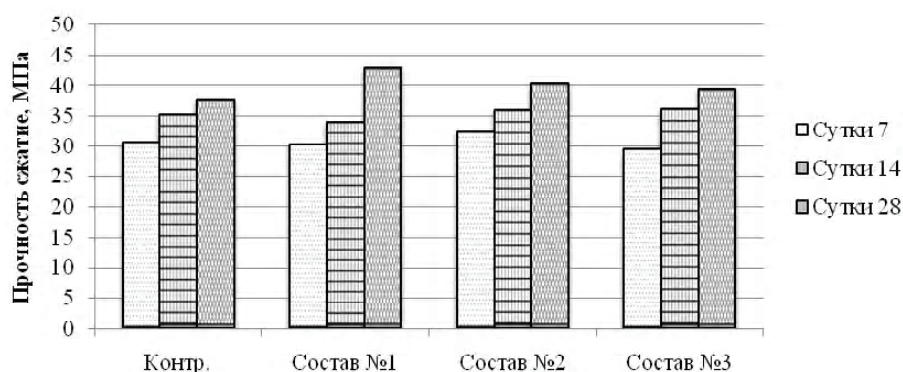


Рисунок 2 – Прочность модифицированных бетонов в возрасте 7, 14, 28 суток.

Наиболее представительным по прочности в стандартном возрасте является состав № 1 (с содержанием МС = 4 %), а составы №№ 2, 3 (с содержанием МС 12 и 20 % соответственно) практически равнозначны с контрольным составом.

При проведении испытаний на морозостойкость и водонепроницаемость полученные результаты, приведенные в таблице 5, демонстрируют положительную тенденцию этих показателей в случае модификации бетонов ОММ.

По данным таблицы 5 установлено, что с увеличением количества стеклянного порошка в составе органоминерального модификатора такие эксплуатационные характеристики модифицированных бетонов, как водонепроницаемость и морозостойкость, повышаются.

ВЫВОДЫ

1. Определено, что оптимальное количество активизатора в виде Na_2SO_4 в составе ОММ – 1 % от массы цемента.

Таблица 5 – Показатели эксплуатационных характеристик модифицированных бетонов

№ состава	Расход модификатора, % от массы цемента			Марка по водонепроницаемости, W	Марка по морозостойкости, F (ускоренный метод)
	МС	А	СП-1		
К	–	–	0,6	W4	200
1	4	1	0,6	W6	200
2	12	1	0,6	W8	250
3	20	1	0,6	W10	300

2. Установлено положительное влияние комплексного органоминерального модификатора на прочность цементных паст.

3. Применение в таких цементных композитах, как тяжелые бетоны, органоминерального модификатора в количестве 4...20 % от массы цемента при неизменной подвижности бетонных смесей и применении рядовых цементов позволяет зафиксировать следующую технико-экономическую эффективность:

- повышение прочности бетона как в процессе набора, так и в проектном возрасте на 2...14 % в зависимости от количества (МС) в составе ОММ;
- повышение марки бетона по водонепроницаемости с W4 до W10 и морозостойкости с F200 до F300;
- снижение расхода цемента без снижения класса бетона по прочности на 6 %.

4. Модификация бетонов ОММ на основе стеклянного порошка открывает перспективы для утилизации стеклобоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Пунагина, Ю. В. Модифицированные бетонные смеси для восстановительных работ на транспортных сооружениях [Текст] / Ю. В. Пунагина // Актуальні проблеми та наукові звершення молоді на початку третього тисячоліття : Матеріали тез I всеукраїнської наукової конференції студентів, магістрантів, аспірантів і докторантів. Частина II. Луганськ, 12–14 листопада 2008 р. – Луганськ : Елтон-2. – С. 142–143.
- Дворкин, Л. И. Специальные бетоны [Текст] / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – Москва : «Инфра-Инженерия», 2012. – 365 с.
- Микронаполнители как структурообразующий компонент высокофункциональных бетонов [Текст] / Е. А. Беличенко, С. Н. Толмачев // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. праць / МОН України ; ОДАБА. – Одеса, 2014. – Вип. № 53. – С. 41–48.
- Meyer, C. Concrete with waste glass as aggregate [Text] / C. Meyer, N. Egosi, C. Andela // Recycling and Reuse of glass Cullet : Proceedings of International Symposium 19-20 March 2001, Dundee UK. – P. 179–181.
- Byars, E. A. Use of glass for construction products: legislative and technical issues [Текст] / E. A. Byars, H. Zhu, C. Meyer // Sustainable Waste Management : Proceedings of the International Symposium 9–11 September 2003, Dundee UK. – P. 827–838.
- Remarque, W. Glass powder as a reactive addition for blast furnace cements [Text] / W. Remarque, D. Heinz, C. Schleusser // Recycling and Reuse of glass Cullet : Proceedings of International Symposium 19–20 March 2001, Dundee UK. – P. 229–238.
- Dhir, R. K. Expansion due to alkali-silica reaction (ASR) of glass cullet used in concrete [Text] / R. K. Dhir, T. D. Dyer, M. C. Tang // Sustainable Waste Management : Proceedings of the International Symposium 9–11 September 2003, Dundee UK. – P. 751–760.
- Meland, I. Recycling glass cullet as concrete aggregates, applicability and durability [Text] / I. Meland, P. A. Dahl // Recycling and Reuse of glass Cullet : Proceedings of International Symposium 19–20 March 2001, Dundee UK. – P. 167–177.
- Dyer, T. D. Use of glass cullet as a cement component in concrete [Text] / T. D. Dyer, R. K. Dhir // Recycling and Reuse of glass Cullet : Proceedings of International Symposium 19–20 March 2001, Dundee UK. – P. 157–166.
- Кетов, П. А. Использование свойств вяжущих дисперсных силикатных стекол при утилизации стеклобоя [Текст] / П. А. Кетов, В. С. Корзанов, С. И. Пузанов // Строительные материалы. – 2007. – № 5. – С. 2–3.
- Битое стекло вместо бетона [Электронный ресурс] // Информационный ресурс. Технологии направленные на улучшение среды обитания. – [Б. м. : ecology.md], [2010]. – Электрон. дан. – Режим доступа : <http://ecology.md/pege/bitoe-steklo-vmesto-betona>. – Загл. с экрана.
- Ратинов, В. Б. Добавки в бетон [Текст] / В. Б. Ратинов, Т. И. Розенберг. – М. : Стройиздат, 1989. – 188 с.
- Юхневский, П. И. Влияние химической добавки на свойства бетонов [Текст] / П. И. Юхневский. – Минск : БНТУ, 2013. – 310 с.

Получено 02.03.2018

С. В. СОРОКАНИЧ, А. В. НАЗАРОВА
ОРГАНОМІНЕРАЛЬНИЙ МОДИФІКАТОР ЦЕМЕНТНИХ КОМПОЗИТІВ НА
ОСНОВІ СКЛЯНОГО ПОРОШКУ
ДООУ ЛНУР «Луганський національний аграрний університет»

Анотація. На основі промислового відходу – скляного бою – розроблено ефективний склад органо-модифікатора цементних композитів. Представлені результати експериментальних досліджень впливу органо-модифікатора в комплексі з активізатором на властивості цементних паст і важких бетонів. Виконано аналіз отриманих експериментальних даних.

Ключові слова: скляний порошок, в'язучий, цементна паста, важкий бетон, міцність, активізатор, водонепроникність, морозостійкість.

STANISLAV SOROKANICH, ANTONINA NAZAROVA
ORGANOMINERALIC MODIFIER OF CEMENT COMPOSITES BASED ON
GLASS POWDER
Lugansk National Agrarian University

Abstract. On the basis of industrial waste – glass combat – an effective composition of the organomineral modifier of cement composites was developed. The results of experimental studies of the effect of an organomineral modifier in combination with an activator on the properties of cement pastes and heavy concretes are presented. The obtained experimental data have been analyzed.

Key words: glass powder, binder, cement paste, heavy concrete, strength, activator, water resistance, frost resistance.

Сороканич Станіслав Васильєвич – старший преподаватель кафедры технологии и организации строительного производства ГОУ ЛНУР «Луганский национальный аграрный университет». Научные интересы: получение коррозионно-стойких бетонов путем их модификацией органо-минеральными добавками.

Назарова Антонина Васильевна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры архитектуры и строительных конструкций ГОУ ЛНУР «Луганский национальный аграрный университет». Научные интересы: бетоны с использованием отходов промышленности.

Сороканич Станіслав Васильович – старший викладач кафедри технології та організації будівельного виробництва ДООУ ЛНУР «Луганський національний аграрний університет». Наукові інтереси: отримання корозійно-стійких бетонів шляхом їх модифікації органо-мінеральними добавками.

Назарова Антоніна Василівна – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри архітектури і будівельних конструкцій ДООУ ЛНУР «Луганський національний аграрний університет». Наукові інтереси: бетони з використанням відходів промисловості.

Sorokanich Stanislav – Senior Lecturer, Technology and Organization of Construction Production Department, Lugansk National Agrarian University. Scientific interests: obtaining corrosion-resistant concrete by their modification with organomineral additives.

Nazarova Antonina – Ph. D. (Eng.), Senior Research fellow, Associate Professor, Architecture and Building Structures Department, Lugansk National Agrarian University. Scientific interests: concretes using industrial wastes.

УДК 504.064

С. П. ВЫСОЦКИЙ^а, Д. А. КОЗЫРЬ^б^а ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ^б ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»**КОНТРОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ**

Аннотация. В статье проведен анализ развития дистанционных методов и способов контроля породных отвалов. Впервые разработано критериальное уравнение, которое учитывает основные факторы, влияющие на дистанционное измерение температуры очагов самовозгорания на породных отвалах. Исследованиями установлено, что при дистанционном контроле коэффициент теплоотдачи к атмосфере очагов самовозгорания на породных отвалах, образованных при добыче угля высокой стадии метаморфизма (Донецкий бассейн, Подмосковский бассейн) выше, чем на породных отвалах, образованных при добыче угля ранней стадии метаморфизма (Печорский бассейн, Челябинский бассейн). Впервые лабораторными и натурными исследованиями установлено, что температурный контраст обратно пропорционален расстоянию в степени 1,8. В работе предложен метод оценки стадии горения путем измерения отношения концентраций диоксида и оксида углерода и степени превращения O_2 на очагах самовозгорания.

Ключевые слова: породный отвал, самовозгорание, пропускание атмосферы, беспилотные летательные аппараты.

ФОРМУЛИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время в Донецком регионе насчитывается более 600 породных отвалов, из них около 140 горящих. Установлено, что в угледобывающих районах Донбасса горящие породные отвалы шахт и обогатительных фабрик выделяют в сутки в среднем 9,8 т CO , 154,2 т – CO_2 , 1,5 т – SO_2 , 0,4 т – H_2S и 0,072 т $NO + NO_2$. Горящие породные отвалы Донбасса зачастую находятся в черте плотной городской застройки. При их эксплуатации имеют место катастрофические процессы, связанные с взрывным горением воздушно-газовых смесей и так называемыми физическими взрывами, происходящими при поступлении воды в область раскаленных пород [1]. При этом происходили выбросы в атмосферу значительного количества пылевидных частиц, газов, в воздухе формировался фронт ударной волны [2].

Для выявления очагов самовозгорания и своевременного принятия мер по предупреждению самовозгорания пород должен выполняться контроль теплового состояния породных отвалов (не реже 1 раза в год). Результаты измерений температуры используют для определения площади горящей поверхности отвала, необходимой для разработки проектов тушения и установления объемов выбросов вредных веществ.

Для принятия оптимального комплекса мероприятий по предупреждению и ликвидации очагов самовозгорания необходим своевременный мониторинг стадий развития процесса окисления отвальных пород. С развитием пожара расход средств на его тушение значительно увеличивается, важным является своевременно выявить, локализовать и ликвидировать очаг самовозгорания.

Большие возможности по выявлению пожаров породных отвалов на ранних стадиях дает применение дистанционных методов контроля температуры. Выявление очагов тепловыделения может проводиться с использованием тепловизора как в ручном режиме, так и с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Для широкого применения дистанционных средств и способов температурного контроля в настоящее время отсутствуют законодательно утвержденные методики, которые позволяют учитывать условия съемки и влияние внешних факторов на результаты тепловизионной съемки [3].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Впервые методы дистанционного зондирования для обнаружения и определения местоположения очагов самовозгорания на породных отвалах были применены в США в 1963 году в Скрантоне (штат Пенсильвания). В 60-е и 70-е годы многие американские ученые проводили наблюдения за горящими породными отвалами, используя тепловизионные камеры, размещенные на борту летательных аппаратов. Однако технические возможности тепловизионной техники в тот период давали очень грубую оценку температуры очагов самовозгорания [4, 5]. Методы дистанционного зондирования горящих породных отвалов, основанные на спектральном сканировании в тепловом инфракрасном диапазоне, использовались с 1983 года в угледобывающих районах Китая и Индии, где были получены карты спонтанного нагрева породных отвалов [6, 7]. Анализ состояния породных отвалов с использованием летательных аппаратов и тепловизора был также осуществлен на породных отвалах Польши. Во время воздушной съемки регистрировались термограммы вдоль траектории полета, при этом получалась серия изображений, которые позволили построить термографическую карту района [8].

Вышеприведенные исследования не учитывают условий съемки и влияние внешних факторов на результаты тепловизионной съемки. К основным внешним факторам относятся расстояние от очага самовозгорания до тепловизора, размеры очага самовозгорания, ракурс дистанционной съемки, теплопроводные свойства породы и т. д. Для исследования влияния основных факторов на показатели дистанционных методов контроля были проведены лабораторные и натурные исследования [9].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Определение влияния основных факторов на результаты тепловизионной съемки горящих породных отвалов, образованных при добыче угля разных стадий метаморфизма, с использованием беспилотных летательных аппаратов.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Учитывая сложность процессов теплообмена между очагом самовозгорания и средой (породой и атмосферой), для их описания применен метод анализа размерностей с учетом дополнения Хантли. Представим очаг самовозгорания в виде геометрической фигуры с эквивалентным диаметром d (м). Очаг самовозгорания породы, с коэффициентом теплоотдачи за счет теплопроводности α_n (Дж/м²·К·с) и коэффициентом теплопроводности λ_n (Дж/м·К·с), имеет температуру T (К). Тепловой поток Q (Дж/с), проходя через атмосферу с коэффициентом теплоотдачи α_a (Дж/м²·К·с), коэффициентом теплопроводности λ_a (Дж/м·К·с) и скоростью потока воздуха V (м/с), фиксируется тепловизором на расстоянии L (м) с длительностью измерения τ (с) (таблица).

Таблица – Параметры взаимодействия очага тепловыделения с окружающей средой и тепловизором

Параметр	Lx	Ly	Lz	T	Q	τ	n
α_a	–	–	–2	–1	1	–1	1
α_n	–2/3	–2/3	–2/3	–1	1	–1	a
λ_a	–	–	–1	–1	1	–1	b
λ_n	–1/3	–1/3	–1/3	–1	1	–1	c
L	–	–	1	–	–	–	d
D	1/3	1/3	1/3	–	–	–	e
V	1/2	1/2	–	–	–	–1	k

Параметры взаимодействия очага тепловыделения с окружающей средой и тепловизором представим в виде уравнений:

$$-\frac{2}{3}a - \frac{1}{3}c + \frac{1}{3}e + \frac{1}{2}k = 0; \quad (1)$$

$$-\frac{2}{3}a - b - \frac{1}{3}c + d + \frac{1}{3}e = -2; \quad (2)$$

$$a + b + c = 1; \quad (3)$$

$$a + b + c + k = 1. \quad (4)$$

Решив уравнения (1–4), с учетом экспериментальных данных, получим следующие значения степеней уравнения: $a = 0,5$; $b = 0,167$; $c = 0,333$; $d = -1,833$; $e = 1,333$; $k = 0$.

Уравнение коэффициента теплоотдачи примет вид:

$$\alpha_a = \alpha_n^{0,5} \cdot \lambda_a^{0,167} \cdot \lambda_n^{0,333} \cdot L^{-1,833} \cdot d^{1,333}. \quad (5)$$

Критериальное уравнение коэффициента теплоотдачи к атмосфере примет вид:

$$\frac{\alpha_a L}{\lambda_a} = \left(\frac{\alpha_n d}{\lambda_n} \right)^{0,5} \cdot \left(\frac{\lambda_n d}{\lambda_a L} \right)^{0,833}. \quad (6)$$

В уравнении (6) значение критерия Нуссельта атмосферного воздуха (Nu_a), характеризующее отвод тепла излучением, пропорционально квадратному корню из теплоотдачи за счет отвода тепла к породе и соответственно теплопроводных свойств породы и атмосферы.

Угли разной стадии метаморфизма избирательно проявляют интенсивность самовозгорания на разных стадиях горения породных отвалов. Угли высокой стадии метаморфизма характеризуются низким выходом летучих веществ и высокой пористостью, что обуславливает высокую концентрацию кислорода и может свидетельствовать о преобладании стадии химического окисления угля при самовозгорании породных отвалов. Угли низкой стадии метаморфизма характеризуются высоким содержанием влаги, что, предположительно, может указывать влияние на биохимическую стадию окисления угля.

Степень метаморфизма углей влияет на их теплофизические свойства, в частности на теплопроводность. Увеличение плотности углей с ростом степени метаморфизма отражается на их тепловых свойствах. Значение коэффициента теплопроводности увеличивается по мере перехода к газовым углям, с одной стороны, к тощим и антрацитам – с другой [10, 11].

Оценим влияние расстояния дистанционной температурной съемки на коэффициент теплоотдачи к атмосфере при использовании углей разных стадий метаморфизма (рисунок 1).

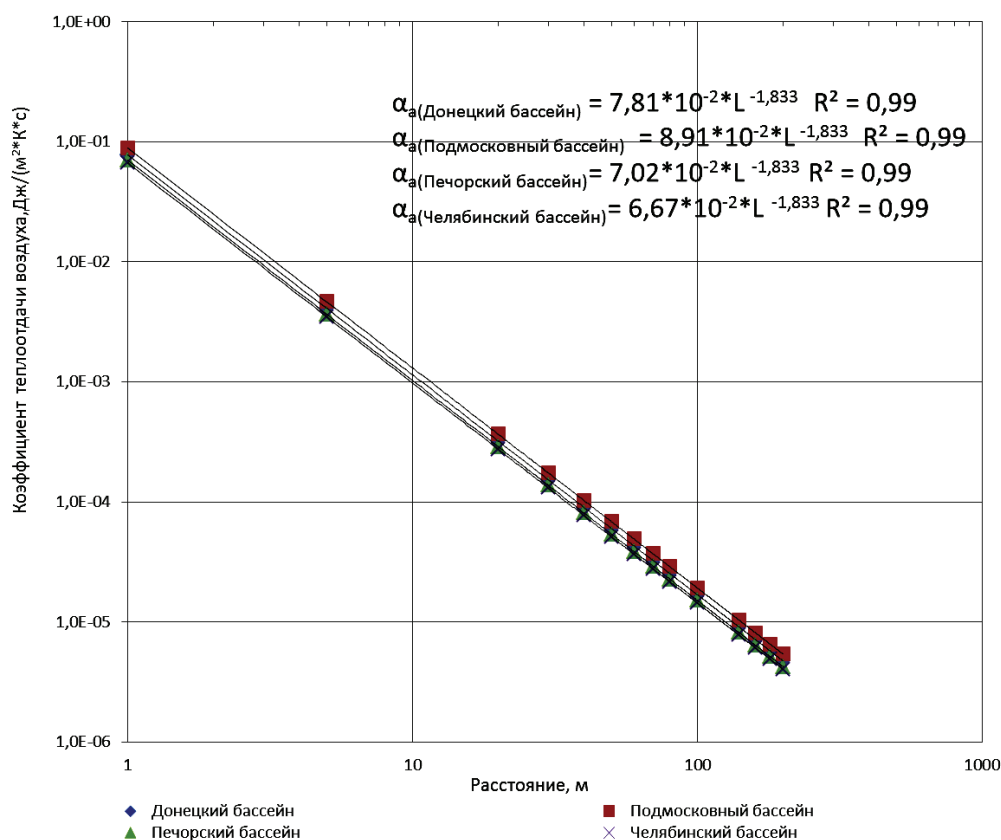


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента теплоотдачи к атмосфере от расстояния между объектом тепловыделения и измерительным устройством.

Установлено, что при тепловизионной съемке породных отвалов, образованных при добыче углей высокой стадии метаморфизма (Донецкий и Подмосковский бассейны), коэффициент теплоотдачи к атмосфере выше, чем при съемке породных отвалов, образованных при добыче углей ранней стадии метаморфизма (Печорский и Челябинский бассейны). При использовании критериального уравнения установлено, что для породных отвалов, образованных при добыче углей высокой стадии метаморфизма (Донецкий и Подмосковский бассейны), расстояние дистанционного контроля больше, чем для породных отвалов, образованных при добыче углей ранней стадии метаморфизма (Печорский и Челябинский бассейны). Так расстояние дистанционного контроля породных отвалов с коэффициентом теплоотдачи к атмосфере $1,08 \cdot 10^{-4}$ Дж/(м²·К·с) для углей Подмосковского бассейна составит 143 м, для углей Донбасса – 133 м, для углей Печорского бассейна 125 м, для углей Челябинского бассейна – 122 м.

Для оценки влияния основных факторов на фиксируемую температуру дистанционного контроля теплового состояния горящих породных отвалов при помощи критериального уравнения и закона Стефана-Больцмана была разработана величина температурного контраста:

$$\alpha_a = \sigma \cdot (T_n^4 - T_a^4); \quad (7)$$

$$\Delta T = T_n - T_a; \quad (8)$$

$$\Delta T = \frac{\left(\frac{\alpha_n d}{\lambda_n}\right)^{0,5} \cdot \left(\frac{\lambda_n d}{\lambda_a L}\right)^{0,833} \cdot \lambda_a}{T_n^3 \cdot \left(1 + \left(\frac{T_a}{T_n}\right)^3 + \left(\frac{T_a}{T_n}\right)^2 + \frac{T_a}{T_n}\right)}. \quad (9)$$

При анализе результатов лабораторных и натурных исследований установлено, что температурный контраст обратно пропорционален расстоянию в степени 1,8 (рисунок 2).

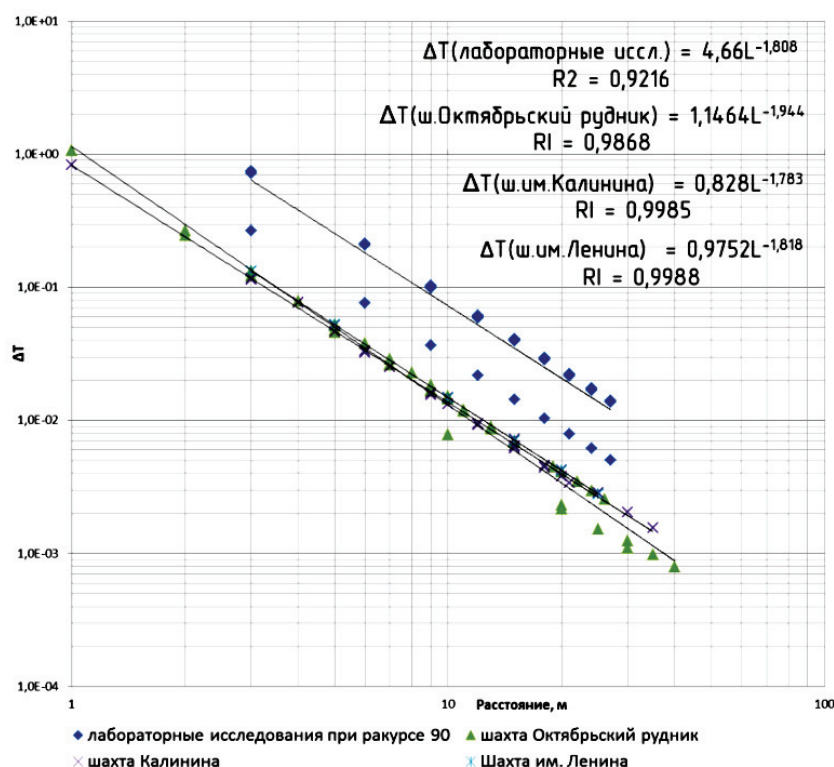


Рисунок 2 – Зависимость температурного контраста ΔT очага самовозгорания от расстояния съемки L , м.

Отличие между температурным контрастом, полученным при натурных и лабораторных исследованиях, состоит в разных коэффициентах теплопроводности.

Большие возможности по выявлению пожаров породных отвалов на ранних стадиях дает контроль их газового состава [12]. Для изучения газового состава выбросов горящего породного отвала выполнены инструментальные измерения на горящем породном отвале шахты им. Калинина.

При инструментальных измерениях использовалась труба высотой 1,5 м и диаметром 0,15 м, которая позволила снизить влияние турбулентности атмосферы. Измерения газового состава проводились на выявленных с помощью дистанционных методов очагах самовозгорания с учетом требований техники безопасности. Породные отвалы характеризуются непостоянством состава, оценить стадию их окисления по степени горения топлива практически невозможно [13–14]. Критерием оценки стадии окисления породных отвалов является степень превращения кислорода необходимого для горения породного массива.

Стадия окисления очагов самовозгорания оценивалась при помощи отношения измеренных концентраций CO_2/CO и степени превращения O_2 (α_{O_2}) (рисунок 3):

$$\alpha_{\text{O}_2} = \frac{C_{\text{O}_2} - C_{\text{O}_{2\text{изм}}}}{C_{\text{O}_{2\text{изм}}}}, \quad (10)$$

где C_{O_2} – средняя концентрация O_2 в воздухе, %;

$C_{\text{O}_{2\text{изм}}}$ – измеренная концентрация O_2 в дымовых газах очага самовозгорания, %.

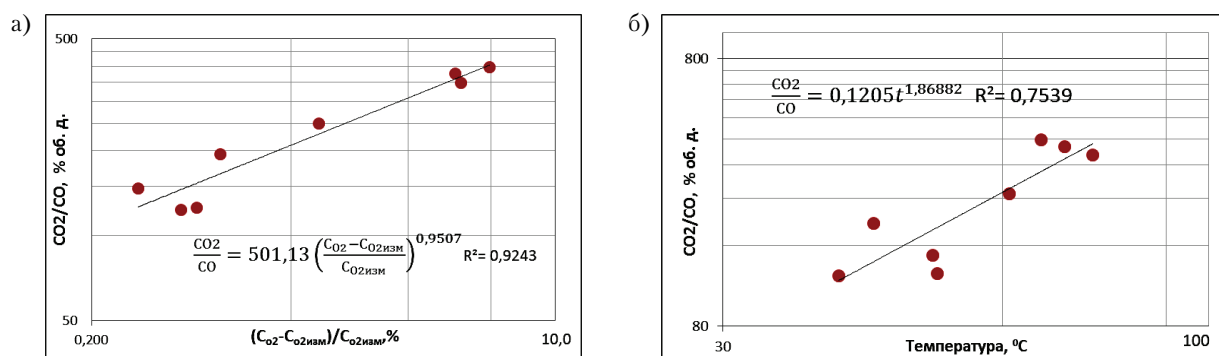


Рисунок 3 – Зависимость изменения концентраций CO_2/CO от степени превращения O_2 (α_{O_2}) (а), от температуры очагов самовозгорания (б).

Исследование использования кислорода воздуха для окисления угля и пиритов породных отвалов определило направление процесса горения. При развитии процесса в очаге повышения температуры в зоне горения энергия активации процесса меньше и активное горение происходит с меньшим избытком кислорода, соответственно степень использования кислорода воздуха больше или, наоборот, при уменьшении температуры в очаге для знаковой реализации процесса требуется больший избыток кислорода или имеет место меньшая степень его окисления. Степень превращения O_2 также определяется отношением CO_2/CO и также характеризует направление процесса окисления. Результаты измерений показали, что по мере окисления породы возрастает концентрация оксида углерода и степень превращения O_2 .

ВЫВОДЫ

1. Впервые разработано критериальное уравнение, которое учитывает основные факторы, влияющие на дистанционное измерение температуры очагов самовозгорания на породных отвалах.
2. Предложен метод оценки стадии горения путем измерения отношения концентраций диоксида и оксида углерода и степени превращения O_2 на очагах самовозгорания.
3. Установлено влияние степени метаморфизма угля на предельное расстояние дистанционного контроля теплового состояния породных отвалов.
4. Установлено, что значение критерия Нуссельта атмосферного воздуха, характеризующее отвод тепла излучением, пропорционально квадратному корню из критерия Нуссельта, характеризующего отвод тепла к породе и, соответственно зависит от теплопроводных свойств породы и атмосферы.
5. Впервые лабораторными и натурными исследованиями установлено, что температурный контраст обратно пропорционален расстоянию в степени 1,8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Uncontrolled coal fires and their environmental impacts: investigating two arid mining regions in north-central China [Text] / C. Kuenzer, J. Zhang, A. P. Tetzlaff, Van Dijk, H. Mehl [and etc.] // Appl. Geogr. – No. 27. – 2007. – P. 42–62.
2. Козырь, Д. А. Усовершенствование методов контроля температуры при обеспечении экологической безопасности породных отвалов угольных предприятий [Текст] / Д. А. Козырь // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях : VII Международная научная конференция (памяти проф. А. Н. Петина), Белгород, 24–26 октября 2017 г. : сб. тр. / Мин-во образования и науки РФ [и др.]. – Белгород : Изд-во «ПОЛИТЕРРА», 2017. – С. 339–342. – ISBN 978-5-98242-232-3.
3. Высоцкий, С. П. Мониторинг теплового состояния породных отвалов с использованием дистанционных методов контроля [Текст] / С. П. Высоцкий, Д. А. Козырь // Вестник Академии гражданской защиты. – Донецк : ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, 2018. – Вып. 1(13). – С. 59–69.
4. Coal Waste Impoundments Risks, Responses, and Alternatives Committee on Coal Waste Impoundments, Committee on Earth Resources, Board on Earth Sciences and Resources, Division on Earth and Life Studies National Research Council [Text] : Report 2002. – Washington : National Academy Press, 2002. – 230 p.
5. Manual of coal fire detection and monitoring [Text] / H. Rosema, H. Guan, Z. Veld, Z. Vekerdy [and etc.]. – Delft : Netherlands Institute of Applied Geosciences, 1999. – P. 193–204.
6. Querol, X. Environmental characterization of burnt coal gangue banks at Yangquan, Shanxi Province, China [Text] / X. Querol, M. Izquierdo, E. Monfort, E. Alvarez [and etc.] // International Journal of Coal Geology. – No. 75, 2008. – P. 93–104.
7. Wang, Yun-jia Infrared thermography monitoring and early warning of the spontaneous combustion of coal gangue pile [Text] / Wang Yun-jia, Sheng Yao-bin, Gu Qiang, Yue-yue Sun [and etc.] // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – Vol. XXXVII. Part B8, 2008. – P. 203–206.
8. Wasilewski, S. Mining waste dumps – modern monitoring of thermal and gas activities [Text] / S. Wasilewski, P. Skotniczny // Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management. – 2015. – V. 31(1). – P. 155–182.
9. Козырь, Д. А. Обоснование методики теплового неразрушающего контроля поверхности источников горения и самонагрева на породных отвалах угольных шахт [Текст] / Д. А. Козырь, В. К. Костенко // Проблемы природопользования : Междунар. форум-конкурс молодых ученых, Санкт-Петербург, 20–22 апреля 2016 г. : сборник трудов. Часть 2. / Гор. ун-т. – Санкт-Петербург : [Гор. ун-т]. – 2016. – С. 104–106.
10. Захаров, Е. И. Физико-химические свойства углей и угольных массивов [Текст] / Е. И. Захаров, Н. М. Качурин, И. И. Мохначук // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2012. – Вып. 2. Промышленная безопасность. – С. 58–67. – ISSN 2218-5194.
11. Beamish, B. B. Effect of mineral matter on coal self-heating rate [Text] / B. B. Beamish, A. Arisoy // Fuel. – 2008. Vol. 87. – P. 125–130.
12. Mohalik, N. K. Review of experimental methods to determine spontaneous combustion susceptibility of coal – Indian context [Text] / N. K. Mohalik, Edward Lester, Ian Lowndes // International Journal of Mining, Reclamation and Environment. – 2016, Vol. 31(5). – P. 301–332.
13. Wang, H. Coal oxidation at low temperatures: oxygen consumption, oxidation products, reaction mechanism and kinetic modeling [Text] / H. Wang, B. Z. Dlugogorski, E. M. Kennedy // Prog. Energ. Combust. Sci., 2003. – Vol. 29. – P. 487–513.
14. Sinha, A. Spontaneous Coal Seam Fires: A Global Phenomenon [Text] / A. Sinha, V. K. Singh // Spontaneous Coal Seam Fires: Mitigating a Global Disaster / Beijing : UNESCO Offie. – 2005. – P. 41–66.

Получено 03.03.2018

С. П. ВИСОЦЬКИЙ^a, Д. О. КОЗИР^b

КОНТРОЛЬ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ

^a ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,

^b ДООУ ВПО «Донецький національний технічний університет»

Анотація. У статті проведено аналіз розвитку дистанційних методів і способів контролю температури породних відвалів. Вперше розроблено критеріальне рівняння, яке враховує основні фактори, що впливають на дистанційне вимірювання температури вогнищ самозаймання на породних відвалах. Дослідженнями встановлено, що при дистанційному контролі вогнищ самозаймання на породних відвалах, утворених при видобутку вугілля високої стадії метаморфізму (Донецький басейн, Підмосковний басейн), коефіцієнт тепловіддачі до атмосфери вище, ніж на породних відвалах, утворених при видобутку вугілля на ранній стадії метаморфізму (Печорський басейн, Челябінський басейн). Вперше лабораторними та натурними дослідженнями встановлено, що температурний контраст пропорційний відстані у ступені – 1,8. В роботі запропонована методика оцінки стану горіння шляхом вимірювання відношення концентрацій діоксиду та окису вуглецю та ступеня перетворення O₂ на вогнищах самозаймання.

Ключові слова: породний відвал, самозапалювання, пропускання атмосфери, безпілотні літальні апарати.

SERGEY VYSOTSKY ^a, DMITRIY KOZIR ^b
CONTROL OF ECOLOGICAL CONDITION OF WASTE DUMP

^a Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, ^b State Higher Education Establishment «Donetsk National Technical University»

Abstract. The article analyzes the development of remote methods and methods of control of waste dumps. For the first time a criterial equation was developed that takes into account the main factors influencing the remote measurement of the temperature of self-burning foci on waste heaps. It has been established by studies that, at remote control, the coefficient of heat transfer to the atmosphere of self-burning foci on waste heaps formed during the extraction of coal of a high stage of metamorphism (Donetsk Basin, Moscow Region Basin) is higher than that on the waste heaps formed during the coal mining of the early stage of metamorphism (Pechora Basin, Chelyabinsk swimming pool). For the first time, laboratory and field studies have established that the temperature contrast is inversely proportional to the distance of 1.8. The paper proposes a method for evaluating the combustion stage by measuring the ratio of concentrations of dioxide and carbon monoxide and the degree of conversion of O₂ to the foci of self-combustion.

Key words: waste dump, self-ignition, atmosphere passing, unmanned aerial vehicles.

Высоцкий Сергей Павлович – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой техносферной безопасности ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: экологическая безопасность породных отвалов горнопромышленных агломераций.

Козырь Дмитрий Александрович – старший преподаватель кафедры природоохранной деятельности ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет». Научные интересы: экологическая безопасность породных отвалов горнопромышленных агломераций.

Висоцький Сергій Павлович – доктор технічних наук, професор; завідувач кафедри техносферної безпеки ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: екологічна безпека породних відвалів гірничопромислових агломерацій.

Козир Дмитро Олександрович – старший викладач кафедри природоохоронної діяльності ГОУ ВПО «Донецький національний технічний університет». Наукові інтереси: екологічна безпека породних відвалів гірничопромислових агломерацій.

Vysotsky Sergey – D. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Technosphere Safety Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: ecological safety of rock dumps of mining agglomerations.

Kozir Dmitriy – senior lector, Nature Protection Activity Department, State Higher Education Establishment «Donetsk National Technical University». Scientific interests: ecological safety of rock dumps of mining agglomerations.

УДК 679.1

Н. Д. СЕРГЕЕВА, С. А. АБРАМЕНКОВ, С. А. КУЗЬМЕНКО, Е. А. КИРЕЕНКОВА

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», г. Брянск, Россия

**НОВЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Г. БРЯНСКА**

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения энергоэффективности с целью снижения эксплуатационных затрат на содержание жилого фонда. Зафиксирована динамика производства и реализации жилищно-коммунальных услуг, на основании которой выявлено увеличение их стоимости. Приведены существующие и потенциальные затраты электро- и теплоэнергии в г. Брянск. Предложено поэтапное повышение уровня централизации и продуктивности системы теплоснабжения с перспективами снижения затрат на реализацию предлагаемой технологии и увеличения скорости ввода новых тепловых источников.

Ключевые слова: жилищный фонд, энергоэффективность, ресурсосбережение, теплоснабжение, снижение эксплуатационных затрат, потери ресурсов.

Жилищный фонд города Брянска ежегодно пополняется в среднем на 14 % по состоянию на конец 2017 года составил 11 356,2 тыс. кв. м; количество домовладений – 237,1 тыс. единиц, из них квартир – 216,7 тыс.

Большая часть жилого фонда приходится на многоквартирные дома или 84 % от общего числа. Как известно, состав услуг, предоставляемых потребителю, определяется степенью благоустройства жилого дома или квартиры.

По состоянию на конец 2017 года жилищный фонд охвачен коммунальными услугами:

- холодного водоснабжения – 91,1 %, в т. ч. централизованное – 76,7 %;
- горячего водоснабжения – 80,6 %, в т. ч. централизованное – 74,6 %;
- водоотведения – 90,2 %, в т. ч. централизованное – 76,4 %;
- отопления – 96,5 %, в т. ч. централизованное – 76,2 %;
- сжиженным и природным газом – 92,0 %;
- ваннами (душем) – 78,8 %;
- напольными электрическими плитами – 7,9 %.

Анализ показателей производственно-хозяйственной деятельности, объемов работ и оказываемых услуг МУП (муниципальными унитарными предприятиями) и управляющими компаниями г. Брянска показали рост эксплуатационных затрат на содержание жилого фонда, что естественно сопровождается ростом платежей для населения. Поэтому перевод жилого фонда на режим ресурсосбережения актуален в первую очередь для собственников жилья, а для предприятий остра также проблема изыскания резервов для роста объемов и технико-экономических показателей, в частности повышения рентабельности производственной деятельности. Проведенный анализ показал, что фактический объем реализации услуг по хозрасчетным отраслям составил 99,7 % от плана:

$$\frac{17\,953,26}{18\,008,31} \cdot 100\% = 99,7\%.$$

Так, за 2017 г. предприятиями были произведены работы по жилищному фонду, включающие ремонт крыш и кровли; ремонт подъездов; ремонт инженерного оборудования; работы по регулировке системы теплоснабжения; прочистка канализационной сети; стабилизационная обработка реагентом системы теплоснабжения котельных; работы по теплоизоляции теплотрасс (для МУП) и др. В

табл. приведена динамика роста производства и реализации работ и услуг типичного брянского МУП (усредненные данные).

Таблица – Динамика производства и реализации услуг

Год	Объем производства услуг, тыс. руб.	Темпы роста		Объем реализации услуг, тыс. руб.	Темпы роста	
		Базисные	цепные		Базисные	цепные
2010	26 520,0	100	100	26 530,4	100	100
2012	28 378,9	107,0	107,0	22 074,5	83,2	83,2
2014	28 070,2	105,8	98,9	20 672,3	77,9	93,6
2016	30 440,0	115	108,4	37 072,4	139,7	179,3
2017	49 904,6	188	163,9	45 442,2	171,3	122,6

Из данных табл. следует, что только за последние 5 лет объем производства работ и услуг вырос на 88 %, а объем реализации – на 71,3 %, т. е. среднегодовой темп прироста производства услуг МУП составил 17 %, а реализации – 14 %.

Темпы роста объемов производства и реализации находятся примерно на одинаковом уровне, но налицо значительное увеличение стоимости реализации работ и услуг, что связано с повышением тарифов на жилищно-коммунальные услуги с 40 до 60 процентов. В структуре затрат в составе себестоимости работ и услуг наибольшие доли приходятся на материальные затраты и заработную плату, а также отчисления во внебюджетные фонды, амортизацию и прочие. Анализ данных с целью поиска решений по снижению эксплуатационных затрат на содержание жилого фонда неизбежно диктует оценку его энергоэффективности. Рост затрат на содержание жилого фонда связан с огромными потерями ресурсов (электроэнергии, тепловой энергии, водных ресурсов). С одной стороны, потери в связи с применением устаревших технологий, например теплоснабжения и горячего водоснабжения, а с другой стороны – налицо рост объемов потерь от населения. Поэтому проблему надо поставить шире, так как речь идет о ресурсосбережении при эксплуатации жилого фонда, особенно ранних лет постройки, поскольку с 2009 года согласно принятому в РФ Закону «Об энергосбережении» ответственность за принятие решений возложена на проектировщиков. Таким образом, новые здания уже построены с учетом требований закона и принятыми нормативами. Анализ показал, потребление электроэнергии коммунально-бытовыми потребителями Брянской области составил в 2017 г. – 2 225 млн кВт/ч, но при ежегодном приросте жилого фонда на 14...15 % планируется довести объемы потребления к 2027 г. – не более 2 270 млн кВт/ч. Тепловая мощность нетто всех котельных в 2017 году – составляет 1 560,0 Гкал/час, а к 2027 году тепловая мощность нетто планируется в объемах не более 1 714,6 Гкал/час на те же объемы прироста жилого фонда. К сожалению, несовершенство законодательной базы не обязывает население установить поквартирные счетчики тепловой энергии, как это принято в ряде европейских стран. В нашем случае решение задачи кроется в повышении уровня энергоэффективности системы теплоснабжения. Насколько реальны поставленные задачи? Ответ кроется в оценке значений существующих и потенциальных потерь тепловой энергии при ее передаче по тепловым сетям, включая потери тепловой энергии в тепловых сетях теплопередачей через теплоизоляционные конструкции теплопроводов и потери теплоносителя, с указанием затрат теплоносителя на компенсацию этих потерь.

Анализ показал, что при отсутствии приборов учета тепловой энергии оценка существующих потерь тепловой энергии при ее передаче по тепловым сетям может быть только приблизительной. Потери в тепловых сетях за 2017 год оценены в 318 800 Гкал, что составляет 12,7 % от полного объема отпуска.

Решения находятся в плоскости коренного пересмотра практики теплоснабжения жилого фонда (особенно ранних лет постройки). Среди них:

- переключение потребителей котельных на источники с комбинированной выработкой тепло- и электроэнергии;
- переключение потребителей от одних котельных к другим котельным путем реконструкции котельной в блочный тепловой пункт;
- вывод из эксплуатации котельных при передаче тепловых нагрузок на другие источники тепловой энергии на территории Брянска.

Вышеизложенное фактически свидетельствует о необходимости повышения уровня централизации и эффективности системы теплоснабжения. Практическая реализация такой централизации

возможна через строительство или реконструкцию одного, или нескольких крупных источников комбинированной выработки тепловой и электрической энергии, которые в перспективе станут основными поставщиками ресурсов потребителям муниципального образования и близлежащих населенных пунктов. И это направление достаточно затратное и не в полной мере отвечающее требованиям энергоэффективности.

Авторам представляется наиболее рациональным поэтапное повышение уровня централизации и эффективности системы теплоснабжения посредством вывода из эксплуатации неэффективных источников тепловой энергии, переключения тепловой нагрузки, сокращения числа строящихся более дорогих в эксплуатации крышных и пристроенных котельных, оптимизации существующих мощностей и переход на удовлетворение спроса на тепловую энергию, получаемую от районных и блочно-модульных котельных, обслуживающих группу близлежащих потребителей в пределах компактной массовой застройки жилого фонда (существующего и нового) микрорайонов города. При этом прогнозируются такие преимущества, как:

- снижение затрат на реализацию предлагаемой технологии теплоснабжения;
- низкий уровень затрат на ликвидацию неэффективных источников тепловой энергии;
- быстрота ввода в эксплуатацию новых тепловых источников и сетей и т. д.

Сложной проблемой для практической реализации данного направления является поиск источников финансирования, но и эта проблема решаема, например, за счет частно-государственного партнерства и др.

Расчеты показали, что ориентировочная стоимость поэтапной реализации новой технологии теплоснабжения потребует порядка 130 млн руб. в год, что составляет примерно 4,5 % от прогнозируемых доходов теплоснабжающей организации. Другими словами вердикт – выгодно.

ВЫВОДЫ

Анализ показал, что при отсутствии приборов учета тепловой энергии оценка существующих потерь тепловой энергии при ее передаче по тепловым сетям может быть только приблизительной. Потери в тепловых сетях за 2017 год в г. Брянске оценены в объемах 318 800 Гкал, что составляет 12,7 % от полного объема ее отпуска. Вопрос повышения уровня энергоэффективности системы теплоснабжения и горячего водоснабжения актуален.

Рекомендуется повышение уровня централизации и эффективности системы теплоснабжения города путем сокращения числа строящихся более дорогих в эксплуатации крышных и пристроенных котельных, оптимизации существующих мощностей и переход на удовлетворение спроса на тепловую энергию, получаемую от районных и блочно-модульных котельных, обслуживающих группу близлежащих потребителей в пределах компактной массовой застройки жилого фонда (существующего и нового) микрорайонов города.

Источниками финансирования проектов могут быть инвесторы в рамках частно-государственного партнерства.

Расчетная стоимость поэтапной реализации новой технологии теплоснабжения потребует порядка 130 млн руб. в год, что составляет примерно 4,5 % от прогнозируемых доходов теплоснабжающей организаций.

СПИСОК ЛИТЕАТУРЫ

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ (ред. от 29.07.2017) // ГАРАНТ. – [Б. м. : ООО «НПП "ГАРАНТ-СЕРВИС"»], [2018]. – Режим доступа : <http://base.garant.ru/5762947/>.
2. О защите прав потребителей [Электронный ресурс] : Закон РФ от 07.02.92 № 2300 (с изменениями от 18.07.11) // Кодексы и законы РФ. Правовая справочно-консультационная система. – [М., СПб. : ИКЦ «Системы и технологии»]. – [2009–2018]. – Режим доступа : <http://kodeks.systecs.ru/zakon/zrf-2300-1/>.
3. Правила предоставления коммунальных услуг гражданам (с изменениями) [Электронный ресурс] : Правила от 23 мая 2006 г. N 307 // Законы, кодексы и нормативно-правовые акты РФ. – [Б. м. : Законы, кодексы, нормативные и судебные акты], [2015–2015]. – Режим доступа : <http://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-23052006-p-307/>.
4. СП 50.13330.2010 Тепловая защита зданий [Текст]. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 2013-01-01. – М. : Госстрой России, 2003. – 95 с.
5. СП-50 13330 2012 Тепловая защита зданий [Текст]. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 2013-01-01. – М. : ТК 465 Строительство, 2003. – 139 с.

6. Выбор эффективных направлений развития энергогенерирующих мощностей в Европейской части страны [Текст] / Р. З. Аминов, В. А. Хрусталева, А. А. Шкрет, М. В. Гориевский // Теплоэнергетика. – 2003. – № 4. – С. 64–67.
7. Гутман Г. В. Совершенствование системы управления жилищно-коммунальным комплексом в условиях рыночных реформ [Текст] / Г. В. Гутман, Саралидзе, И. Б. Шатрун. – М. : Владимирский ВлГУ, 2012. – 151 с.
8. Михайлов С. Н. К вопросу системного подхода к организации технического обслуживания жилых зданий [Текст] / С. Н. Михайлов, Н. Д. Сергеева // Вестник магистратуры. – 2017. – № 4-3(67). – С. 76–81. – ISSN 2223-4047.
9. Васильев, Г. П. Повышение энергетической эффективности жилых и общественных зданий в Москве [Текст] / Г. П. Васильев, А. Н. Дмитриев // Архитектура и строительство Москвы. – 2011. – Т. 555. – № 1. – С. 9–21.
10. Сергеева Н. Д. Научно-техническое обеспечение реализации стратегии модернизации строительной отрасли [Текст] / Н. Д. Сергеева, А. С. Вербицкий, Д. Н. Бацанов // Znanstvena misel journal. The journal is registered and published in Slovenia. – 2017. – №5/2017. – Vol. 2. – С. 47–55. – ISSN 3124-1123.

Получено 06.03.2018

Н. Д. СЕРГЕЄВА, С. О. АБРАМЕНКОВ, С. А. КУЗЬМЕНКО, К. О. КІРЕЄНКОВА
НОВІ ПІДХОДИ ДО ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ М. БРЯНСЬКА
ФДБОУ ВО «Брянський державний інженерно-технологічний університет», м. Брянськ,
Росія

Анотація. У статті розглядаються питання підвищення енергоефективності з метою зниження експлуатаційних витрат на утримання житлового фонду. Зафіксована динаміка виробництва і реалізації житлово-комунальних послуг, на основі якої виявлено збільшення їх вартості. Наведено існуючі та потенційні витрати електро- і теплоенергії в м. Брянськ. Запропоновано поетапне підвищення рівня централізації і продуктивності системи теплопостачання з перспективами зниження витрат на реалізацію запропонованої технології і збільшення швидкості введення нових теплових джерел.

Ключові слова: житловий фонд, енергоефективність, ресурсозбереження, теплопостачання, зниження експлуатаційних витрат, втрати ресурсів.

NINA SERGEEVA, STANISLAV ABRAMENKOV, SVETLANA KUZMENKO,
EKATERINA KIREENKOVA
NEW APPROACHES TO SOLVING THE PROBLEM OF INCREASING THE
ENERGY EFFICIENCY OF THE HEAT SUPPLY SYSTEM IN BRYANSK
Bryansk State Engineering and Technology University, Bryansk, Russia

Abstract. The article deals with the issues of increasing energy efficiency with the aim of reducing the operating costs for housing maintenance. The dynamics of the production and sale of housing and communal services was fixed, on the basis of which an increase in their cost was revealed. Present and potential costs of electricity and heat in Bryansk are presented. A step-by-step increase in the level of centralization and productivity of the heat supply system is proposed with the prospects of reducing the costs of implementing the proposed technology and increasing the speed of commissioning of new thermal sources.

Key word: housing stock, energy efficiency, resource saving, heat supply, reduction of operating costs, loss of resources.

Сергеева Нина Дмитриевна – доктор технических наук, профессор кафедры строительного производства ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет». Научные интересы: разработка подходов к обоснованию выбора технологии обеспечения теплоснабжения в жилом фонде ранних лет постройки.

Абраменков Станислав Александрович – студент ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет». Научные интересы: разработка подходов к обоснованию выбора технологии обеспечения теплоснабжения в жилом фонде ранних лет постройки.

Кузьменко Светлана Андреевна – студентка ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет». Научные интересы: разработка подходов к обоснованию выбора технологии обеспечения теплоснабжения в жилом фонде ранних лет постройки.

Киреевкова Екатерина Алексеевна – студентка ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет». Научные интересы: разработка подходов к обоснованию выбора технологии обеспечения теплоснабжения в жилом фонде ранних лет постройки.

Сергеева Нина Дмитривна – доктор технічних наук, професор кафедри будівельного виробництва ФДБОУ ВО «Брянський державний інженерно-технологічний університет». Наукові інтереси: розробка підходів до обґрунтування вибору технології забезпечення теплоспоживання в житловому фонді ранніх років спорудження.

Абраменков Станіслав Олександрович – студент ФДБОУ ВО «Брянський державний інженерно-технологічний університет». Наукові інтереси: розробка підходів до обґрунтування вибору технології забезпечення теплоспоживання в житловому фонді ранніх років спорудження.

Кузьменко Світлана Андріївна – студентка ФДБОУ ВО «Брянський державний інженерно-технологічний університет». Наукові інтереси: розробка підходів до обґрунтування вибору технології забезпечення теплоспоживання в житловому фонді ранніх років спорудження.

Кіреєнкова Катерина Олексіївна – студентка ФДБОУ ВО «Брянський державний інженерно-технологічний університет». Наукові інтереси: розробка підходів до обґрунтування вибору технології забезпечення теплоспоживання в житловому фонді ранніх років спорудження.

Sergeeva Nina – D. Sc. (Eng.), Professor, Construction Engineering Department, Bryansk State Engineering and Technology University. Scientific interests: development of approaches to the justification of the choice of technology for providing heat consumption in the housing stock of the early years of construction.

Abramenkov Stanislav – student, Bryansk State Engineering and Technology University. Scientific interests: development of approaches to the justification of the choice of technology for providing heat consumption in the housing stock of the early years of construction.

Kuzmenko Svetlana – student, Bryansk State Engineering and Technology University. Scientific interests: development of approaches to the justification of the choice of technology for providing heat consumption in the housing stock of the early years of construction.

Kireenkova Ekaterina – student, Bryansk State Engineering and Technology University. Scientific interests: development of approaches to the justification of the choice of technology for providing heat consumption in the housing stock of the early years of construction.

УДК 69.005.2

Н. Д. СЕРГЕЕВА, С. А. КОВАЛЕВ, А. В. СОКОЛОВ, П. В. ДУБОВСКИЙ, Е. С. БАШАРИН
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», г. Брянск, Россия**МЕТОДОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА УСТРОЙСТВА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ
ФАСАДНЫХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССЕ РЕНОВАЦИИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ**

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема обеспечения энергосбережения при устройстве фасадных систем в процессе реновации жилой застройки. Энергосбережение через утепление фасада и стеновых ограждающих конструкций является одним из основных энергосберегающих мероприятий при реновации и капитальном ремонте жилого фонда во исполнение закона РФ «Об энергосбережении». Развитие направлений по оснащению зданий эффективными фасадными системами базируется на зарубежном и отечественном опыте, а также разработанной нормативно-технической документации. Однако существующие рекомендации недостаточно полно раскрывают вопросы организационно-технологического характера и содержат лишь общие подходы к производству работ.

Ключевые слова: навесной вентилируемый фасад, жилой фонд, застройка, энергоэффективность, рациональность выбора, реновация.

В климатических условиях Брянского региона показатель потребления энергии на цели отопления жилых зданий в расчете на один квадратный метр гораздо выше по сравнению с другими регионами государств со схожим климатом (разница достигает 50 %). По сведениям Департамента архитектуры РФ, при подсчете теплотерь жилого дома было установлено: здания теряют 45 % тепла через стены, 33 % – через окна, оставшиеся 25 % – через крышу.

С января 2011 года на основании постановления Правительства РФ от 25.01.2011 г. № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов» предусматривается снижение расхода энергоресурсов, к которому относится и расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию, на 15 % по отношению к базовому значению. При этом должны соблюдаться санитарно-гигиенические нормы микроклимата помещений и оптимальные параметры долговечности ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Для достижения требуемых параметров рекомендуется применение мероприятий по энергетической эффективности, одним из которых является повышение теплозащиты наружных ограждающих конструкций многоквартирных жилых зданий до приведенного сопротивления теплопередаче. Это условие достигается за счет выбора более эффективного утеплителя и применения технических решений по повышению теплотехнической однородности конструкции за счет уменьшения влияния теплопроводных включений. Другими словами, возникает необходимость качественного утепления стен.

В настоящее время в практике распространены два вида утепления фасадов:

– системы фасадные теплоизоляционные композиционные с наружными штукатурными слоями (СФТК);

– многослойные навесные конструкции утепления и отделки наружных стен зданий с воздушным зазором – навесные фасадные системы (НФС), преимуществом последней технологии является создание воздушного зазора, который обеспечивает удаление влаги, мигрирующей из помещения через стены здания и утеплитель наружу, в атмосферу.

Главная цель, которую преследуют современные фасадные системы, – это снижение потерь тепла при отоплении и повышение теплоизоляции внутренних помещений здания. Создание при этом привлекательного и эстетичного внешнего вида здания является сопутствующим эффектом и немаловажным способом разнообразить архитектурный облик города в массовой застройке. Системы наружного утепления позволяют уменьшить толщину стен и использовать в их устройстве более легкие материалы без потери теплоизоляционных свойств. Для достижения данной цели необходим подбор высококачественных облицовочных материалов в конструкцию фасадной системы, наиболее подходящую для конкретного здания. При этом необходимо, чтобы выбранная система отвечала требованиям долговечности, безопасности, надежности и экономичности.

Одна из главных проблем для заказчиков, проектировщиков и строителей при создании фасадных систем зданий – обеспечение оптимального выбора фасадной системы в полном соответствии с действующими нормативами.

Экономический аспект производства работ по устройству фасадных систем в наибольшей степени зависит от уровня производственной подготовки производства, включающей в первую очередь наличие проектной документации (ПОС и ППР).

Производство работ определяется технологической последовательностью устройства НФС (рис. 1).

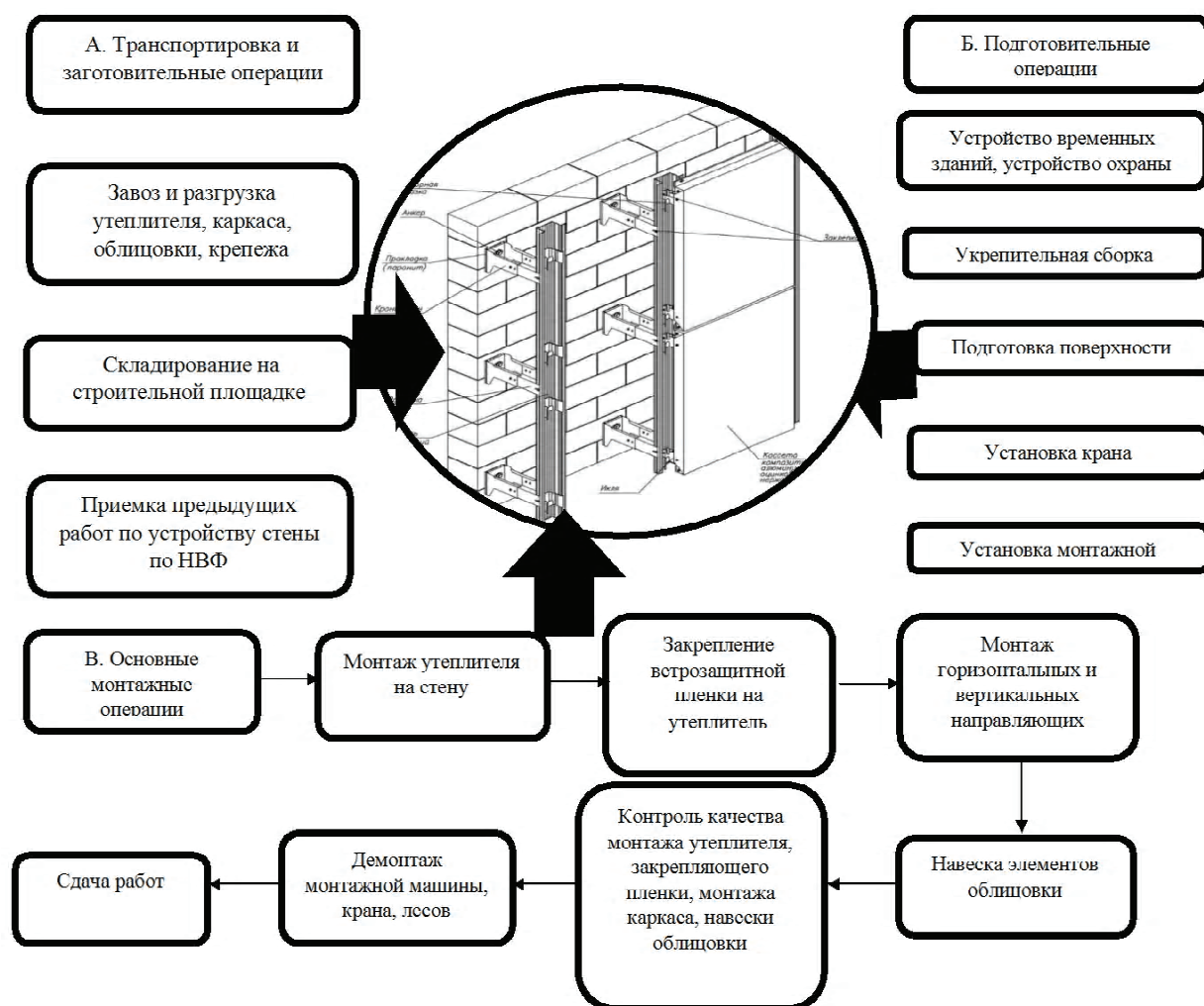


Рисунок 1 – Основные операции технологического процесса по устройству навесных вентилируемых фасадов.

Фасадные системы позволяют выполнять модернизацию зданий жилого фонда ранних лет постройки 1950–1980 гг. с целью повышения их теплотехнических свойств и энергоэффективности, а также осуществлять ремонт и усиление ограждающих конструкций многоэтажек при необходимости.

Технология устройства фасадной системы в целом несложна и конструктивно различается по способу монтажа на ограждающих конструкциях зданий.

В настоящее время в РФ и за рубежом широко используются материалы облицовочных плит, различающиеся по технико-экономическим и теплотехническим характеристикам. Патентный и информационный поиск позволил выявить наиболее распространенные материалы облицовки фасадов, которые представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Классификация видов облицовочных плит для вентилируемых фасадов.

На рис. 3 и в таблице представлены данные сравнительного технико-экономического анализа вентилируемого фасада из различных материалов.



Рисунок 3 – Распределение издержек на технологические операции при устройстве вентилируемых фасадов из различных материалов.

Для сравнительной оценки были выбраны 4 варианта технологии устройства вентилируемых фасадов. Сравнение производилось по критериям минимума стоимости; минимума трудоемкости; высокого качества облицовочных плит и безопасности. Фактические данные сравнения не вполне объективны, так как взяты к анализу всего 4 варианта из множества.

Отметим, что варианты отбирались из широкого спектра конструкций и материалов, при этом расходные материалы для монтажа, материал теплоизолирующего слоя, способ фиксации и состав

Таблица – Эксплуатационно-экономическая оценка конструктивно-технологических операций по четырем технологиям устройства НВФ

Операции и параметры	1-й вариант технологии по критерию минимума стоимости	2-й вариант технологии по критерию минимума затрат труда	3-й вариант технологии по критерию долговечности	4-й вариант технологии по критерию надежности крепления фасада
Область применения – вид здания	индивидуальные, социальные	социальные	коммерческие	элитные
Устройство несущей стены	монолитный бетон	сборный железобетон	монолитный железобетон	керамический кирпич
Монтаж каркаса	сталь	сталь оцинкованная	сталь нержавеющая	сталь нержавеющая
Закрепление утеплителя	2-слойная минеральная вата	2-слойная минеральная вата	3-слойная минеральная вата	3-слойная минеральная вата
Навеска облицовочных элементов	виниловый сайдинг, кассеты	крупные фиброцемент фасадные панели	керамогранитные плиты	гранитные плиты
Крепеж каркаса	пластмасса, зонтичные дюбели	оцинкованная сталь, анкерные саморезы	нержавеющая сталь, анкерные саморезы	нержавеющая сталь, болты
Звено, человек	1–2	1–2	2–3	2–3
Трудоемкость монтажа, чел.-см. на 1 кв. м фасада	0,6	0,49	1,2	1,79
Стоимость, тыс. руб./кв. м	2,15	3,02	3,12	3,85
Способы фиксации элементов утеплителя	клей	пластмасса, зонтичные клеммеры	сталь, зонтичные саморезы	сталь, болты
Показатель технологичности	0,665	0,654	0,652	0,650

бригады фактически мало отличались. А по стоимости, трудоемкости и показателю технологичности отклонения значительны. Так, наиболее трудоемким является вариант технологии на зданиях из керамического кирпича, в основном за счет уменьшения числа бригады.

Интересны также данные по распределению издержек на технологические операции при устройстве вентилируемых фасадов из различных материалов. Как видно из сравнительных данных, оценка технологии по критерию стоимости наименьшей трудоемкости, является вариант здания из монолита стоимостью 2,15 руб./м². По показателю технологичности все четыре рассматриваемые технологии вполне рациональны и отклонение показателя от остальных не превышает 10 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила предоставления коммунальных услуг гражданам (с изменениями) [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 06.05.2011 г. № 354 // ГАРАНТ. – [Б. м. : ООО «НПП "ГАРАНТ-СЕРВИС"»], [2018]. – Режим доступа : <http://base.garant.ru/12186043/>
2. Об утверждении правил содержания общего имущества в многоквартирном доме (с изменениями) [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 13.08.2006 г. № 491 // КонсультантПлюс – надежная правовая поддержка. – [М. : КонсультантПлюс], [1997–2018]. – Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_62293/
3. СП 50.13330.2010 Тепловая защита зданий [Текст]. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 2013-01-01. – М. : Госстрой России, 2003. – 95 с.
4. СП-50 13330.2010 Тепловая защита зданий [Текст]. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 2013-01-01. – М. : ТК 465 «Строительство», 2003 – 139 с.
5. Матвеев, А. В. Стратегия модернизации производства малообъемных работ нулевого цикла в строительном комплексе города Брянска [Текст] : монография / А. В. Матвеев, Н. И. Токар. – Дятьково : ООО Юла, 2015. – 138 с.

6. Бабков, В. В. О надежности и долговечности навесных фасадных систем [Текст] / В. В. Бабков, Г. С. Колесник, В. А. Долгодворов, Г. Т. Пономаренко // Строительные материалы. – 2007. – № 7. – С. 4–7.
7. Ватин, Н. И. НВФ: основные проблемы и их решения [Текст] / Н. И. Ватин, Д. В. Немова // Мир строительства и недвижимости. – 2010. – № 36. – С. 20–23.
8. Сергеева Н. Д. Научно-техническое обеспечение реализации стратегии модернизации строительной отрасли [Текст] / Н. Д. Сергеева, А. А. Матвеев, А. С. Вербицкий, Д. Н. Бацанов // Znanstvena misel journal. The journal is registered and published in Slovenia. – Vol. 1. – 2017. – № 4. – С. 5–9. – ISSN 3124-1123.
9. Сапегина, Е. А. Энергоэффективность системы навесного фасада с воздушным вентилируемым зазором [Текст] : дисс. магистра техники и технологии: 17.06.09 / Е. А. Сапегина. – СПб. : ГОУ СПбГПУ, 2015. – 158 с.
10. Проблемы при проектировании и строительстве вентилируемых фасадов [Электронный ресурс] / Е. Ю. Цыкановский, В. Г. Гагарин, А. В. Грановский, М. О. Павлова // Стены и фасады. – [Б. м. : Каталог строительных фирм], [2003-2018]. – Режим доступа : <http://stroyfirm.ru/articles/article.php?id=29>. – Загл. с экрана.
11. Пенобетон, оборудование для производства пенобетона [Электронный ресурс] : фотокаталог. – Электрон. дан. – Режим доступа : <http://www.penostroy.ru/photo/index.html?cat=7&foto=68&>. – Загл. с экрана.

Получено 07.03.2018

Н. Д. СЕРГЕЄВА, С. О. КОВАЛЬОВ, О. В. СОКОЛОВ, П. В. ДУБОВСЬКИЙ,
Є. С. БАШАРІН
МЕТОДОЛОГІЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ
ВИРОБНИЦТВА УЛАШТУВАННЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ ФАСАДНИХ
СИСТЕМ В ПРОЦЕСІ РЕНОВАЦІЇ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ
ФДБОУ ВО «Брянський державний інженерно-технологічний університет», м. Брянськ,
Росія

Анотація. У статті розглядається актуальна проблема забезпечення енергоощадження при улаштуванні фасадних систем в процесі реновації житлової забудови. Енергоощадження через утеплювач фасаду і стінових огорожувальних конструкцій – є одним з основних енергоощадних заходів при реновації та капітальному ремонті житлового фонду щодо виконання закону РФ «Про енергоощадження». Розвиток напрямків з обладнання будівель ефективними фасадними системами базується на зарубіжному та вітчизняному досвіді, а також розробленій нормативно-технічній документації. Однак існуючі рекомендації недостатньо повно розкривають питання організаційно-технологічного характеру і містять лише загальні підходи до виробництва робіт.

Ключові слова: навісний вентильований фасад, житловий фонд, забудова, енергоефективність, раціональність вибору, реновація.

NINA SERGEEVA, SERGEY KOVALEV, ALEXANDER SOKOLOV,
PAVEL DUBOVSKY, EUGENE BASHARIN
METHODOLOGY OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL
PREPARATION FOR THE PRODUCTION OF ENERGY-EFFICIENT FACADE
SYSTEMS IN THE PROCESS OF RENOVATION OF RESIDENTIAL BUILDINGS
Bryansk State Engineering and Technology University, Bryansk, Russia

Abstract. The current problem of ensuring energy saving in the installation of facade systems in the process of renovation of residential buildings is considered in the article. Energy saving through the insulation of the facade and walled enclosing structures is one of the main energy-saving measures in the renovation and capital repairs of the housing stock in the implementation of the RF Law «On Energy Saving». The development of directions for equipping buildings with efficient facade systems is based on foreign and domestic experience, as well as the developed normative and technical documentation. However, the existing recommendations do not fully reveal organizational and technological issues and contain only general approaches to the production of works.

Key words: hinged ventilated facade, housing stock, development, energy efficiency, rationality of choice, renovation.

Сергеева Нина Дмитриевна – доктор технических наук, профессор кафедры строительного производства ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет». Научные интересы: разработка подходов к обоснованию выбора технологии обеспечения теплоснабжения в жилом фонде ранних лет постройки.

Ковалев Сергей Александрович – магистрант ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет». Научные интересы: разработка подходов к обоснованию выбора технологии обеспечения теплотребления в жилом фонде ранних лет постройки.

Соколов Александр Викторович – студент ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет». Научные интересы: разработка подходов к обоснованию выбора технологии обеспечения теплотребления в жилом фонде ранних лет постройки.

Дубовской Павел Витальевич – студент ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет». Научные интересы: разработка подходов к обоснованию выбора технологии обеспечения теплотребления в жилом фонде ранних лет постройки.

Башарин Евгений Сергеевич – студент ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет». Научные интересы: разработка подходов к обоснованию выбора технологии обеспечения теплотребления в жилом фонде ранних лет постройки.

Сергеева Ніна Дмитрівна – доктор технічних наук, професор кафедри будівельного виробництва ФДБОУ ВО «Брянський державний інженерно-технологічний університет». Наукові інтереси: розробка підходів до обґрунтування вибору технології забезпечення теплоспоживання в житловому фонді ранніх років споруди.

Ковальов Сергій Олександрович – магістрант ФДБОУ ВО «Брянський державний інженерно-технологічний університет». Наукові інтереси: розробка підходів до обґрунтування вибору технології забезпечення теплоспоживання в житловому фонді ранніх років спорудження.

Соколов Олександр Вікторович – студент ФДБОУ ВО «Брянський державний інженерно-технологічний університет». Наукові інтереси: розробка підходів до обґрунтування вибору технології забезпечення теплоспоживання в житловому фонді ранніх років спорудження.

Дубовський Павло Віталійович – студент ФДБОУ ВО «Брянський державний інженерно-технологічний університет». Наукові інтереси: розробка підходів до обґрунтування вибору технології забезпечення теплоспоживання в житловому фонді ранніх років спорудження.

Башарін Євген Сергійович – студент ФДБОУ ВО «Брянський державний інженерно-технологічний університет». Наукові інтереси: розробка підходів до обґрунтування вибору технології забезпечення теплоспоживання в житловому фонді ранніх років спорудження.

Sergeeva Nina – D. Sc. (Eng.), Professor, Construction Engineering Department, Bryansk State Engineering and Technology University, Bryansk, Russia. Scientific interests: development of approaches to the justification of the choice of technology for providing heat consumption in the housing stock of the early years of construction.

Kovalev Sergey – Master's student, Bryansk State Engineering and Technology University, Bryansk, Russia. Scientific interests: development of approaches to the justification of the choice of technology for providing heat consumption in the housing stock of the early years of construction.

Sokolov Alexander – student, Bryansk State Engineering and Technology University, Bryansk, Russia. Scientific interests: development of approaches to the justification of the choice of technology for providing heat consumption in the housing stock of the early years of construction.

Dubovsky Pavel – student, Bryansk State Engineering and Technology University, Bryansk, Russia. Scientific interests: development of approaches to the justification of the choice of technology for providing heat consumption in the housing stock of the early years of construction.

Basharin Eugene – student, Bryansk State Engineering and Technology University, Bryansk, Russia. Scientific interests: development of approaches to the justification of the choice of technology for providing heat consumption in the housing stock of the early years of construction.

УДК 692.232.45

Н. А. МАТВЕЕВА^а, В. И. КОРСУН^а, Н. Д. ДАНИЛОВ^б, П. А. ФЕДОТОВ^б^а Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,^б ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова»

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЯ В УСЛОВИЯХ ЯКУТИИ

Аннотация. При проектировании необходим комплексный учет температурных и силовых воздействий на конструкции здания или сооружения. Ограждающие конструкции зданий и сооружений, эксплуатирующихся в северных районах, испытывают влияние температурных перепадов, связанных с изменением суточных и сезонных температур, односторонней солнечной радиации, влажности воздуха, скорости ветра и др. Выполнена оценка влияния воздействия низких климатических температур Якутии на напряженно-деформированное состояние фасадной навесной железобетонной панели. Рассмотрено напряженное состояние наружных стен при различных величинах перепадов температуры, в т. ч. при переменном замораживании и оттаивании в пределах одной секции стены.

Ключевые слова: навесная многослойная панель, температурно-климатические воздействия, распределение температур, усилия, деформации.

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Территория Российской Федерации отличается большим разнообразием климатических условий для строительства, в том числе наиболее сложными, характерными для районов Восточной Сибири и Дальнего Востока. Особенностью климата Центральной Якутии является его резкая континентальность, отличающаяся продолжительным зимним и коротким летним периодами. На рисунке 1 представлен годовой ход среднесуточной температуры воздуха в г. Якутске за 2017 г.



Рисунок 1 – Годовой ход среднесуточной температуры воздуха в г. Якутске за 2017 г.

Для климатических условий г. Якутска характерны большие амплитуды колебаний температуры наружного воздуха: сезонных колебаний – до 103 °С, месячных – до 40 °С, в течение суток – до 20 °С. В Центральной Якутии для зимнего периода характерны ясная и тихая погода, штиль или очень слабые ветры со скоростью, не превышающей 1 м/с. Годовое количество осадков не превышает 200 мм, из которых 80 % приходится на летние месяцы. Средняя относительная влажность воздуха самого холодного месяца (январь) составляет 76 %, самого жаркого месяца (июль) вечером – 69 % и днем –

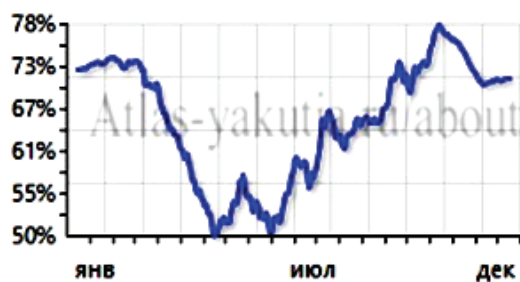


Рисунок 2 – Годовой ход среднесуточной влажности воздуха в г. Якутске за 2017 г.

46 % [2]. На рисунке 2 представлен годовой ход среднесуточной влажности воздуха в г. Якутске за 2017 г.

Под влиянием температурных воздействий в статически неопределимых железобетонных конструкциях могут возникать значительные температурные усилия, обусловленные несвободным развитием температурных деформаций в бетоне и арматуре [1, 6–10].

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В настоящее время методика расчета деформаций и усилий в железобетонных конструкциях для условий воздействия низких температур основывается на мето-

де, аналогичном расчету конструкций на воздействие повышенных и высоких температур СП 27.13330.2011 [4] с учетом рекомендаций СП 52-105-2009 [5]. В значительной мере НДС конструкций зависит от величин температурно-влажностных перепадов и характеристик физико-механических свойств бетона, зависящих, в свою очередь, от температуры первого охлаждения, числа циклов попеременного замораживания-оттаивания, водонасыщения бетона, его марки по морозостойкости [1, 6–10].

ЦЕЛЬ ДАННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка расчетными методами влияния температурных климатических воздействий северной климатической зоны на характеристики НДС наружных стен новой конструкции.

Задачи исследования – анализ и выбор расчетных режимов температурных климатических воздействий на конструкции стен зданий на примере г. Якутска:

- определение распределения температур по толщине фасадной железобетонной панели для расчетных значений температуры наружного воздуха;
- определение расчетными методами характеристик НДС стены при характерных температурно-климатических воздействиях;
- разработка рекомендаций по учету влияния температурных воздействий северной климатической зоны на фасадную навесную железобетонную панель каркасного здания в процессе ее эксплуатации.

ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ

Специалистами Северо-Восточного федерального университета г. Якутска разрабатываются новые конструктивные решения наружных стен зданий, предназначенных для эксплуатации в климатических условиях Севера. Перспективные технические решения развиваются в направлении применения сборных железобетонных панелей как надежных и долговечных конструкций. Указанные навесные стены относятся к категории не несущих, т. е. они не воспринимают нагрузок от вышерасположенных конструкций и выполняют только ограждающие функции. Существенной особенностью таких конструкций является то, что после установки фасадных навесных панелей к ним с внутренней стороны с помощью клея и коннекторов прикрепляются плиты теплоизоляции. Внутренние слои стены в виде листовых материалов крепятся по утеплителю (после размещения пароизоляционного материала) к фасадной навесной панели с помощью стальных коннекторов. Основные преимущества предложенных конструктивных решений стен являются: повышение сопротивления теплопередаче за счет снижения теплопроводных включений; быстрое и менее трудоемкое возведение наружных стен в сравнении с другими конструкциями стен послойной сборки; исключение мокрых процессов, что позволяет производить монтаж в зимних условиях; экономичность (снижение затрат на возведение 1 м² стены достигает 1,5 раза в сравнении с применяемыми в настоящее время конструкциями) при обеспечении требуемой долговечности [3]. На рисунке 3 представлена конструкция стены и узлы сопряжения с перекрытием.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

В данном исследовании рассматривалась наружная многослойная стена каркасно-моноконтинентного жилого здания. Наружный слой стены – железобетонная панель, имеющая в верхней части стальные петли, с помощью которых их навешивают на стальные крюки, размещенные на торцах консолей

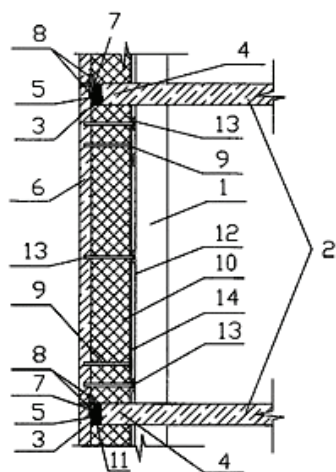


Рисунок 3 – Конструкция стены и узлы сопряжения с перекрытием: 1 – колонна; 2 – перекрытие; 3 – монтажные крюки; 4 – железобетонные консоли перекрытия; 5 – стальные петли; 6 – фасадная панель; 7 – стальной стержень; 8 – закладные детали; 9 – коннектор; 10 – теплоизоляция; 11 – монтажная пена; 12 – внутренний слой стены; 13 – стальные коннекторы; 14 – пароизоляция.

монолитного железобетонного перекрытия между первым и вторым этажами. В нижней части панели находится закладная деталь, которую после установки панели в проектное положение приваривают с помощью стального стержня к закладной детали, имеющейся в фундаментной балке (начиная со второго этажа стальной стержень приваривают к закладным деталям панелей) [3].

Фрагмент варианта наружной стены с навесными панелями (длиной 6 м и высотой 3 м) представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из:

1. железобетона, толщиной слоя $\delta_1 = 80$ мм;
2. слоя утеплителя из пенополистирола, толщиной $\delta_2 = 200$ мм;
3. внутренней отделки из стекломгнезиевых листов, толщиной $\delta_3 = 30$ мм.

Расчет распределения температур по толщине выполнен для режимов наиболее холодного (январь) и теплого (июль) времен года в соответствии с п. 6 СП 27.13330.2011 [4]. Результаты расчета представлены на рис. 4.

При температуре наружного воздуха -52°C распределение температуры по толщине фасадной железобетонной панели имеет значительный перепад. Железобетон на поверхности раздела слоев 3 и 4 подвергается воздействию постоянно низких температур от -49 до $-45,9^\circ\text{C}$. При использовании пенополистирола плотностью 35 кг/м^3 в качестве внутреннего слоя теплоизоляции эпюра распределения температуры на поверхности раздела слоев 2 и 3

резко изменяется от $-45,9^\circ\text{C}$ до $+1,9^\circ\text{C}$. Внутренняя поверхность стены, обшитая огнеупорным стекломгнезитовым листом, имеет температуру $12,5^\circ\text{C}$.

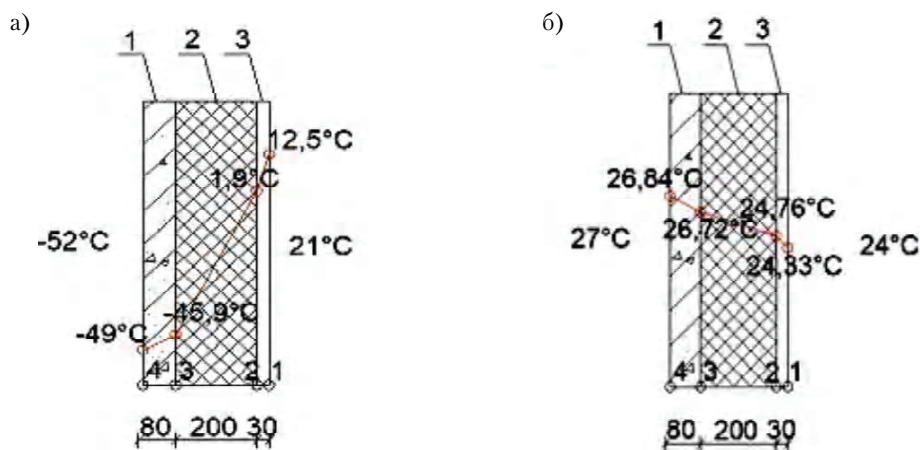


Рисунок 4 – Эпюры распределения температуры по толщине сечения элемента: а) в зимнее время, б) в летнее время.

При температуре наружного воздуха $+27^\circ\text{C}$ в летнее время значения температуры по толщине всей ограждающей конструкции изменяется незначительно от $26,8$ до $24,3^\circ\text{C}$.

Расчет на температурно-климатические воздействия выполняется в соответствии с п. 5-6 СП 52-105-2009 [5]. Определение усилий от воздействия температуры и влажности в статически неопределимых конструкциях производится методом сил, перемещения Δ_{it} в основной системе в i -м направлении, вызванные воздействием температуры равны:

$$\Delta_{it} = \sum \int_0^l \bar{M}_i \left(\frac{1}{r} \right) dx + \int_0^l \bar{N}_i \varepsilon_{\alpha} dx, \quad (1)$$

где \bar{M}_i, \bar{N}_i – изгибающий момент и продольная сила в сечении x элемента основной системы от действия в i -м направлении соответствующей единичной силы;

$(1/r)_{ix}, \varepsilon_{ix}$ – кривизна и деформации оси элемента в сечении x , вызванные воздействием температуры.

Конструкция загружалась на понижение температуры, понижение влажности, повышение влажности при кратковременной (при расчете по первой расчетной стадии работы в холодное время) нагрузке, а также на понижении температуры и влажности, понижении температуры и повышении влажности при длительной (при расчете по второй расчетной стадии в условиях попеременного замораживания и оттаивания) нагрузке. Результаты расчета представлены в таблице.

Таблица – Деформации и усилия в элементе стены от температурно-влажностных воздействий

№	Деформации оси элемента, $\varepsilon_{ix}, \text{м} \cdot 10^{-5}$	Кривизна оси элемента, $(1/r)_{ix}, \text{м} \cdot 10^{-6}$	Изгибающий момент, $M_i, \text{Нм} \cdot 10^{-6}$	Продольная сила, $N_i, \text{Н} \cdot 10^{-3}$	Перемещения, $\Delta_{ib}, \text{мм}$
1	24,7	5 551,7	5 274,1	441,9	0,138
2	40,8	61 25,0	5 818,7	874,9	0,078
3	3,4	8,45	8,02	6,03	0,003
4	–83,5	–12 901,7	–12 256,6	1 491,5	1,320
5	–24,7	–5 560,1	5 280,1	441,2	0,135

ВЫВОДЫ

1. В наружных стенах, подвергающихся воздействиям низких температур, наибольшие усилия – продольные силы и изгибающие моменты – возникает при первом одностороннем замораживании.
2. При попеременном замораживании и оттаивании наблюдается наибольшее удлинение стенового элемента, обусловленное накоплением необратимых деформаций в структуре бетона при совместном действии отрицательных температур и увлажнения конструкции наружным воздухом.
3. Наибольшее перемещение, равное $\Delta t = 1,32$ мм, вызывают совместное действие понижения температуры и влажности. Одно только понижение температуры обуславливает деформацию, равную $\Delta t = 0,138$ мм. Повышение влажности не вызывает значимых перемещений, однако при понижении влажности перемещения достигают значения $\Delta t = 0,078$ мм.
4. Изложенное обуславливает необходимость реализации мер для обеспечения стойкости и долговечности ограждающих конструкций в суровых климатических условиях Севера от длительного воздействия попеременного замораживания и оттаивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корсун, В. И. Напряженно-деформированное состояние железобетонных конструкций в условиях температурных воздействий [Текст] / В. И. Корсун. – Макеевка : ДонГАСА, 2003. – 153 с.
2. Тепловая защита зданий на Севере: материалы, изделия и конструкции [Текст] / А. Е. Местников, П. С. Абрамова, Т. С. Антипкина, А. Д. Егорова. – М. : Изд-во АСВ, 2009. – 236 с.
3. Данилов, Н. Д. О новых технических решениях наружных стен зданий, ориентированных на строительство в северной климатической зоне [Текст] / Н. Д. Данилов, А. А. Собакин, А. А. Семенов // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – №1. – С. 34.
4. СП 27.13330.2011. Бетоны и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур [Текст]. Актуализированная редакция СНиП 2.03.04-84. – Введ. 2011-05-20. – М. : НИИЖБ, 2011. – 60 с.
5. СП 52-105-2009. Железобетонные конструкции в холодном климате на вечноммерзлых грунтах [Текст]. – Взамен «Рекомендаций по расчету железобетонных свайных фундаментов, возводимых на вечноммерзлых грунтах, с учетом температурных и влажностных воздействий» ; введ. 2009-04-20. – М. : НИИЖБ, 2009. – 55 с.
6. Mirzazadeh, M. Mehdi. Effects of low temperature on the static behavior of reinforced concrete beams with the temperature differentials [Text] / M. Mehdi Mirzazadeh, M. Noel, F. Mark. Green // Constr. Build. Mater. – 2016. – Vol. 112. – P. 191–201. – ISSN 0950-0618.
7. Qiaoa, Yi. Influence of low temperature on dynamic behavior of concrete [Text] / Yi Qiaoa, W. Haifu, C. Liangcai [and etc.] // Constr. Build. Mater. – 2016. – Vol. 115. – P. 214–220. – ISSN 0950-0618.
8. Yuan, Y. Prediction of temperature response in concrete in a natural climate environment / Y. Yingshu, J. Jianhua [Text] // Constr. Build. Mater. – 2011. – Vol. 25. – P. 3159–3167. – ISSN 0950-0618.

9. Jia-Bao, Y. Behaviors of reinforced concrete beams under low temperatures [Text] / Y. Jia-Bao, J. Xie // Constr. Build. Mater. – 2017. – Vol. 141. – P. 410–425. – ISSN 0950-0618.
10. Berry, M. Effect of cold temperatures on the behavior and ultimate capacity of GFRP-reinforced concrete beams [Text] / M. Berry, J. Johnson, K. McDevitt // Cold Regions Science and Technology. – 2017. – Vol. 136. – P. 9–16. – ISSN 0950-0618.

Получено 09.03.2018

Н. А. МАТВЕЄВА ^a, В. І. КОРСУН ^a, Н. Д. ДАНИЛОВ ^b, П. А. ФЕДОТОВ ^b
ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЕФЕКТІВ НА НАПРУЖЕНО-
ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ЗОВНІШНІХ СТІН БУДИНКУ В УМОВАХ ЯКУТІЇ

^a Санкт-Петербурзький політехнічний університет Петра Великого, ^b ФДАОУ ВО
«Північно-східний Федеральний університет ім. М. К. Аммосова»

Анотація. При проектуванні необхідно врахувати комплексну дію температурних і силових впливів на конструкції будівель і споруд. Огороджувальні конструкції будівель і споруд, які експлуатуються в північних районах, випробують на вплив температурних перепадів, які пов'язані зі зміною добових і сезонних температур, односторонньої сонячної радіації, вологості повітря, швидкості вітру та ін. Було виконано розрахунок на вплив кліматичних температур Якутії на напружено-деформований стан фасадної навісної залізобетонної панелі. Розглянуто напружений стан зовнішніх стін залежно від різних значень перепадів температури, у тому числі при перемінному циклі заморожування і відтавання в межах одної секції стіни.

Ключові слова: зовнішні відкидні панелі, залізобетон, температурно-кліматичні впливи, розподіл температур, напруження, деформації.

NARYA MATVEEVA ^a, VLADIMIR KORSUN ^a, NIKOLAY DANILOV ^b,
PETR FEDOTOV ^b
INFLUENCE OF TEMPERATURE WEATHER EFFECTS ON THE STRESS-
STRAIN STATE OF EXTERNAL WALLS IN THE CONDITIONS OF YAKUTIA

^a Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, ^b Federal State Autonomous
Educational Institution of Higher Education «M. K. Ammosov North-Eastern Federal
University»

Abstract. The design requires complex accounting of temperature and power effects on the construction of the building or construction. Enclosing structures of buildings and structures operating in the northern regions, experience the influence of temperature changes associated with the change of daily and seasonal temperatures, one-sided solar radiation, air humidity, wind speed etc. The calculation on the influence of low climatic temperatures of Yakutia on the stress-strain state of the facade hinged reinforced concrete panel is performed. The tense condition of external walls at various values of temperature changes, including at alternating freezing and thawing within one section of a wall is considered.

Key words: external hinged panel, reinforced concrete, temperature-climatic influences, distribution of temperatures, tension, deformation.

Матвеева Нарьяна Анатольевна – магистрант кафедры строительства уникальных зданий и сооружений Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Научные интересы: исследование напряженно-деформированного состояния наружных ограждающих конструкций в условиях климатических температурных воздействий.

Корсун Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор кафедры строительства уникальных зданий и сооружений Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Научные интересы: железобетонные конструкции в условиях температурных воздействий, исследование НДС, разработка методов расчета.

Данилов Николай Давыдович – кандидат технических наук, доцент кафедры архитектуры и городского строительства Северо-Восточного Федерального университета им. М. К. Аммосова г. Якутска. Научные интересы: строительная теплофизика, разработка теплоэффективных наружных ограждающих конструкций зданий.

Федотов Петр Анатольевич – аспирант, старший преподаватель кафедры архитектуры и городского строительства Северо-Восточного Федерального университета им. М. К. Аммосова г. Якутска. Научные интересы: строительная теплофизика, разработка теплоэффективных наружных ограждающих конструкций зданий.

Матвеева Нарийа Анатоліївна – магістрант кафедри будівництва унікальних будівель і споруд Санкт-Петербурзького політехнічного університету Петра Великого. Наукові інтереси: дослідження напружено-деформованого стану залізобетонних конструкцій в умовах температурних впливів.

Корсун Володимир Іванович – доктор технічних наук, професор кафедри будівництва унікальних будівель і споруд Санкт-Петербурзького політехнічного університету Петра Великого. Наукові інтереси: залізобетонні конструкції в умовах температурних впливів, дослідження напружено-деформованого стану, розробка методів розрахунку.

Данилов Микола Давидович – кандидат технічних наук, доцент кафедри архітектури і міського будівництва Північно-Східного Федерального університету ім. М. К. Аммосова м. Якутська. Наукові інтереси: будівельна теплофізика, розробка теплоефективних зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель.

Федотов Петро Анатолійович – аспірант, старший викладач кафедри архітектури і міського будівництва Північно-Східного Федерального університету ім. М. К. Аммосова м. Якутська. Наукові інтереси: будівельна теплофізика, розробка теплоефективних зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель.

Matveeva Narya – Master's student, Construction of Unique Buildings and Structures, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. Scientific interests: research of stress-strain state of reinforced concrete structures in conditions of temperature climatic influences.

Korsun Vladimir – D. Sc. (Eng.), Professor, Construction of Unique Buildings and Structures Department, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. Scientific interests: reinforced concrete structures, research of stress-strain state of reinforced concrete structures under conditions of temperature effects.

Danilov Nikolay – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Architecture and Urban Construction Department, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «M. K. Ammosov North-Eastern Federal University». Scientific interests: building thermophysics, development of heat-efficient external enclosing structures of buildings.

Fedotov Petr – post-graduate student, senior lecturer, Architecture and Urban Construction Department, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «M. K. Ammosov North-Eastern Federal University». Scientific interests: building thermo physics, development of heat-efficient external enclosing structures of buildings.

УДК 550.837

С. Ю. ПРИХОДЬКО^а, М. Р. КАХИАНИ^б^а ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», ^б Грузинский технический университет, Тбилиси, Грузия

ТЕХНОГЕННЫЕ РИСКИ ПОВЕРХНОСТНОГО КОМПЛЕКСА НА ПОДРАБОТАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ (НА ПРИМЕРЕ ДОНБАССА И ТКИБУЛИ-ШАОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

Аннотация. Предприятия топливно-энергетического комплекса (ТЭК) Донбасса и Ткибули-Шаорского месторождения – сфера высоких рисков и объектов повышенной промышленной опасности, которые обладают большими потенциальными возможностями для создания катастрофы техногенного характера, различных аварий, угрозы людям и окружающей среде. Разнообразие рисков, исходящих от предприятий ТЭК, предопределяет необходимость комплексного подхода для минимизации возможности аварии и катастрофы, а также надобность организации системы риск-менеджмента, нацеленного на решение масштабного комплекса проблем различного характера, в которых экологические риски занимают далеко не последнее место.

Ключевые слова: промышленно-природный комплекс, моделирование объектов, теория управления, горные выработки, провалы поверхности.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Подземная разработка угольных месторождений приводит к сдвигениям и деформациям земной поверхности и объектов, попадающих в зону подработки. Объекты наземного комплекса находятся в зонах риска. Для минимизации риска необходимо решение двух задач: оценка риска и управление риском.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Одной из составных частей системы общего мониторинга является геомеханический мониторинг, позволяющий получить данные о состоянии массива горных пород и земной поверхности и использующий результаты маркшейдерских наблюдений. Сдвигения и деформации земной поверхности являются количественной оценкой всех происходящих в массиве геомеханических процессов.

При сдвигении земной поверхности используются показатели, позволяющие прогнозировать и оценивать состояние зданий и сооружений: оседание земной поверхности, радиус кривизны и горизонтальные деформации в основаниях зданий (рис. 1). Натурные наблюдения за сдвигением земной поверхности дают параметры процесса сдвигения и получение фактических данных для обоснованного решения вопросов охраны зданий и сооружений на подрабатываемых территориях.

При изучении характера и измерение параметров сдвигения земной поверхности и толщи горных пород чаще всего используют методы непосредственных измерений перемещений пород. К ним относятся геодезические или маркшейдерские методы – нивелирование для определения оседаний горных пород, т. е. перемещений в вертикальной плоскости и линейные измерения для определения горизонтальных деформаций, т. е. перемещений пород в горизонтальной плоскости.

Для проведения наблюдений оборудуют специальные наблюдательные станции, состоящие из системы реперов, закладываемых в грунт (земную поверхность), в подрабатываемые здания и сооружения, в стенки, в специально пробуриваемые скважины по определенной схеме в пределах предполагаемой области сдвигения. По мере развития горных работ ведут систематические наблюдения перемещений реперов в пространстве и во времени относительно исходных или опорных пунктов,

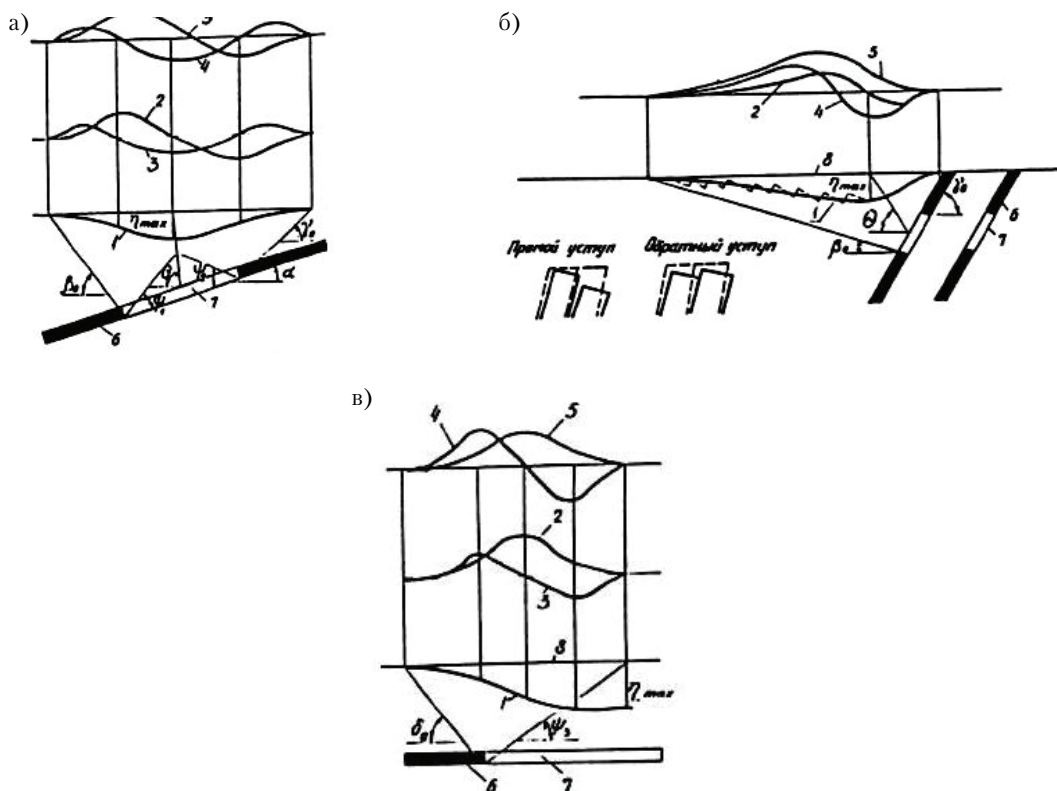


Рисунок 1 – Виды сдвижений и деформаций земной поверхности: а) вертикальный разрез вкрест простирания при наклонном залегании угольных пластов; б – то же, при крутом залегании угольных пластов; в – вертикальный разрез по простиранию пластов; 1 – кривые оседаний; 2 – эпюры наклонов; 3 – эпюры кривизны; 4 – эпюры относительных горизонтальных деформаций; 5 – эпюры горизонтальных сдвижений; 6 – пласт; 7 – очистная выработка; 8 – положение земной поверхности до подработки; η_{max} – максимальное оседание земной поверхности; β_0 , γ_0 , δ_0 – граничные углы сдвижения; ψ_1 , ψ_2 , ψ_3 – углы полных сдвижений; θ – угол максимального оседания; α – угол падения пласта.

располагаемых заведомо за пределами возможной области сдвижений. Рабочие реперы наземных наблюдательных станций обычно располагают в створах профильных линий с таким расчетом, чтобы обеспечить получение необходимых данных о границах области сдвижения и об основных параметрах процесса сдвижения земной поверхности. Сдвижения и деформации горных пород и земной поверхности могут вызвать повреждения в объектах, изменение гидрогеологического режима поверхностных и грунтовых вод, активизацию оползневых процессов.

Для оценки механической безопасности и возможности дальнейшей эксплуатации жилых и административных зданий, оказавшихся в потенциально опасной зоне подработанных территории, требуется прогноз процесса деформирования грунтового массива и сроков введения мер охраны для каждого из этих зданий. При включении полученной информации в систему ГИС появляется возможность выйти на качественно более высокий уровень сбора и анализа данных о развитии процесса сдвижения. Это позволяет вести постоянный мониторинг состояния земной поверхности и сохранности расположенных на ней зданий и сооружений. Использование геоинформационных систем позволяет довольно быстро и наглядно оценить степень влияния подземных горных разработок на земную поверхность. Результаты наблюдений позволили установить наличие сдвижения земной поверхности, вызванного активизацией геомеханических процессов, а также определить значения величин и скоростей их развития.

Горные предприятия, ведущие отработку запасов под застроенными территориями, не уделяют должного внимания проблеме защиты подрабатываемых сооружений и коммуникаций. Возникают ситуации, когда нарушаются условия безопасной эксплуатации многих объектов застройки городов, а часть зданий, сооружений и коммуникаций имеют аварийное и предаварийное техническое состояние. На рис. 1 показаны виды сдвижений и деформаций земной поверхности.

Объекты поверхности классифицируются по четырем принципам: по назначению; по чувствительности к деформациям основания; по наличию мер защиты от влияния сосредоточенных деформаций земной поверхности; по техническому состоянию.

По назначению объекты поверхности делятся на здания, сооружения, трубопроводы. По чувствительности к деформациям основания здания и сооружения делятся по видам в зависимости от этажности, конструктивной схемы и материала конструкций.

Объекты поверхности по наличию мер защиты делятся на три вида: не имеющие мер защиты; имеющие меры защиты, которые не обеспечивают эксплуатационную пригодность объекта при воздействии сосредоточенных деформаций земной поверхности; имеющие меры защиты, которые обеспечивают эксплуатационную пригодность объекта при воздействии сосредоточенных деформаций земной поверхности.

Ущерб от долговременной подработки объектов социальной инфраструктуры города оценивается по сумме затрат, обеспечивающих безопасную эксплуатацию зданий, сооружений и коммуникаций, расположенных в зонах влияния сосредоточенных деформаций земной поверхности по формуле:

$$Y = C_z + \Sigma C_k + C_d, \quad (1)$$

где C_z – затраты, связанные с обеспечением безопасной эксплуатации зданий и сооружений, расположенных в зонах влияния сосредоточенных деформаций земной поверхности, определяются по формуле:

$$C_z = C_o K_r + C_n + C_n + C_a, \quad (2)$$

где C_o – основные затраты на ремонтно-восстановительные работы зданий;
 K_r – коэффициент учета доли влияния горных работ;
 C_n – дополнительные затраты на меры защиты зданий с неудовлетворительным техническим состоянием;
 C_n – дополнительные затраты на меры защиты зданий с предаварийным техническим состоянием;
 C_a – дополнительные затраты на меры защиты зданий в аварийном техническом состоянии;
 ΣC_k – суммарные затраты, связанные с обеспечением безопасной эксплуатации коммуникаций города, включая: водоводы, канализационные коллекторы, газопроводы, теплосети;

C_k – затраты, связанные с обеспечением безопасной эксплуатации каждого вида подземных трубопроводов, определяемые по формуле:

$$C_k = C_{ук} N n, \quad (3)$$

где $C_{ук}$ – стоимость замены участка трубопроводов длиной 10 м (определяется по данным эксплуатирующих организаций города);
 N – количество участков трубопровода на трассах уступов (определяется с учетом ориентации трубопровода, его протяженности и среднего расстояния между уступами);
 n – количество замен участков трубопровода на трассах уступов за все время его эксплуатации, определяемое по формуле:

$$n = T_3 / T, \quad (4)$$

где T_3 – время с начала подработки трубопровода;
 T – среднее время прироста уступа на 5 см на участке подработки трубопровода;

C_d – затраты, связанные с обеспечением безопасной эксплуатации автомобильных дорог, определяемые по формуле:

$$C_d = C_{уд} N n_1, \quad (5)$$

где $C_{уд}$ – стоимость ремонта участка дороги длиной 10 м (определяется по данным эксплуатирующих организаций города);
 N – количество участков дорог на трассах уступов (определяется с учетом ориентации дорог, их протяженности и среднего расстояния между уступами);

n_1 – количество ремонтов участков дорог на трассах уступов за все время их эксплуатации, определяемое по формуле:

$$n_1 = h_y / h_0, \quad (6)$$

где h_y – высота уступа в зоне деформаций, см;
 h_0 – высота уступа, при которой необходимо планировать ремонт, равная 10 см.

В оценке риска и управлением риском общим является то, что они – два аспекта единого процесса принятия решения, основанного на характеристике риска. Это обусловлено их главной целевой функцией – определением приоритетов действий, направленных на уменьшение риска до минимума. Для этого необходимо знать как его источники и факторы – (анализ риска), так и наиболее эффективные пути его сокращения (управлением риском). Взаимосвязь между оценкой риска и управлением им представлена на рис. 2.

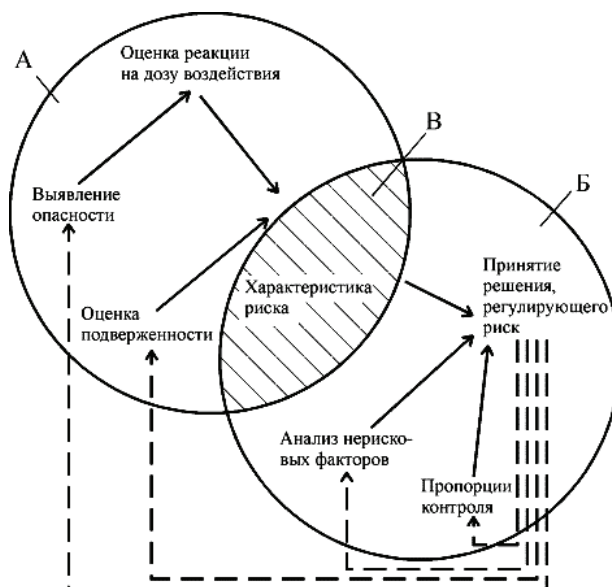


Рисунок 2 – Взаимосвязь между оценкой и управлением риском: А – область оценки риска; Б – область управления риском; В – область характеристики риска; \rightarrow – прямые связи между элементами оценки и управления риском; \dashrightarrow – обратные связи принятия решения с другими элементами оценки и управления риском.

Основное различие между оценкой и управлением риском заключается в том, что оценка риска строится на инженерном изучении источника и факторов риска и механизма взаимодействия между ними. Оценка риска является основой для исследования и выработки мер управления риском в соответствии с алгоритмом действия.

Задача управления безопасностью сводится к определению такого значения I_z , при котором достигается минимум целевой функции R_s (рис. 3) и, соответственно, максимум продолжительности предстоящей жизни T_{LE} . Таким образом, затраты на создание и эксплуатацию технических систем безопасности в задаче управления безопасностью играют роль управляющей переменной. Оптимальные значения, соответствующие минимуму целевой функции, зависят от уровня развития управляемой социально-экономической системы.

Рассмотренный материал показывает:

- приемлемый риск представляет некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями ее достижения и сочетает в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты;
- для любого данного уровня техногенного риска невозможно его дальнейшее снижение. Стремление снизить его до нуля ведет не к снижению, а к увеличению общего риска в обществе;
- суммарный риск имеет минимум при определенном соотношении между инвестициями в техническую и социальную сферы. Это необходимо учитывать при выборе риска, с которым общество вынуждено мириться;

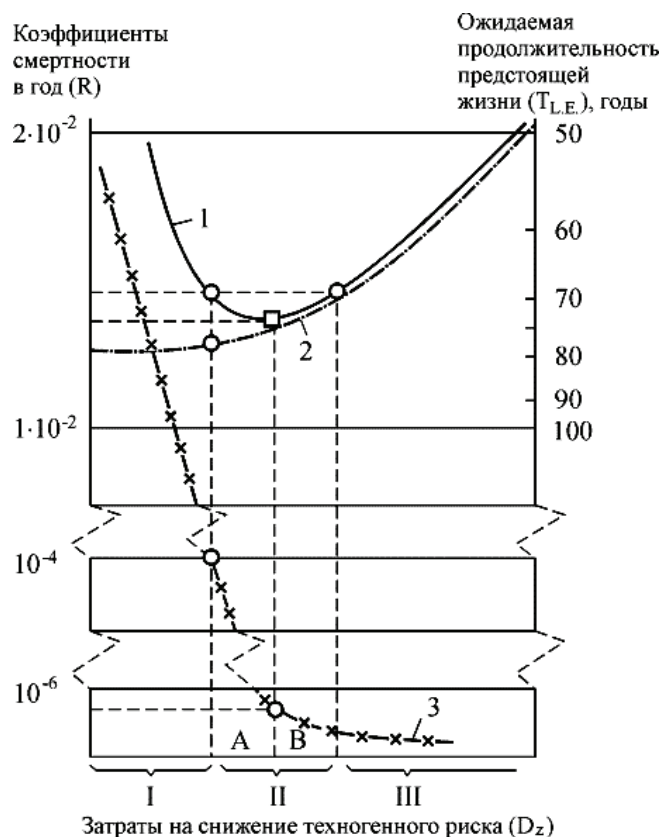


Рисунок 3 – Оптимизация затрат D_z на снижение техногенного риска R_t ; 1 – общий риск ($R_s = R_{с.э.} + R_t$); 2 – социально-экономический риск ($R_{с.э.}$); 3 – техногенный риск (R_t); δ – точка минимума общего риска R_s , соответствующая равенству предельных затрат на снижение R_t и $R_{с.э.}$; I – область, в которой из-за недостаточности затрат на снижение R_t этот риск неприемлемо высок; II – область, в которой затраты на снижение R_t обеспечивают приемлемый уровень R_s ; III – область чрезмерных затрат на снижение R_t , ведущих к неприемлемо высокому уровню $R_{с.э.}$.

– экономические возможности повышения безопасности технических систем ограничены. Затрачивая чрезмерные средства на повышение безопасности, можно нанести ущерб социальной сфере. При увеличении затрат на безопасность технический риск снижается, но растет социальный.

При строительстве объектов недвижимости на территориях, подверженных сдвиганиям и деформациям, необходимы научно обоснованный подход к принятию экономически выгодных мер охраны подрабатываемых объектов и разработка критериев оценки риска освоения территорий по техногенным и природным факторам. Необходимо кадастровое районирование территорий с характеристикой участков по степени благоприятности для строительного освоения в процессе строительства и эксплуатации объектов. Участки должны выделяться на инженерно-геологической карте с учётом прогноза изменения природной среды. При проектировании должны предусматриваться рекомендации по инженерной защите, подготовке и возможному использованию территорий. Управление рисками в строительстве является важной составной частью общего процесса управления производством. Производственные риски связаны с технологией строительства, которые могут сопровождаться авариями с различными последствиями. К ним относятся и экологические риски, вызванные воздействием на окружающую природную среду.

Управление рисками является систематизированным процессом, включающим: идентификацию опасностей и связанных с ними рисков, воздействующих на процесс строительства; количественную и качественную оценку рисков; идентификацию методов и действий, планируемых для уменьшения рисков; распределение рисков между участниками проекта.

Идентификация рисков – это описание опасностей, оценка их последствий и вероятности возникновения, а также стратегий, применяемых в качестве предотвращающих и смягчающих действий. На каждой стадии проектирования и строительства требуются оценки рисков, которые суммируются в регистре, где показана ответственность каждого участника строительства за контроль и управление

идентифицированным риском. Регистр рисков должен быть документом, который постоянно пересматривается и доступен для внимательного изучения в любое время. Важной частью системы управления рисками являются их качественные и количественные оценки. Идентифицированные опасности классифицируются в соответствии с величиной риска, который они представляют. Там, где ожидаемые уровни риска превышают принятый критерий приемлемости, необходимы действия, снижающие опасность. Уменьшение риска на определенной стадии проекта достигается изменениями технических решений и возможной очередности порядка работ.

В системе управления рисками также оцениваются: остаточные риски, которые сохраняются даже после снижения опасности первичных рисков; вторичные риски, которые возникают после или в результате мер, принимаемых для снижения первичных рисков; взаимодействие рисков, когда два или более риска происходят одновременно и приводят к последствиям более тяжелым, чем простая сумма воздействия каждого риска в отдельности.

Риск наземного комплекса сооружений на подработанной территории заключается в том, что образование выработанного пространства в результате подземных горных работ вызывает сдвигение прилегающего массива горных пород и изменение рельефа поверхности, которые могут причинить повреждения поверхностным сооружениям вплоть до их полного разрушения.

Процесс сдвигения горных пород развивается во времени и имеет начальную стадию и конечную. Именно с этой характеристикой сдвигения связаны перспективы использования подработанных территорий. В условиях полной подработки, когда размеры выработанного пространства в плане превышают глубину разработки и отсутствуют целики, использование всей территории мульды сдвигения, в том числе и зоны провала, возможно через определенный промежуток времени в зависимости от глубины горных работ.

В алгоритм методики оценки возможности использования подработанных территорий входят аналитические расчеты устойчивости поверхности над выработанным пространством, геодезический мониторинг за сдвижением поверхности и геофизические измерения. Геофизические измерения включают в себя крупномасштабные и мелкомасштабные исследования. Крупномасштабные исследования имеют цель выявить зоны распространения горных работ, а мелкомасштабные на основе разработанных заранее моделей диагностировать надпустотную толщу и определить перспективы вовлечения планируемого подработанного участка в хозяйственный оборот.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гавриленко, Ю. Н. Изучение сдвижений и деформаций земной поверхности в сложных горно-геологических условиях Донбасса [Текст] / Ю. Н. Гавриленко // Наукові праці ДонНТУ: Серія горно-геологічна. Випуск 62. – Донецьк : ДонНТУ, 2003. – С. 34–37.
2. Выявление и мониторинг потенциально опасных участков образования деформаций земной поверхности на подработанной территории г. Березники : отчет о НИР по х/д: 123-128 [Текст] / Фонды ОАО «Галургия» ; рук. В. П. Колесников ; исполн. : А. В. Татаркин [и др.], 2012. – 200 с.
3. Методические указания по прогнозу сдвижений и деформаций земной поверхности и определению нагрузок на здания при многократных подработках [Текст] / Под ред. Т. Г. Майборода / Министерство угольной промышленности СССР. – Л. : ВНИМИ, 1987. – 94 с.
4. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях [Текст]. – Введ. 16.03.1998 / Министерство топлива и энергетики РФ. – СПб. : ВНИМИ, 1998. – 290 с.
5. Гавриленко, Ю. Н. Общий подход к оценке подвижности, подверженной влиянию подземных горных работ [Текст] / Ю. Н. Гавриленко, А. Н. Агеев // Наукові праці Донецького національного технічного університету, серія гірничо-геологічна, Вип. 62. – Донецьк : ДонНТУ, 2003. – С. 149–155.
6. Рекомендации по выбору комплекса строительных и горных мер защиты подрабатываемых населенных пунктов и промышленных предприятий [Текст] / Донецкий Промстройиниипроект. – Донецьк : Донецкий Промстройиниипроект. – 1986. – 224 с.
7. Шнелер, В. Р. Оценка ущерба от подработки городов и поселков при сосредоточенных деформациях земной поверхности [Текст] / В. Р. Шнелер, Л. А. Иванова, М. П. Басин, А. Трифонов // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. – 2007. – № 1. – С. 82–93.
8. Cook, J. S. Raadar transparencies of mine and tunnel rocks [Text] / J. S. Cook // Geophys. – 1975. – № 40. – P. 865–885.
9. Kerimov, F. The inverse problem for GPR of impulse type via optimal control theory [Text] / F. Kerimov, V. Koreikin // Proceedings of 7th Intenational Conference on GPR. – 1998, V. 1. – P. 309–312.

Получено 12.03.2018

С. Ю. ПРИХОДЬКО ^a, М. Р. КАХІАНІ ^b

ТЕХНОГЕННІ РИЗИКИ ПОВЕРХНЕВОГО КОМПЛЕКСУ НА
ПІДРОБЛЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ (НА ПРИКЛАДІ ДОНБАСУ ТА ТКІБУЛІ-
ШАОРСЬКОГО РОДОВИЩА)

^a ДОН ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», ^b Грузинський технічний університет, Тбілісі, Грузія

Анотація. Підприємства паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) Донбасу і Ткібулі-Шаорського родовища – сфера високих ризиків і об'єктів підвищеної промислової небезпеки, які мають великі потенційні можливості для створення катастрофи техногенного характеру, різних аварій, загрози людям і навколишньому середовищу. Різноманітність ризиків, що виходять від підприємств ПЕК, зумовлює необхідність комплексного підходу для мінімізації можливості аварії і катастрофи, а також потребу організації системи ризик-менеджменту, націленого на вирішення масштабного комплексу проблем різного характеру, в яких екологічні ризики займають далеко не останнє місце.

Ключові слова: промислово-природний комплекс, моделювання об'єктів, теорія управління, гірничі виробки, провали поверхні.

SERHIY PRYKHOD'KO ^a, MERABI KAKHIANI ^b

EDUCATION TECHNOGENIC RISKS OF THE SURFACE COMPLEX IN THE
WORKED TERRITORIES (ON THE EXAMPLE OF THE DONBAS AND
TIKIBULI-SHAOR LAND DEPOSIT)

^a Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, ^b Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

Abstract. The enterprises of the fuel and energy complex of the Donbas and Tkibuli-Shaorsky deposits are a sphere of high risks and objects of increased industrial danger, which have great potential for creating a technogenic catastrophe, various accidents, threats to people and the environment. The variety of risks arising from the fuel and energy complex predetermines the need for an integrated approach to minimize the possibility of an accident and catastrophe, as well as the need to organize a risk management system aimed at solving a wide range of problems of a different nature in which environmental risks are far from being the last.

Key words: : industrial-natural complex, object modeling, control theory, mine workings, surface failures.

Приходько Сергей Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры техносферной безопасности ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: анализ рисков для зданий и сооружений на подработанных территориях; моделирование слоистой структуры горного массива в местах подработки.

Кахиани Мераби Рустамович – доктор технических наук, профессор Грузинского технического университета, г. Тбилиси, Грузия. Научные интересы: анализ рисков для зданий и сооружений на подработанных территориях; моделирование слоистой структуры горного массива в местах подработки.

Приходько Сергій Юрійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри техносферної безпеки ДОН ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: аналіз ризиків для будівель і споруд на підроблених територіях; моделювання шаруватої структури гірського масиву в місцях підробки.

Кахіяні Мерабі Рустамович – доктор технічних наук, професор Грузинського технічного університету, м. Тбілісі, Грузія. Наукові інтереси: аналіз ризиків для будівель і споруд на підроблених територіях; моделювання шаруватої структури гірського масиву в місцях підробки.

Prykhod'ko Serhiy – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technosphere Safety Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: risk analysis for buildings and structures on the lands under cultivation; the stratified structure model operation of the rock massif in the undermining areas.

Kakhiani Merabi – D. Sc. (Eng.), Professor, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia. Scientific interests: risk analysis for buildings and structures on the lands under cultivation; modeling of the stratified structure model operation of the rock massif in the undermining areas.

УДК 721.011

Н. В. ШОЛУХ, А. Е. СМЕРНОВА

ГОО ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**ТИПОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ СИТУАЦИЙ С
ПОВЫШЕННОЙ ВЕРОЯТНОСТЬЮ АНТИСОЦИАЛЬНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ:
ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
АСПЕКТЫ**

Аннотация. Статья посвящена проблеме выявления градостроительных ситуаций, отличающихся повышенной вероятностью антисоциальных проявлений на территории городов Донбасса. На основе углубленного анализа целого ряда примеров различных градостроительных ситуаций исследуются вероятности возникновения асоциальных проявлений, а также рассматриваются возможности недопущения или нивелирования их неблагоприятного воздействия. В результате выполненных исследований установлено, что высокой вероятностью антисоциальных проявлений отличаются градостроительные ситуации, характеризующиеся смежным или очень близким размещением следующих типов объектов: сооружений культурно-развлекательного характера и объектов жилой застройки; спортивных сооружений большой вместимости, располагающихся рядом с объектами социально-бытового назначения; недействующих промышленных предприятий, расположенных в структуре жилой застройки; объектов незавершенного строительства, которые могут находиться в различных районах города и соседствовать со зданиями разнохарактерного функционального назначения. На основе результатов выполненных исследований разрабатывается целый ряд мероприятий функционально-пространственного и технологического характера, реализация которых на практике позволит существенно улучшить психологический микроклимат на территориях рассматриваемых градостроительных ситуаций, а также избежать всевозможных асоциальных проявлений людей. Установлено, что полученные результаты могут послужить основой для разработки соответствующих научно-практических предложений и рекомендаций по гармонизации городской среды, особенно на территориях со сложным психосоциальным микроклиматом.

Ключевые слова: градостроительная ситуация, сложный социальный микроклимат, антисоциальные проявления, типологический анализ, психологическое моделирование, функционально-пространственная организация, технологические приемы и средства, гармонизация городской среды.

**ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ, ЕЁ СВЯЗЬ С ВАЖНЫМИ СОЦИАЛЬНЫМИ И НАУЧНЫМИ
ЗАДАЧАМИ**

Ускорение научно-технического прогресса, а также глубокие социальные противоречия, наблюдающиеся в развитии современного общества, напрямую и косвенно отражаются в развитии архитектуры и градостроительства современных городов. Это влияние проявляется в образовании и последующем использовании большого разнообразия технизированных стилей, преобладающими из которых являются необрутализм, деконструктивизм, постиндустриализм, хай-тек и их всевозможные производные. Достаточно хорошо известно негативное влияние данных стилей, в особенности деконструктивизма, на психоэмоциональное состояние человека и его последующие поведенческие реакции. Негативное влияние этих стилей многократно усиливается бессистемностью и хаотичностью их использования в городской застройке, является весьма существенным опасным фактором, провоцирующим проявление всевозможных антисоциальных поступков со стороны определенных групп людей и отдельных индивидов. Такие проявления становятся особенно выраженными в районах, характеризующихся наличием больших скоплений людей, сложностью распределения людских потоков и последующего регулирования их движением. Подобные ситуации также имеют место

в районах, отличающихся чрезмерной стесненностью и усложненностью городской застройки, очень близким соседством жилья и учреждений культурно-развлекательного характера, а также наличием заброшенных и нефункционирующих предприятий и их территорий. Как можно видеть данная проблема имеет ярко выраженный социальный аспект, заключающийся в необходимости формирования благоприятного социального микроклимата в указанных районах города. С другой стороны, социальная сторона проблемы не может быть успешно разрешена без разработки соответствующих научно-практических рекомендаций и инструкций, которыми могли бы воспользоваться архитекторы и градостроители. Создание таких рекомендаций предполагает сбор и последующий анализ достаточно большого объема исходных данных из самых разных областей знаний, включая общую и социальную психологию, психофизиологию и нейрофизиологию, а также эргономики, колористики, семантики и морфологии и других наук. Необходимость в выполнении исследований, охватывающих такое большое разнообразие областей, указывает на то, что данная проблема имеет связь с важными научными задачами.

Социальная составляющая данной проблемы отражается в непосредственном развитии современного общества, где глобальное развитие науки и техники, исторические и политические трансформации активно влияют и изменяют сознание, а следовательно, и поведение людей. Современная архитектура является отражением социальных трансформаций и проблем в обществе: она постепенно утрачивает в своих формах и объемах гармонию и здоровое «взаимодействие» с человеком. Зачастую современный архитектурный объект выглядит вызывающе или даже агрессивно, неграмотно или некорректно вписан в окружающую среду, стилистически контрастно отличается от общего ансамбля застройки и т. д. Подобные градостроительные ситуации и их архитектурные объекты вызывают внутреннее отторжение и диссонанс у обычного человека, что приводит к желанию избегать некомфортные территории. Эмоциональная неприязнь к территориям также выражается в отсутствии интереса к исследованию и посещению данных объектов и территорий, которым автоматически дается отрицательная оценка и эффект «антирекламы» относительно этих территорий. Однако современная, противоположная по эмоциональному настрою, архитектура и общегородские пространства с их соответствующим наполнением, влияние которых в основном имеет положительный отклик у общества и способствует улучшению микроклимата в городе, к сожалению, остается на уровне фантазийных концепт-проектов архитекторов-мечтателей.

Архитектура и общегородские пространства предыдущей исторической эпохи с присущей им типизацией и функциональной значимостью и наполненностью, не имели особенного разнообразия форм и конфигураций, но благодаря однообразию создавался эффект ненавязчивости форм, которые создавали нейтральное психоэмоциональное влияние среды на человека. Человек предшествующего века имел в своих ценностях в первую очередь общечеловеческие качества и соответствующее воспитание. Также многими порицаемое социальное равенство тогдашнего общества, однако, практически не способствовало возникновению асоциального поведения у человека. Вразрез опыту и мудрости предыдущей эпохи современное общество и его развитие движется в абсолютно противоположную сторону: постиндустриальная схема развития навязывает потребительскую схему жизни в обществе, где выигрышной позицией становится экономическое развитие, а не общечеловеческие качества. На данный момент для человека, который искусственно введен в состояние постоянной нужды чего-то «нового», становится важным лишь повышение персонального, иллюзорного комфорта. Несознательный человек больше потребляет бесполезных вещей и контента, который создается буквально из воздуха и имеет сильнейшее психоэмоциональное влияние, а именно – привыкание и мгновенное раздражение, и даже агрессию в случае отлучения от средств трансляции. Следовательно, можно сделать выводы, что архитектура теперь не имеет того прежнего влияния на человека, которое было ранее. Архитектура во все времена создавала особое пространство, в котором живет человек: она отражает движение, идеи и внутреннее состояние современного человека в социуме. Исходя из настоящего положения в современном обществе, не составит труда представить качество и материальное наполнение создаваемого пространства.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ И ДОСТИЖЕНИЙ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

За последние несколько десятилетий в теории архитектуры и градостроительства появилось немало научных публикаций и фундаментальных работ, подчеркивающих важность учета психологического воздействия искусственно формируемой среды на психоэмоциональное состояние человека и его ответные поведенческие реакции. Большая часть таких публикаций и работ базируются на результатах исследований, ранее проводившихся в таких областях, как общая психология, социальная

психология, психоанализ, психосоматика, возрастная психология и развитие и в некоторых других. Работы Зигмунда Фрейда, Карла Густава Юнга («Психоанализ»), Отто Ранка («Теория о травме рождения»), Франца Александера (Психосоматика), Лидии Божович (Возрастная психология и развитие), Петра Ганнушкина (Акцентуация характера) и других выдающихся ученых становятся все более и более востребованными специалистами, работающими в сфере архитектурно-градостроительного проектирования и дизайна городской среды. Благодаря таким научным работам, написанных на стыке разных отраслей знаний, становится очевидным, что формируемая материально-пространственная среда города может оказывать весьма существенное влияние на психологическое состояние человека, может способствовать проявлению им качеств сострадания и поддержки или, наоборот, проявлению безразличия, отчужденности, вплоть до агрессии. Немаловажный интерес с точки зрения темы данной статьи представляют также научные работы, посвященные исследованию особенностей восприятия человеком определенных визуальных элементов и форм городской среды. В числе последних следует отметить следующие работы: В. В. Шилин «Архитектура и психология. Лекции», А. В. Степанов, Г. И. Иванова «Архитектура и психология» [6], А. В. Сарабьянов «Архитектура и общественное сознание», В. Шимко, А. Гаврилина «Архитектурно-дизайнерское проектирование». Рассматривая данную проблему, уместно будет привести некоторые работы авторов, написанных ранее, в которых непосредственно проводился анализ влияния визуальной среды города на психоэмоциональное состояние человека, в частности: А. Е. Смирнова «Семантический анализ элементов и форм, используемых в архитектуре современных городов. Психологические и эргономические аспекты» [6], Н. В. Шолух, А. В. Алтухова «Анализ визуальной среды города Донецка: социальные, психологические и архитектурные аспекты» [10]. Следует отметить, что некоторые аспекты рассматриваемой проблемы в той или иной степени получили отражение в работах Х. А. Бенаи [3], Т. В. Радионова [5], Е. А. Гайворонского [7], М. А. Черныш [8] и некоторых других преподавателей представителей Донбасской архитектурной школы. Все перечисленные нами работы имеют немаловажное значение в раскрытии данной темы, вместе с тем необходимо отметить крайне недостаточное внимание специалистов и ученых к проблеме градостроительных ситуаций, отличающихся высокой вероятностью асоциальных проявлений. Это приходится констатировать в то время, когда проблема ухудшения социального микроклимата в современных городах и в их отдельных районах приобретает все большую и большую актуальность в связи с современным развитием общества и требует безотлагательного решения.

На основе результатов выполненного аналитического обзора можно утверждать, что **нерешенная часть проблемы** заключается в отсутствии научных публикаций и, непосредственно, научно-практических рекомендаций, посвященных вопросам проектирования городской среды с учетом ее воздействия на психическое состояние человека и его ответные поведенческие реакции. Отсюда следует, что одна из целей написания данной статьи – это стремление авторов представить некоторые результаты проведения ими исследований, касающихся вопросов влияния определенных типов городской застройки на психическое состояние человека и его поведение в обществе.

Также одной из целей исследования является социальная огласка сложившейся проблемы и внесение предложений и рекомендаций по улучшению «типовых» неблагоприятных ситуаций в структуре города. Исходя из проведенного анализа градостроительных ситуаций в пределах границ городов Донбасса, удалось выявить так называемую «типологию» размещения объектов, которые продуцируют неблагоприятное психоэмоциональное состояние у человека и, что вполне закономерно, проявление антисоциальной деятельности как у отдельных индивидов, так и у большого скопления людей.

МОРФОЛОГИЯ ФОРМИРУЕМОГО ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА С УЧЕТОМ ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

Для определения психоэмоционального воздействия архитектуры в определенных районах города, характеризующихся социальной напряжённостью пространств, авторами статьи были разработаны схемы-прототипы общегородских пространств, где наглядно показаны основные проблемные зоны территорий и архитектурные ошибки. Схемы воссоздают реальные градостроительные ситуации, которые можно подвести под единую типологию пространств с явными признаками, вызывающими антисоциальные проявления и негативное впечатление в обществе. Подобные пространства называются «поведенческими» и в дальнейшем исследовании раскрыто как само понятие, так и механизм взаимодействия психологии человека, его действий в среде. Анализ различных территорий

города Донецка и Макеевки проводился по определенным типологическим критериям, разработанными авторами статьи.

Анализ различных территорий города и выявление поведенческих пространств

Поведенческое пространство – это то пространство, которое вырабатывает социально-психологические установки человека в городской среде. Эти пространства являются своего рода накопителями общегородских функций – культурных, управленческих, торговых и т. д. Они являются носителями городской и региональной информации, а также выразителями архитектурно-художественных символов и идеалов времени, помимо своих основных функций.

Поведенческие пространства можно распределить в две группы: первые пространства вызывают эмоциональный отклик у человека; вторые пространства воздействует на форму поведения человека при помощи физических параметров и форм, а также пространственных знаков.

Первую группу можно разбить на три разновидности (по В. Шимко [9]):

- тождественные, парадные пространства, рассчитанные на впечатление величия, гордости, мощи, на коллективные массовые общественные действия;
- интимные, уютные пространства, символизирующие защищенность, индивидуальность интересов, удобства, спокойное и доброжелательное общение или личное уединение;
- деловые, целеустремленные «рабочие» пространства, обеспечивающие максимальную скорость, эффективность, четкость протекающих здесь процессов [9].

Примерами парадных пространств являются главные площади городского центра, мемориальные комплексы. Интимными уголками являются дворы, парки, пешеходные улицы. Целеустремленными пространствами можно считать торговые и деловые улицы, вокзальные, торговые и транспортные площади. Каждое из этих пространств участвует в развитии адекватного чувства пространства у человека, что служит основой его поведения в сложной городской иерархии пространств: начиная с центра личной жизни (квартира) и кончая крупными центрами общественной жизни. Все эти типы пространств активно проявляются также в становлении городского сознания у человека, т. е. в усвоении им того, что он состоит в обществе и взаимодействует с другими людьми, составляющими городское общество. Таким образом, поведение человека формируется одновременно под действием двух сил: социальной установки и эмоционально-функционального характера пространства.

Вторую группу поведенческих пространств составляют физическая структура пространства и пространственные знаки, которые разрабатываются с целью предопределения всей широты поведенческих ситуаций. Так, разнообразием градостроительных решений архитекторы создавали пространства негласных «команд» для регулирования поведения людей.

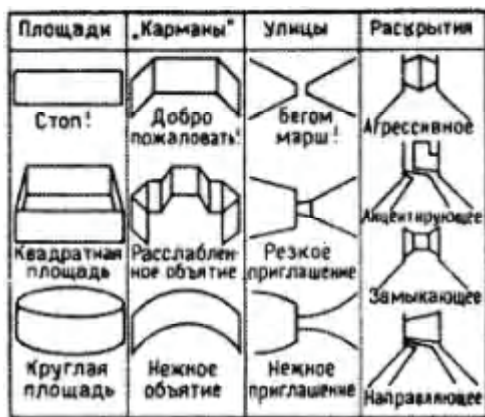


Рисунок 1 – Смысловая нагрузка и негласная «команда» пространства (по Б. Кочневу).

Однако существуют пространства, в которых нарушены комфортные условия для человека или же они отсутствуют полностью. Проблемы подобных неблагоприятных градостроительных ситуаций следует решать первоначально, так как бездействие или полумеры могут привести к ухудшению уровня жизни, морального и психологического состояния людей. Рассмотрим детально схемы-прототипы подобных градостроительных ситуаций и внесем необходимые рекомендации по устранению причины возникновения.

Хотя поведение в городской среде имеет массу вариантов развития, общие действия человека в стандартных ситуациях (подъем по лестнице, проход в дверь, пересечение улицы, приобретение покупки и т. п.) можно легко определить. Существует масса средств, делающих пространство благоустроенным и ухоженным, благодаря чему создается комфорт для пребывания человека в городской среде. К ним относятся скамейки для отдыха, навесы, перголы, создающие тень от солнца и защиту от дождя и ветра, допустимая яркость и подвижность изображений на рекламных щитах, отвод дождевой воды, ровность и чистота тротуаров, доступность объектов питьевой воды и питания, наличие общественных туалетов и многое другое, что, безусловно, повышает стандарт городской среды.

Таким образом, поведенческие пространства несут как бы двойную смысловую нагрузку: обеспечение комфортной среды обитания для человека и создание соответствующего месту эмоционального настроения (рис. 1).

АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ СИТУАЦИЙ НА ПРЕДМЕТ ВЕРОЯТНОСТИ АНТИСОЦИАЛЬНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ (РИС. 2–12)



Рисунок 2 – Схема неблагоприятной территории, характеризующейся сочетанием селитебной зоны и зрелищных зданий и сооружений.

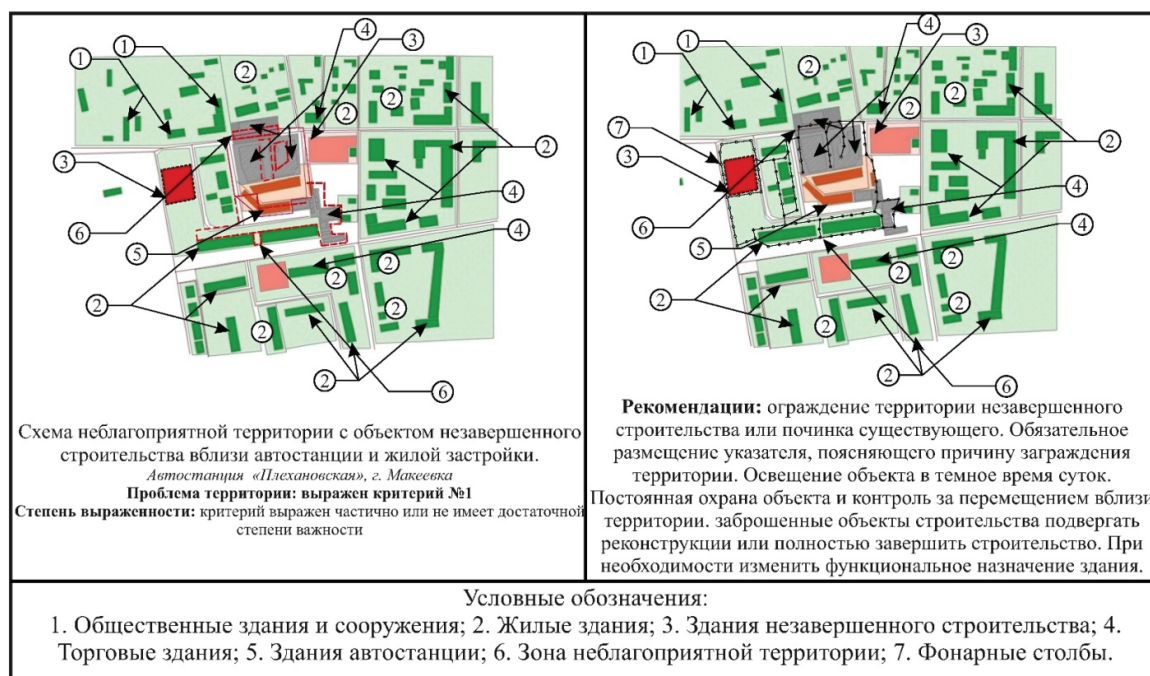


Рисунок 3 – Схема неблагоприятной территории с объектом незавершенного строительства вблизи автостанции и жилой застройки.

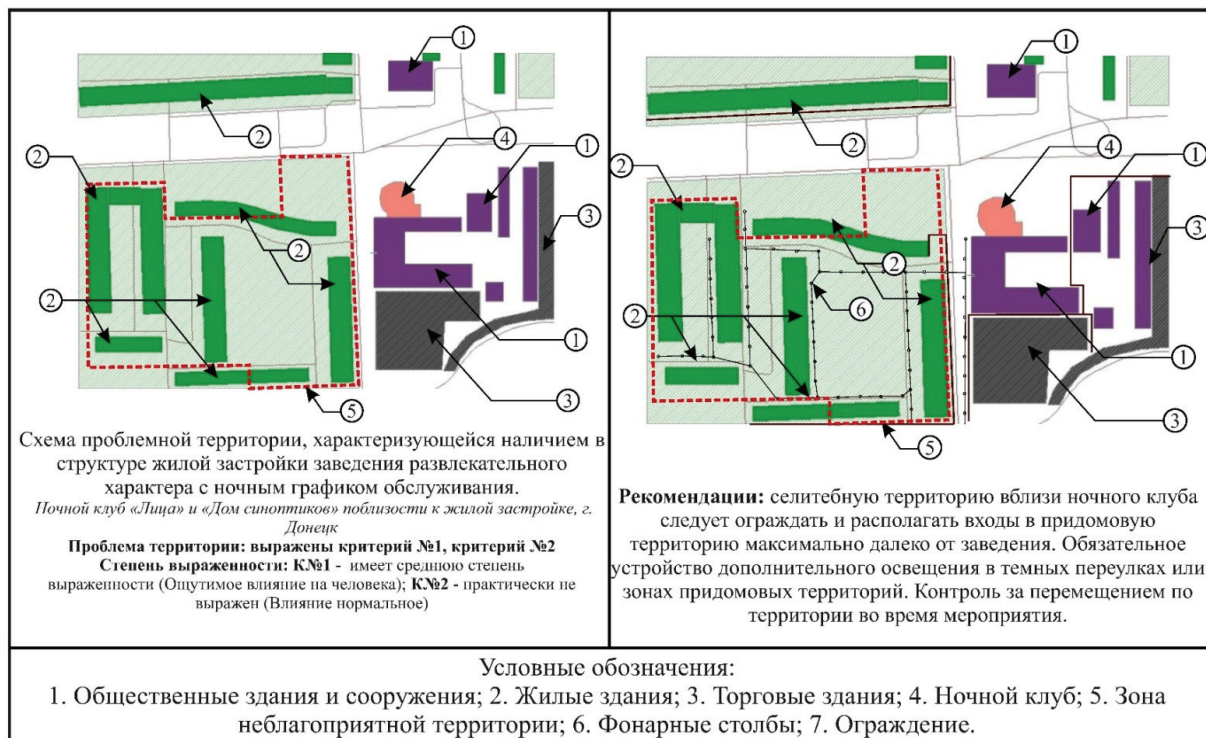


Рисунок 4 – Схема проблемной территории, характеризующейся наличием в структуре жилой застройки заведения развлекательного характера с ночным графиком обслуживания.

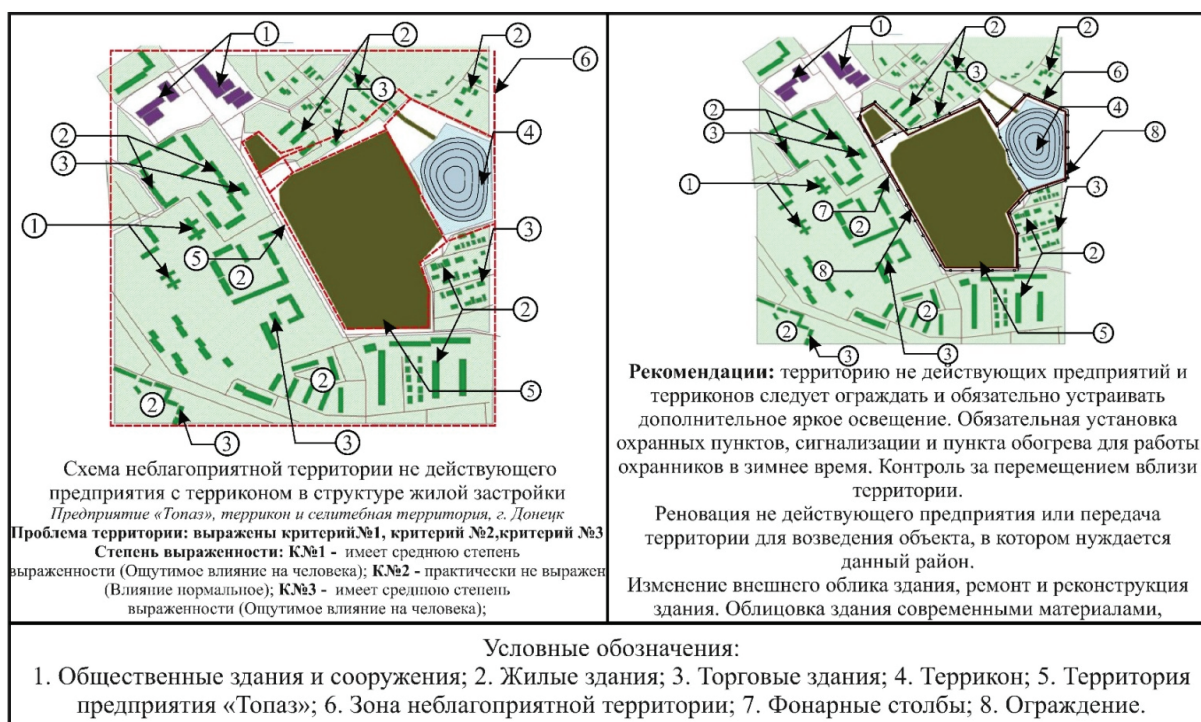


Рисунок 5 – Схема неблагоприятной территории недействующего предприятия с терриконом в структуре жилой застройки.



Рисунок 6 – Схема объемного несоответствия всего объема здания или его части с типовой жилой застройкой, представленной панельными 5-этажными и 9-этажными зданиями.

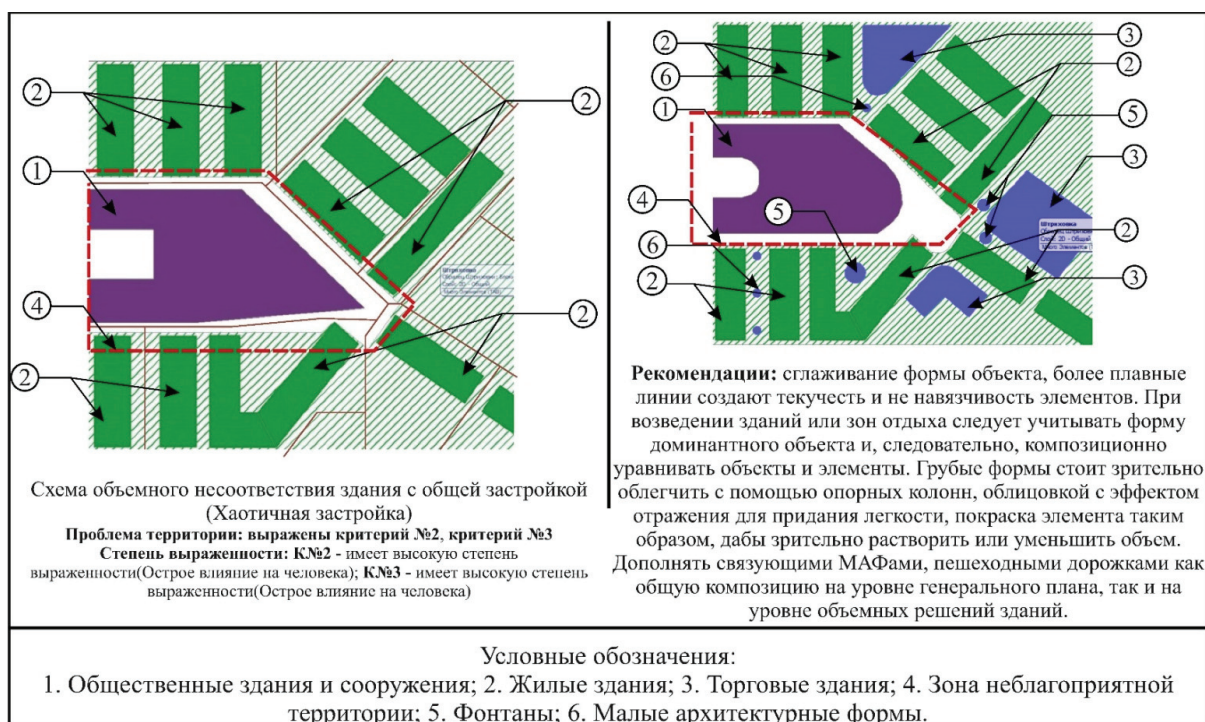


Рисунок 7 – Схема объемного несоответствия здания с общей застройкой (хаотичная застройка).



Рисунок 8 – Схема стилового несоответствия объекта и окружающей застройки (стиль деконструктивизм и типовая застройка).

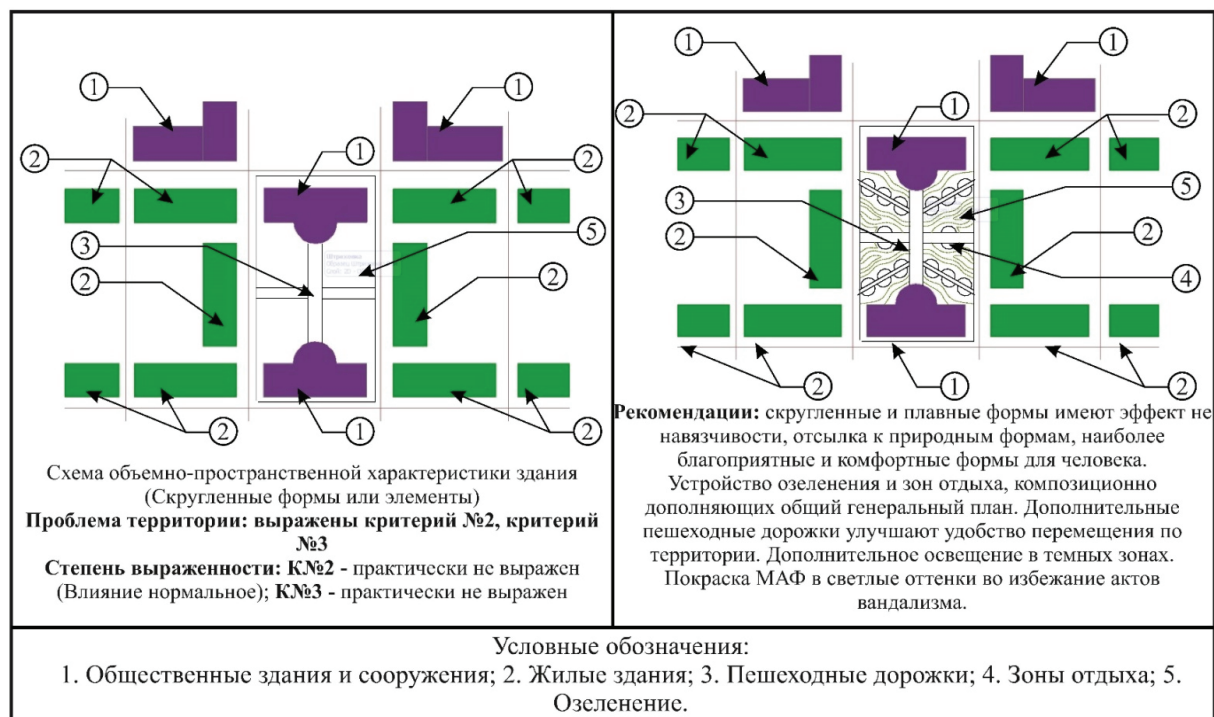


Рисунок 9 – Схема объемно-пространственной характеристик здания (скругленные формы или элементы).

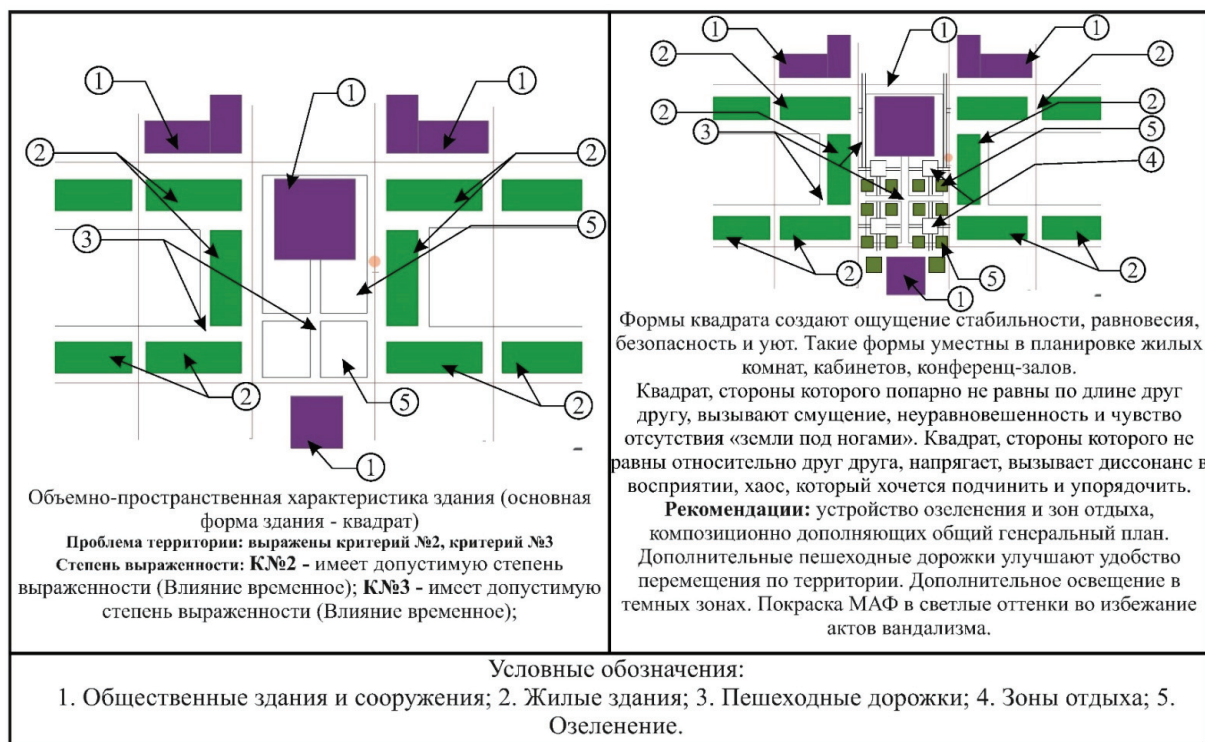


Рисунок 10 – Схема объемно-пространственной характеристики здания (основная форма здания – квадрат).

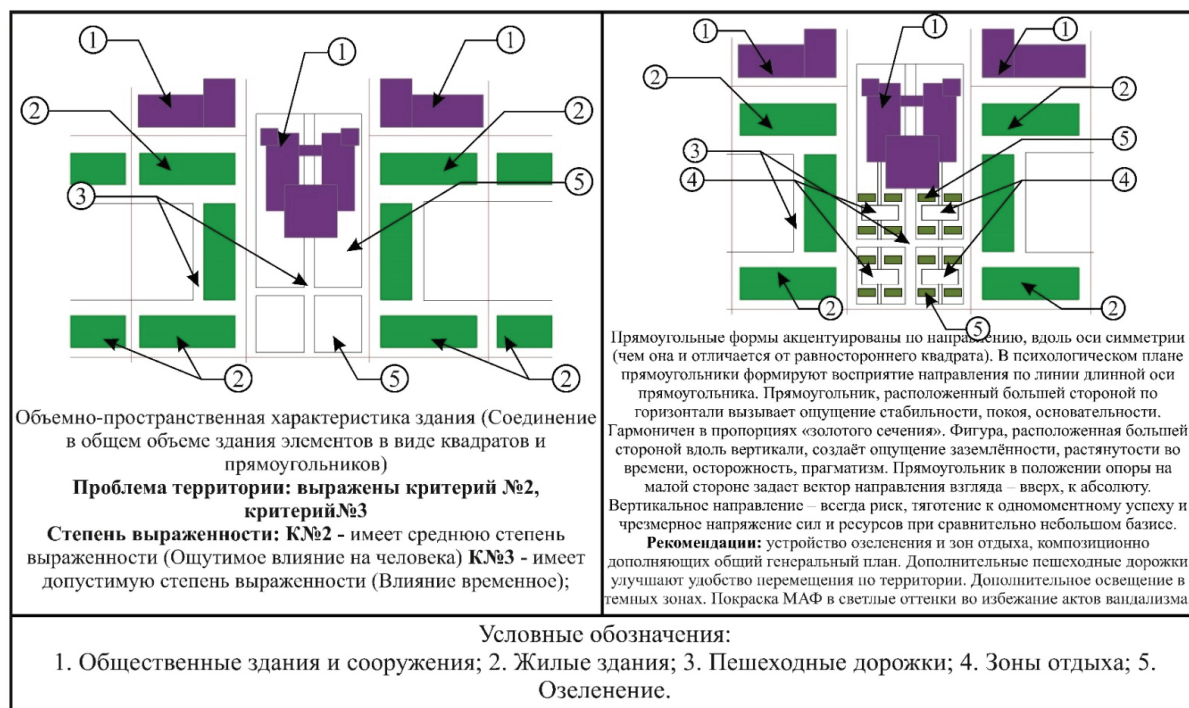


Рисунок 11 – Схема объемно-пространственной характеристики здания (соединение в общем объеме здания элементов в виде квадратов и прямоугольников).

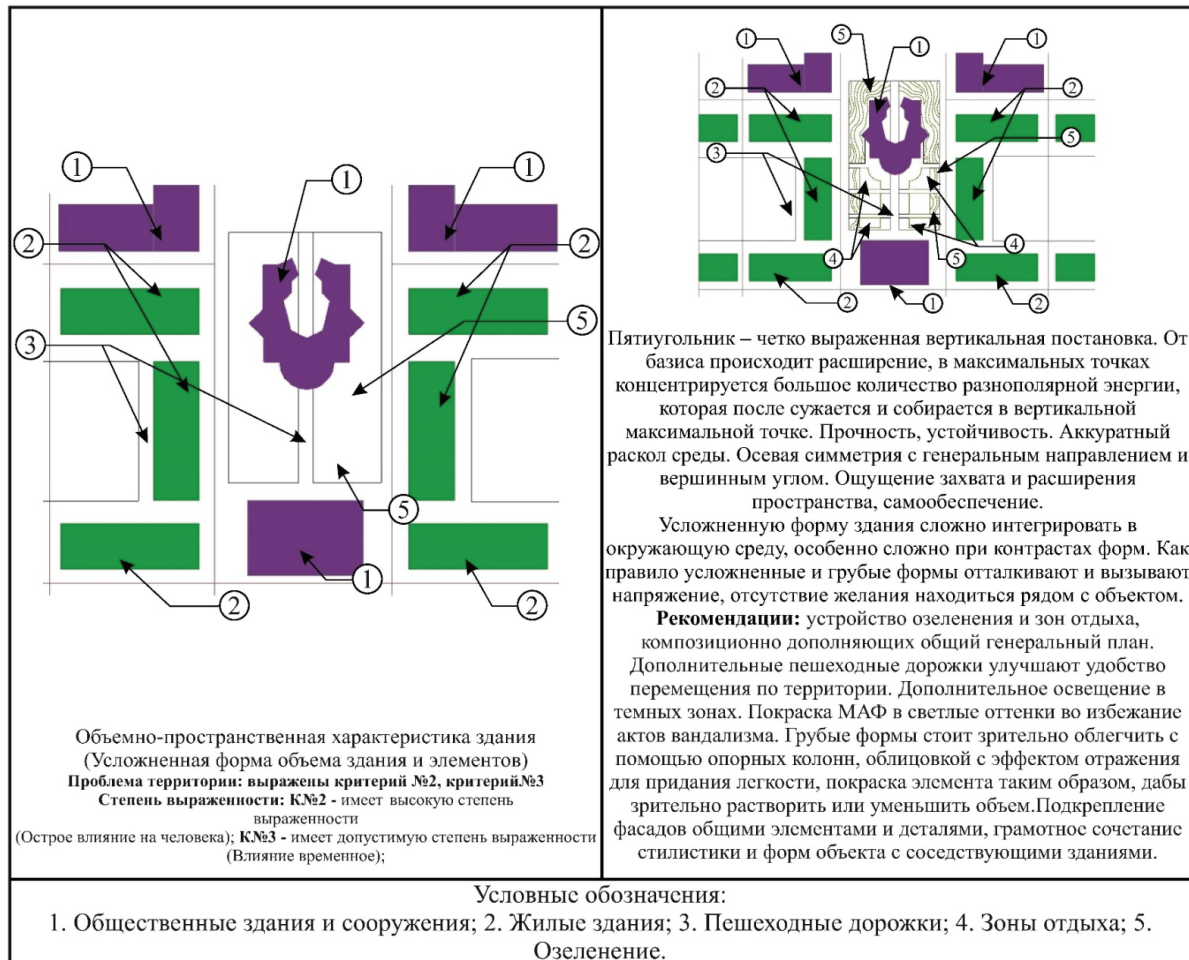


Рисунок 12 – Схема объемно-пространственной характеристики здания (усложненная форма объема здания и элементов).

Исходя из существующих схем-прототипов градостроительных ситуаций возникает 3 критерия, которые чаще всего отражены в постановке проблемы градостроительного участка:

Критерий 1: Функциональное назначение здания (от «благоприятного» сочетания функциональных назначений зданий до «социальнонапряженных» сочетаний, которые задают психологически неблагоприятную среду для человека).

Критерий 2: Объемно-пространственная характеристика зданий (гармония или дисгармония в сочетании общего объема здания с окружающей застройкой на уровне генерального плана).

Критерий 3: Конфигурация общегородского пространства в плане города (распределение потоков движения людей).

Каждый из критериев отражается в разном процентном соотношении в различных градостроительных ситуациях, но это не значит, что, в случае, когда критерий практически не влияет на психологическое состояние, нет необходимости применять меры по устранению проблемных ситуаций и зон. Высчитывание уровня процентного соотношения каждого критерия на градостроительных ситуациях исходит из личных предпочтений и опыта, общения со специалистами в области архитектуры и градостроительства, опроса людей, находящихся поблизости «неблагоприятных» территорий.

Определено, что на территории г. Донецка и г. Макеевки чаще всего превалирует 1 критерий, потому как именно функциональное несоответствие чаще всего является причиной возникновения пространств с неблагоприятным влиянием. Как правило, к такому несоответствию приводит частное строительство через малые фирмы, которые имеют частичную или практически отсутствующую «привязку» к государственным предприятиям, министерству строительства и главному архитектору города. Также влияет коррупционное поведение создателей проектов, которые претендуют на выигрыш тендера на строительство, и, очевидно, из-за сложившейся проблемы объекты не всегда

соответствуют требованиям жителей того или иного района города. Особенно воздействуют навязанные современной модой определенное поведение и образ жизни, пропаганда системного мышления, которые влияют на потребности людей современного общества и, исходя из этого, изменяют требования к условиям пространства в котором оно живет.

Остальные критерии можно отнести к более индивидуальным случаям неграмотных сочетаний, однако в некоторых ситуациях и они имеют главенствующую роль.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРАНЕНИЮ ПРОБЛЕМНЫХ СИТУАЦИЙ НА ТЕРРИТОРИЯХ С ПОВЫШЕННОЙ ВЕРОЯТНОСТЬЮ АНТИСОЦИАЛЬНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ

Рассмотрим некоторые из существующих проблемных ситуаций на территории городов, которые соответствуют Критерию 1:

- сочетание зрелищных зданий и сооружений, где проводятся крупные спортивные, культурные и общественные мероприятия, с территорией, отведённой под жилую застройку;
- соседство жилой застройки с недействующими предприятиями, складскими помещениями, гаражными кооперативами;
- непосредственная близость к жилым домам заведений развлекательного характера, которые в основном, осуществляют свою работу в вечернее и ночное время;
- расположение кладбища в структуре жилого района, а не за территорией города;

Рекомендации по устранению проблемных ситуаций (Критерий 1)

1. Максимально ограждать территорию жилой зоны от движения неконтролируемой толпы. По возможности расширять пешеходные дорожки для комфортного передвижения большого количества людей. Устраивать дополнительные пешеходные пути для рассеивания толпы, максимально не затрагивая жилую зону.

2. Строго ограничивать количество входов на территорию жилой застройки и вести постоянный контроль за перемещением на территории.

3. Психологически отталкивает желание совершить антисоциальный поступок в ночное время ярко освещенная территория и, особенно, места для кратковременного отдыха у входов в жилые дома. Темные и плохо проходимые участки территорий должны быть ярко освещены.

4. Также следует окрашивать объекты в местах кратковременного отдыха в светлые цвета (побуждение к аккуратности и бережному отношению к вещам).

5. Устройство цветников вблизи входов в жилые дома так, чтоб увеличить доступное для перемещения расстояние от человека до окон первого этажа. Желательна установка бронированных стекол в стеклопакетах окон первого и второго этажей в домах, которые имеют непосредственную близость к зрелищным объектам.

Рекомендации по устранению проблемных ситуаций (Критерий 2)

Объемное и стилевое несоответствие рекомендуется устранять следующими средствами:

– при хаотичной застройке следует объединять пространство общими элементами на генеральном плане: а) организация пешеходных путей, желательно в разных уровнях, если позволяет территория; б) объединение застройки путем введения композиционных акцентов, изменение фасадов под общую стилистику застройки или внесение перекликающихся мелких деталей, озеленения, объектов МАФ, которые будут выполнять функцию объединения;

– создание искусственных акцентов и доминант, которые будут нести функцию «отвлекающего» объекта. Использование на фасадах отражающих материалов для создания дополнительного пространства или же маскировки проблемных объектов – применять в рамках стилевой и композиционной уместности;

– изменение конфликтующих, грубых объемов на более плавные и подчиненные. Выступающие под острым углом части зданий скруглять, переносить объем на верхний этаж и облегчать грузные формы с помощью цвета, разделения объема на мелкие детали в рамках адекватного пропорционирования [6].

Рекомендации по устранению проблемных ситуаций (Критерий 3)

1. Для возникновения ощущения узнавания окружающего пространства следует изменять визуальные точки зрения. Лучшим средством считается изменение прямых улиц на криволинейные, а еще лучше человеку ориентироваться по кольцевой или «веретенообразной» сети лучевых улиц. При

этом наиболее впечатляющим фактором ориентации является изгиб пространства кривой улицы, обещающей за поворотом новый вид, новые знакомые впечатления. Высотные доминанты, появляющиеся в перспективах улиц, служат дальними ориентирами.

2. Устройство объектов для повышения комфорта при передвижении человека по городу: скамейки для отдыха, навесы, перголы, создающие тень от солнца и защиту от дождя и ветра. Выявление допустимой яркости и подвижность изображений на рекламных щитах, отвод дождевой воды, ровность и чистота тротуаров, доступность объектов питьевой воды и питания, наличие общественных туалетов и многое другое, что, безусловно, повышает стандарт городской среды.

3. Распределение потоков людей с помощью малых акцентирующих элементов и направляющих, таких как озеленение, фонарные столбы, цветные и световые направляющие на фасадах зданий, разное по фактуре и цвету мощение, небольшие фонтаны и устроенные возле них скамейки.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Выявлена так называемая «типология» размещения объектов, которые продуцируют неблагоприятное пространство и, что вполне закономерно, антисоциальную деятельность как отдельных индивидов, так и скопления людей. На основе существующих градостроительных ситуаций созданы схемы-прототипы, где наглядно выражены и показаны основные проблемы пространственной, функциональной и объемно-планировочной структуры объектов.

2. Различная проблематика сложившихся ситуаций на градостроительных пространствах позволяет обобщить их в 3 основных критерия, по которым в дальнейшем рассматривается архитектура и пространство.

3. Из понятия «поведенческого пространства» и того, как человек взаимодействует с городским пространством возникают рекомендации по улучшению состояния или полноценному решению возникшей ситуации. Однако данные рекомендации не являются законообразующими: подход к решению задач сугубо индивидуален, поэтому рекомендации могут быть приняты как частично, так и не участвовать вовсе в решении. Ввиду значительности данной проблемы с учетом социальных, психологических, эргономических аспектов, данную тему исследования не следует считать законченной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бенаи, Х. А. Проблемы взаимосвязи объекта с внешней средой [Текст] / Х. А. Бенаи // Вісник Донбаської нац. академії будівництва і архітектури : зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, ДонНАБА. – Макеевка, 2008. – Вип. 2008-6(74) : Проблеми архітектури і містобудування. – С. 3–5.
- Человек, среда, пространство. Исследования по психологическим проблемам пространственно-предметной среды [Текст] / Я. Вальсинер, Р. Кильгас, Ю. Круусбалл, М. Хейдметс. – Тарту : изд. ТГУ. – 1979. – 165 с.
- Гайворонский, Е. А. Методика композиционно-художественного моделирования образа архитектурных объектов [Текст] / Е. А. Гайворонский // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури, 2008. – Вип. 2008-6(74) : Проблеми архітектури і містобудування. – С. 17–20.
- Кандинский, В. Точка и линия на плоскости [Текст] / В. Кандинский. – СПб. : Азбука-Аттикус, 2012. – 240 с.
- Радионон, Т. В. Фрактальная архитектура как новейший потенциал, участвующий в реконструкции городской среды [Текст] / Т. В. Радионон, Х. А. Бенаи, А. В. Юдина // Архитектура. Строительство. Образование : Материалы международной конференции. – Магнитогорск, 2015. – Вип. 2015-2(6) : Материалы международной конференции. – С. 115–119.
- Смирнова, А. Е. Семантический анализ элементов и форм, используемых в архитектуре современных городов. Психологические и эргономические аспекты [Текст] / А. Е. Смирнова // Актуальные проблемы развития городов : электронный сборник научных трудов регион. заочн. науч.-практ. конф. молодых ученых и студентов / Редкол.: Е. В. Горохов, Н. М. Зайченко, В. Ф. Мушанов [и др.]. – Макеевка : ДонНАСА, 2017. – С. 307–312 – Режим доступа : http://donnasa.ru/publish_house/journals/studconf/2017/Sbornik_APRG_2017.pdf.
- Степанов, А. В. Архитектура и психология [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. В. Степанов, Г. И. Иванова, Н. Н. Нечаев. – М. : Стройиздат, 1993. – 295 с.
- Черныш, М. А. Архитектурная композиция [Текст] : конспект лекций для специальностей «Архитектура, дизайн архитектурной среды» / М. А. Черныш. – Макеевка : ДонНАСА, 2015. – 103 с.
- Шимко, В. Т. Основы теории. Комплексное формирование архитектурной среды [Текст] : Книга 1. / В. Т. Шимко. – М. : Издательство СПЦ. – 2000. – 150 с.
- Шолух, Н. В. Анализ визуальной среды города Донецка: социальные, психологические и архитектурные аспекты [Текст] / Н. В. Шолух, А. В. Алтухова // Сучасне промислове та цивільне будівництво. – 2008. – Том 4, Номер 4. – С. 191–197.

11. Barker, P. Building Sight: A handbook of building and interior design solution to include the needs of visually impaired people [Текст] / P. Barker, J. Barrick, R. Wilson. – London : HMSO in association with Royal National Institute for the Building (RNIB), 1995. – 180 p.
12. Canter, D. The psychology of place [Текст] / D. Canter // Architecture press. – London. – 1977. – 198 p.
13. Environmental interaction. Psychological approaches to our physical surroundings [Текст] / Ed. By D. Canter, P. S. Tringer with I. G. Riffithas. – New York : International Universities Press, INC, 1975. – 177 p.
14. Grange, K. Accommodating the third age. Designing for older people [Текст] / K. Grange // RIBA Journal. – 2011. – Vol. 118. – P. 32–36.
15. Othman, E. Pictures for listening. Visual arts for the visually handicapped [Текст] / K. Othman, M. Levanto // New technologies in the education of the visually handicapped. Colloque Inserm 237 / editor D. Burger. – Montrouge, France : Editions John Libbey eurotext, 1996. – P. 108–118.
16. Weber, O. Probleme der architektonischen Gestaltung unter semiotischen – psychologischen [Текст] / O. Weber, G. Zimmermann. – Berlin : [S. n.], 1980. – 140 s.

Получено 12.03.2018

М. В. ШОЛУХ, О. Є. СМІРНОВА
ТИПОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ МІСТОБУДІВНОЇ СИТУАЦІЇ З ПІДВИЩЕНОЮ
ВІРОГІДНІСТЮ АНТИСОЦІАЛЬНИХ ПРОЯВІВ: ФУНКЦІОНАЛЬНО-
ПРОСТОРОВІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ
 ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Статтю присвячено проблемі виявлення містобудівних ситуацій, що відрізняються підвищеною ймовірністю антисоціальних проявів на території міст Донбасу. На основі поглибленого аналізу цілого ряду прикладів різних містобудівних ситуацій досліджуються ймовірності виникнення асоціальних проявів, а також розглядаються можливості недопущення або нівелювання їх несприятливого впливу. В результаті виконаних досліджень встановлено, що високою ймовірністю антисоціальних проявів відрізняються містобудівні ситуації, що характеризуються суміжним або дуже близьким розміщенням наступних типів об'єктів: споруд культурно-розважального характеру і об'єктів житлової забудови; спортивних споруд великої місткості, що розташовуються поруч з об'єктами соціально-побутового призначення; недіючих промислових підприємств, розташованих в структурі житлової забудови; об'єктів незавершеного будівництва, які можуть перебувати в різних районах міста і сусідити з будівлями різнохарактерного функціонального призначення. На основі результатів виконаних досліджень розробляється цілий ряд заходів функціонально-просторового і технологічного характеру, реалізація яких на практиці дозволить істотно поліпшити психологічний мікроклімат на територіях розглянутих містобудівних ситуацій, а також уникнути всіляких асоціальних проявів у людей. Встановлено, що отримані результати можуть послужити основою для розробки відповідних науково-практичних пропозицій і рекомендацій щодо гармонізації міського середовища, особливо на територіях зі складним психосоціальним мікрокліматом.

Ключові слова: містобудівна ситуація, складний соціальний мікроклімат, антисоціальні прояви, типологічний аналіз, психологічне моделювання, функціонально-просторова організація, технологічні прийоми і засоби, гармонізація міського середовища.

NICKOLAY SHOLUKH, ALEXANDRA SMIRNOVA
TYPOLOGICAL ANALYSIS OF URBAN PLANNING SITUATIONS WITH
INCREASED PROBABILITY OF ANTISOCIAL DISPLAYS: FUNCTIONAL-
SPATIAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS
 Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article is devoted to the problem of identifying urban development situations that are characterized by an increased likelihood of antisocial manifestations on the territory of the cities of Donbass. On the basis of an in-depth analysis of a number of examples of different urban situations, the probabilities of the emergence of antisocial manifestations are investigated, as well as the possibilities of preventing or leveling their adverse effects. As a result of the studies carried out, it has been established that the high probability of antisocial manifestations of different urban development situations characterized by adjacent or very close accommodation of the following types of objects: cultural and recreational facilities and residential buildings; sports facilities of large capacity, located next to the objects of social and domestic use; inactive industrial enterprises located in the structure of residential buildings; objects of unfinished construction, which may be located in different parts of the city and adjoin to buildings of different functional purpose. Based on the results of the studies carried out, a number of measures of a functional,

spatial and technological nature are being developed, the implementation of which in practice will significantly improve the psychological microclimate in the areas of the urban development situations under consideration and avoid all possible antisocial manifestations of people. It is established that the results obtained can serve as a basis for the development of appropriate scientific and practical proposals and recommendations for the harmonization of the urban environment, especially in areas with a complex psychosocial microclimate.

Key words: urban complex situation, complex social microclimate, antisocial manifestations, typological analysis, psychological modeling, functional-spatial organization, technological methods and means, harmonization of the urban environment.

Шолух Николай Владимирович – доктор архитектуры, доцент; заведующий кафедрой градостроительства, землеустройства и кадастра ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование особенностей формирования среды жизнедеятельности и реабилитации маломобильных групп населения в городах промышленного типа. Разработка научно-практических рекомендаций по проектированию и реконструкции объектов социальной и инженерно-транспортной инфраструктуры города с учетом потребностей людей с ограниченными физическими возможностями. Подготовка научно-методических и справочных пособий по вопросам проектирования психологически грамотной архитектурной среды.

Смирнова Александра Евгеньевна – магистрант архитектурного факультета ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проблемы проектирования градостроительных пространств, побуждающих человека на антисоциальные проявления.

Шолух Микола Володимирович – доктор архітектури, доцент; завідувач кафедри містобудування, землеустрою та кадастру ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження особливостей формування середовища життєдіяльності і реабілітації маломобільних груп населення у містах промислового типу. Розробка науково-практичних рекомендацій щодо проектування і реконструкції об'єктів соціальної та інженерно-транспортної інфраструктури міста із урахуванням потреб людей з обмеженими фізичними можливостями. Підготовка науково-методичних і довідкових посібників з питань проектування психологічно грамотного архітектурного середовища.

Смірнова Олександра Євгенівна – магістрант архітектурного факультету ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проблеми проектування містобудівних просторів, що спонукають людину на антисоціальні прояви.

Sholukh Nickolay – D. Sc. (Architecture), Associate Professor; Head of Town Planning, Land Management and Inventory Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of peculiarities of forming of the environment of vital activity and rehabilitation of not mobile groups of population in towns of industrial type; working out of science-practical recommendations about planning and reconstruction of the objects of social and engineering-transport infrastructure of town with taking into account the needs of physically handicapped people; writing of the science-methodical and reference books about planning of borderless architectural environment.

Smirnova Alexandra – Master's student, Architectural Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: the problems of designing urban planning spaces that induce a person to anti social man infestations.

УДК 538.9:532.78

А. П. ЗОЗУЛЯ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕГРЕВА РАСПЛАВА НА МИКРОТВЁРДОСТЬ ВИСМУТА И ОЛОВА ПРИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Аннотация. Изучено влияние перегрева расплава выше критической температуры на микротвёрдость и микроструктуру висмута и олова. Установлено, что при взрывной кристаллизации висмута и олова со значительными переохлаждениями их структура более мелкозернистая, а микротвёрдость более высокая, чем при равновесной кристаллизации.

Ключевые слова: висмут, олово, расплав, критический перегрев, переохлаждение, микротвёрдость, микроструктура.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время наметился рост исследований, посвящённых разработке и исследованию новых, экологически безопасных припоев, в основу которых входят олово, висмут, индий, серебро и др. [1, 2]. Свойства этих припоев во многом зависят от особенностей плавления и кристаллизации [3–5], влияющих на структуру и свойства отдельных компонентов, в частности висмута и олова. В связи с этим является актуальным исследование влияния перегрева расплава и условий кристаллизации на механические свойства и структуру металла.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение влияния перегрева расплава и условий кристаллизации на микроструктуру и микротвёрдость висмута и олова.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Испытывали висмут и олово (марки ОСЧ) массами по 5 г. Температуру измеряли хромель-копелевой термопарой толщиной 0,2 мм с помощью цифрового термометра UNI-T-325 с выводом на персональный компьютер, погрешность измерения температуры составляла 0,3. Образцы Bi и Sn делили на две группы А и Б. Группа А – это условно недогретые образцы, расплавы которых прогревали до некоторой критической температуры T_K^+ , после которой при охлаждении происходит скачкообразный переход от равновесной кристаллизации (РК) без переохлаждений к неравновесно-взрывной (НРВК), с переохлаждениями относительно соответствующей температуры плавления T_L (232 °С для Sn, 271,4 °С для Bi); группа Б – образцы, нагретые выше критической температуры на 100 °С. Для висмута критический перегрев ΔT_K^+ составляет ~20 °С ($T_K^+ \approx 291 \div 292$ °С), для олова – $\Delta T_K^+ \approx 6$ °С ($T_K^+ \approx 277 \div 278$ °С) [6–8]. Скорости нагревания и охлаждения поддерживали в пределах $0,36 \pm 0,02$ °С/с.

Для изучения микроструктуры (МС) изготавливали шлифы по стандартной технологии. Для химического травления применялись реактивы следующих составов [9]: 1) Реактив 1. Молочная кислота – 50 г; азотная кислота – 20 г; перекись водорода – 10 г; 2) Реактив 2. Йодистый калий – 10 г; вода – 50 мл; 3) Реактив 3. Полисульфат аммония – 10 г; вода – 50 мл.

Висмут травили в реактиве 1 методом окунания с промежуточным переполированием и контролем структуры. Затем проводилась промывка под сильной струёй воды и протирка спиртом. Олово предварительно протравливали в реактиве 2, а на следующем этапе – в реактиве 3. Исследование структуры проводили на микроскопе МИМ-7. Для всех образцов измеряли микротвёрдость (МТ)

на приборе ПМТ-3 при нагрузке 0,05 Н. Среднее количество замеров – 45...50. Число образцов каждого металла составило по 3 шт. Каждый образец сначала нагревали до T_K^+ и кристаллизовали, затем проводили металлографические исследования. После этого эти же образцы вновь плавил, перегревали выше T_K^+ , кристаллизовали и повторно изучали их МС и измеряли МТ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

На рисунке и в таблице приведены данные по изучению микроструктуры и микротвёрдости соответственно.

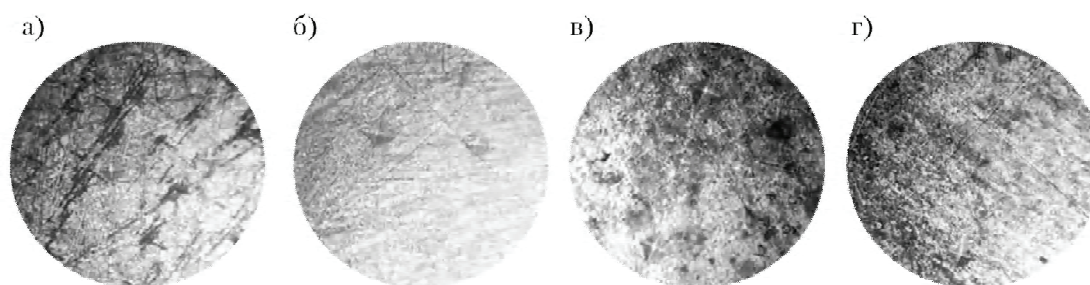


Рисунок – Микроструктура исследуемых образцов, с отпечатками индентора микротвердомера, $\times 160$: а) висмут группы А; б) висмут группы Б; в) олово группы А; г) олово группы Б.

Таблица – Средняя микротвёрдость исследуемых образцов

	H_μ (Bi), Н/мм ²	H_μ (Sn), Н/мм ²
Группа А	140 ± 24	113 ± 13
Группа Б	215 ± 35	153 ± 33

Как следует из рисунка, микроструктура висмута после равновесной кристаллизации имеет вид относительно крупных столбчатых кристаллов с чётким разделением границ; а после НРВК видно, что границы зёрен размыты, а их размер меньше, но всё же имеют столбчатый вид. Олово в обоих случаях имеет мелкозернистую структуру с размытыми межзёренными границами, хотя зёрна Sn группы Б несколько овального вида, по сравнению с зёрнами Sn группы А. Установлено, микротвёрдость образцов группы Б выше образцов группы А для висмута на 35 %, а для олова на 26 %.

ВЫВОДЫ

Таким образом, при неравновесно-взрывной кристаллизации висмута и олова образуется более мелкозернистая структура, чем при равновесной кристаллизации. Аналогично микротвёрдость висмута и олова после НРВК также более высокая, чем при РК. Следует отметить, что эффект измельчения микроструктуры после значительного перегрева расплава и при его кристаллизации из метастабильного состояния характерен не только для чистых олова и висмута, а также для некоторых легкоплавких сплавов [8, 10, 11]. Как видим, наблюдается своеобразная корреляция между структурой и свойствами изученных металлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Shunfeng, Cheng. A review of lead-free solders for electronics applications [Текст] / Shunfeng Cheng, Chien-Ming Huang, Michael Pecht // Microelectronics Reliability. – V. 75. – 2017. – P. 77–95.
2. Пивненко, В. Актуальность перехода к сплавам, используемым в бессвинцовых припоях [Текст] / В. Пивненко // Радиоконпоненты. – 2006. – № 3(9). – С. 8–35.
3. Ochoa, F. Effect of Cooling Rate on the Microstructure and Mechanical behavior of Sn – 3.5 Ag Solder [Текст] / F. Ochoa, J.J. Williams, N. Chawla // JOM. – 2003. – V. 55. № 6. – P. 56–60.
4. Miao, Hui-Wei. Thermal Cycling Test in Sn-Bi and Sn-Bi-Cu Solder Joints [Текст] / Hui-Wei Miao, Jenq-Gong Duh // J. Mater. Sci. Mater. Electron. – 2000. – V. 11. – P. 609–618.
5. Yong, Ma Reinforcement of graphene nanosheets on the microstructure and properties of Sn58Bi lead-free solder [Текст] / Yong Ma, Xuezheng Li, Wei Zhou, Lizhuang Yang, Ping Wu // Materials & Design. – V. 113. – 2017. – P. 264–272.

6. Александров, В. Д. О влиянии постоянного магнитного поля на переохлаждение висмута при кристаллизации [Текст] / В. Д. Александров, А. А. Баранников // *Металлы*. – 2000. – № 5. – С. 47–50.
7. Александров, В. Д. Исследование влияния термической предыстории капель олова и свинца на их кристаллизацию методом циклического термического анализа [Текст] / В. Д. Александров, А. А. Баранников // *Химическая физика*. – 1998. – Т. 17, № 10. – С. 140–147.
8. Александров, В. Д. Влияние термовременной обработки жидкой фазы на кристаллизацию сплавов в системе Sn-Bi [Текст] / В. Д. Александров, С. А. Фролова // *Расплавы*. – 2003. – Т. 3. – С. 14–21.
9. Панченко, Е. В. Лаборатория металлографии. [Текст] / Е. В. Панченко, Ю. А. Скаков, К. В. Попов, Б. И. Криммер [и др.] / Под ред. Б. Г. Лившица. – М.: Гос. науч.-техн. изд-во лит-ры по черной и цв. мет., 1957. – 695 с.
10. Li, Xiaoyun. Effects of the melt state on the microstructure of a Sn-3.5%Ag solder at different cooling rates [Текст] / Xiaoyun Li, Fangqiu Zu, Wenlong Gao, Xiao Cui, Lifang Wang, Guohua Ding // *Applied Surface Science*. – 2012. – V. 258, № 15. – P. 5677–5682.
11. Yuan, Yu. Influence of melt overheating treatment on solidification behavior of BiTe-based alloys at different cooling rates [Текст] / Yu Yuan, Lv Long, Xiao-yu Wang, Bin Zhu, Zhong-yue Huang, Fang-qiu Zu // *Materials & Design*. – 2015. – V. 88. – P. 743–750.

Получено 02.04.2018

А. П. ЗОЗУЛЯ

ВПЛИВ ПЕРЕГРІВУ РОЗПЛАВУ НА МІКРОТВЕРДІСТЬ ВІСМУТУ Й ОЛОВА ПРИ КРИСТАЛІЗАЦІЇ

ДОНБУСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Анотація. Вивчено вплив перегріву розплаву вище критичної температури на микротвердість і мікроструктуру висмуту й олова. Встановлено, що при вибуховій кристалізації висмуту й олова зі значними переохолодженнями їх структура більш дрібнозерниста, а микротвердість вища, ніж при рівноважній кристалізації.

Ключові слова: висмут, олово, розплав, критичний перегрів, переохолодження, микротвердість, мікроструктура.

ANASTASIA ZOZULIA

EFFECT OF MELT OVERHEATING ON THE MICRO-HARDNESS OF BISMUTH AND TIN UPON CRYSTALLIZATION

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The effect of melt overheating above the critical temperature on the micro-hardness and microstructure of bismuth and tin is studied. It has been established that in the explosive crystallization of bismuth and tin with significant undercooling, their structure is finer-grained, and the micro-hardness is higher than in the case of equilibrium crystallization.

Key words: bismuth, tin, melt, critical overheating, undercooling, micro-hardness, microstructure.

Зозуля Анастасія Петровна – аспірант, асистент кафедри фізики, математики і матеріалознавства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: кинетика зародышеобразования и массовой кристаллизации переохлаждённых жидкостей и аморфных сред.

Зозуля Анастасія Петрівна – аспірант, асистент кафедри фізики, математики і матеріалознавства ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: кінетика зародкоутворення і масової кристалізації переохолоджених рідин і аморфних середовищ.

Zozulia Anastasia – Post-graduate student, assistant, Physics, Mathematics and Physical Materials Science Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: kinetics of nucleation and mass crystallization of undercooled liquids and amorphous media.

UDC 728.1:620.92

ELVIRA PESTRYAKOVA, TAMARA ZAGORUYKO, HAFIZULA BENAI
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

INFLUENCE OF ALTERNATIVE SOURCES OF ENERGY ON THE LEVEL OF COMFORT IN RESIDENTIAL BUILDINGS

Abstract. The article is devoted to topical issues related to the influence of alternative energy sources on the level of comfort living in residential buildings of medium height. The main types of alternative energy sources with the subsequent identification of the most rational ones from the point of view of economic and environmental aspects are also considered. The authors analyzed the impact of energy sources on the comfort level of people living and their influence on the architectural and planning organization of the residential building. The main social aspects are considered with the possibility of further introduction of systems of alternative energy sources.

Key words: apartment house, medium-height buildings, comfort, power engineering, energy efficiency, energy-efficient apartment houses.

FORMULATION OF THE PROBLEM

In the context of the formation of housing conditions for low-income segments of the population, it is advisable to take into account the economy factor. Proceeding from this requirement, the introduction of alternative energy sources plays an important role in the rational development of comfortable living conditions.

The main types of alternative sources will be considered, their classification and approbation into the housing structure will be analyzed.

ANALYSIS OF RECENT RESEARCH AND PUBLICATIONS

Solving issues related to the formation of affordable housing is a strategically important task. For a long time these questions were raised and solved in many scientific papers. Over time, as the practice shows, housing conditions improve, they become more comfortable for a modern person.

GOALS

The purpose of this research is to analyze the impact of alternative energy sources on the level of comfort living in multi-apartment buildings. It is advisable to consider the main types of energy sources with the subsequent introduction into a residential buildings.

THE DISCUSSION

First of all, in order to determine how the alternative energy sources can actually influence the architectural and planning organization of the housing space as a whole, it is worthwhile to consider, in the general sense, what a residential building is.

Residential building is a composition of certain rooms associated with typological features for human life. This minimum structure includes the following premises: an entrance hall (hall), a pantry, a sanitary unit, a living room, a bedroom and a kitchen. The area and the number of these premises can vary depending on the economic factor.

As the long experience of designing has shown, it is expedient to single out the main groups of principles for the formation of internal and external housing space at a certain level:

- **at the town-planning level**, it is necessary to take into account the features of the region of designing area, climatic factors, it is also necessary to take into account the already existing development of this region for the possibility of the compact arrangement of designed residential buildings;
- **at the architectural and planning level** of the solution, one should take into account the compactness of the planning solution;
- **at the constructive level**, it is necessary to identify the most economical materials for a design, to focus on the shape of the roof, to determine the finishing of the residential building, to reveal the glazing area.

In order to rationally determine the impact of alternative energy sources at the level of comfort in residential buildings, it is also necessary to classify the main types of energy sources, which in reality can significantly reduce the economic efficiency during implementation operation construction of buildings. The main types of alternative energy are the following sources: solar energy; wind energy; energy of water; energy of the earth; lightning energy etc.

The identification and classification of these sources is required for their correct selection and application in our region. Accordingly, it is very important to take into account the natural and climatic conditions in order to choose the most rational source from the point of view of economic efficiency.

Analyzing the domestic experience in designing it is expedient to identify a certain trend in the introduction of alternative energy sources, the use of which is much inferior to foreign experience. In this scientific work, the main factors that accelerate the process of introducing energy resources are also considered. Below some of them are given:

- 1. A socio-demographic factor.** Decreased quality of life, growth of population density and population itself, global crises.
- 2. An ecological factor.** A certain increase in difficulties in the extraction of minerals over time.
- 3. A political factor.** Countries that have fully mastered alternative energy are simultaneously entering world leaders.
- 4. An economic factor.** Reduction of costs during the further operation of buildings, thus the applied alternative installations should be paid off in the near future.

In recent years, there has been a noticeable increase in the use of renewable energy sources in our region. Programs for developing energy resources are also being formed, many of them at the implementation stages.

The main advantage of renewable energy is the environmental friendliness and inexhaustibility of this resource. The presented main qualities affected the rather rapid growth of application abroad.

Based on the above material, it is possible to identify and analyze the influence of alternative energy sources on the comfort level.

First, from the point of view of the economic factor of using wind and solar energy (the most acceptable for our region) can be quite costly at the stage of introduction and installation of certain equipment. But in the future, in the course operation of these resources, all economic costs will pay off. In the future such complexes can provide energy.

Compactness is of great importance from the point of view of the town-planning factor, and at the architectural and planning level. That is, the external and internal compactness of a multifamily block of flats of social significance positively affects the comfortable stay of a person in such a building.

CONCLUSION

In the context of this scientific paper, the main factors influencing the formation of the main internal and external residential space are revealed. The basic structure of the residential buildings is also examined with the identification of the main premises required for a comfortable stay. The analysis of the main alternative energy sources and identification of certain ones that are suitable for our climate zone was also carried out.

The scientific article analyzes the main factors, which can affect a comfortable stay in this type of housing in the future.

The experience of the use of energy sources around the world shows that this problem is currently in being approaching more and more globally. It is necessary to obtain the support of the state not only at the stage of research and development, but also in terms of implementing similar projects.

Thus, within the framework of this scientific research, the influence of alternative energy sources on the level of comfort in block of flats has been revealed.

REFERENCES

1. Бубновская, Н. В. Жилищное строительство с привлечением финансовых и трудовых ресурсов населения [Текст] / Н. В. Бубновская. – Москва : [б. и.], 1990. – 254 с.
2. Змеул, С. Г. Архитектурная типология зданий и сооружений [Текст] / С. Г. Змеул, Б. А. Маханько. – М. : Архитектура-С, 2007. – С. 15.
3. Маилян, Р. Л. Справочник современного архитектора [Текст] / Р. Л. Маилян, А. Г. Лазарев, Т. А. Самко, Л. П. Юркова [и др.]. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2010. – 262 с.
4. Пчельников, В.М. Методика формування функціонально-планувальної організації соціального житла в умовах Криму (на прикладі м. Сімферополь) [Текст] : автореф. дис. ... канд. арх. :18.00.01 / Пчельников Володимир Миколайович. – Макіївка, 2013. – 10 с.
5. Смирнова, С. Н. Многоэтажный жилой дом социального назначения [Текст] : учеб. пособие / С. Н. Смирнова. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2013. – 80 с. – ISBN 978-5-8158-1092-1.
6. Перспективность развития и применения альтернативных источников энергии [Электронный ресурс] // Экология и безопасность. – [Б. м. : Promdevelop], [2014–2018]. – Электрон. данные. – Режим доступа : <https://promdevelop.ru/perspektivnost-razvitiya-i-primeneniya-alternativnyh-istochnikov-energii/>. – Загл. с экрана.

Получено 19.03.2018

Э. Р. ПЕСТРЯКОВА, Т. И. ЗАГОРУЙКО, Х. А. БЕНАИ ВЛИЯНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ НА УРОВЕНЬ КОМФОРТА В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Аннотация. Эта статья посвящена актуальным вопросам, связанным с влиянием альтернативных источников энергии на уровень комфорта проживающих в домах средней этажности. Также рассматриваются основные типы альтернативных источников энергии с последующей идентификацией наиболее рациональных с учетом экономических и экологических аспектов. Авторы проанализировали влияние источников энергии на уровень комфорта людей, влияние на архитектурно-планировочную организацию жилого дома. Рассматриваются основные социальные аспекты с возможностью дальнейшего внедрения систем альтернативных источников энергии.

Ключевые слова: жилой дом, дома средней высоты, комфорт, энергетика, энергоэффективность, энергоэффективные жилые дома.

Е. Р. ПЕСТРЯКОВА, Т. І. ЗАГОРУЙКО, Х. А. БЕНАІ ВПЛИВ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА РІВЕНЬ КОМФОРТУ В ЖИТЛОВИХ БУДІВЛЯХ ДОН ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Аноація. Ця стаття присвячена актуальним питанням, пов'язаним з впливом альтернативних джерел енергії на рівень комфорту мешканців в будинках середньої поверховості. Також розглянуті основні типи альтернативних джерел енергії з подальшою ідентифікацією найбільш раціональних з урахуванням економічних та екологічних аспектів. Автори проаналізували вплив джерел енергії на рівень комфорту людей, вплив на архітектурно-планову організацію житлового будинку. Розглядаються основні соціальні аспекти щодо можливості подальшого впровадження систем альтернативних джерел енергії.

Ключові слова: житловий будинок, будинок середнього рівня, комфорт, енергетика, енергоефективність, енергоефективні житлові будинки.

Пестрякова Эльвира Рашитовна – аспирант кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование проблем развития социального жилища в условиях крупного промышленного города, использование альтернативных источников энергии при формировании жилищного пространства.

Загоруйко Тамара Ивановна – доцент кафедры иностранных языков ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: методика преподавания, роль преподавателя в учебном процессе, проблемы воспитания студенческой молодежи.

Бенаи Хафизулла Аминуллович – доктор архитектуры, профессор; заведующий кафедрой архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: изучение и исследование проблем развития жилищной архитектуры в городах Донецкого региона, исследование проблем развития градостроительства и архитектуры Донецкого региона.

Пестрякова Ельвіра Рашитівна – аспірант кафедри архітектурного проектування і дизайну архітектурного середовища ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження проблем розвитку соціального житла в умовах великого промислового міста, використання альтернативних джерел енергії при формуванні житлового простору

Загоруйко Тамара Іванівна – доцент кафедри іноземних мов ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: методика викладання іноземних мов, роль викладача в навчальному процесі, проблеми виховання студентської молоді.

Бенаи Хафизулла Аминуллович – доктор архітектури, професор; завідувач кафедри архітектурного проектування і дизайну архітектурного середовища ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси – вивчення і дослідження проблем розвитку житлової архітектури в містах Донецького регіону, а також дослідженням проблем розвитку містобудування та архітектури Донецького регіону.

Pestryakova Elvira – post-graduate student, Architectural Planning and Design of Architectural Environment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: studies of problems of development of social dwellings in conditions of a big industrial city, the use of alternative energy sources in the formation of housing space.

Zagoruyko Tamara – Associate Professor, Foreign Languages Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: teaching methods of foreign languages, lecturer's functions in a teaching process, students' education problems.

Benai Hafizula – D. Sc. (Architecture), Professor, the Head of the Architectural Planning and Design of Architectural Environment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: are related to the complex problems of the study and research of residential architecture in the cities of Donetsk region, as well as the study of the problems of urban planning and architecture of the Donetsk region.

UDC 691.32

LOBODA KATERYNA, ZAGORUYKO TAMARA, ZAICHENKO MYKOLA

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

HIGH-PERFORMANCE CONCRETE WITH RESTRAINED SHRINKAGE

Abstract. To prevent restrained shrinkage of high-performance concrete used complex modifiers are used such as: high water-reducing superplasticizer; an expanding component of calcium oxide; an expanding agent that reduces the surface tension of water. This complex increases the effectiveness of each product (the so-called synergistic effect), which partially or completely eliminates shrinkage. It reduces the risk of rapid moisture evaporation of due to climatic conditions hardening. To quantify restrained shrinkage technique «ring test» is used, according to ASTM C1581-04 Standard Test Method for Determining Age at Cracking and Induced Tensile Stress Characteristics of Mortar and Concrete under Restrained Shrinkage.

Key words: high-performance concrete, restrained shrinkage, modifier, restrained admixtures.

During the last years High-Performance Concretes have become more and more commonly used. High-Performance Concrete (HPC) is a material that exhibits adequate workability, high strength, low permeability, superior dimensional stability, and long-term durability [5]. However concrete mixtures with low water-binder ratios, incorporating highly-active pozzolans such as silica fume have been observed to undergo significant shrinkage cracking, especially if adequate curing is not provided [4, 8]. Due to the chemical shrinkage that occurs as the cement hydrates, empty pores are created within the cement paste, leading to reduction in its internal relative humidity and a measurable shrinkage that can cause early-age cracking. The empty pores created during self-desiccation not only induce shrinkage stresses but also influence the kinetics of the hydration process, limiting the final degree of hydration, and thus strength, that can be achieved relative to that obtainable under saturated curing conditions [6, 9].

Several methods are available to limit shrinkage: expanding and non-shrinking cements, surface treatments, shrinkage reducing admixtures (SRA) and expansive admixtures [10]. The technology of shrinkage-compensating concrete is based on the use of special products, such as calcium sulpho-aluminates or calcium oxide, which react with water and produce a restrained expansion in reinforced concrete structures. This technology has been invented many years ago, but its use has been very limited in practice due to the difficulty in adopting continuous water curing absolutely needed at the early ages after setting [3, 8]. The experimental data of many researchers' showed that the expansive agent was more effective for water immersed samples. However, from a practical point of view, this technology can be adopted only in some special constructions such as concrete floors or slab foundations.

The synergistic effect in the combined use of SRA and a CaO-based expansive agent in the absence of wet curing have been invented by Mario Collepari scientific group. On the other hand, this synergistic effect should be much stronger if adequate internal water curing can be provided. So, the partial replacement of normal weight fine aggregate with presoaked LWA (light weight aggregate) will effectively reduce the shrinkage of high-performance concrete that will result in a significant decrease in restrained shrinkage cracking [1, 2].

Standard tests, such as the restrained ring test (ASTM C1581), can be used to quantify how likely it is that a mixture will crack due to the stresses developed under constant temperature conditions [7]. To demonstrate this approach, a plain and three internally cured mortar mixtures were tested and the results of these tests are discussed. The restrained ring test is performed by casting an annulus of a cementitious mixture (paste, mortar, or concrete) around a steel ring. Residual tensile stress develops in the sample as it attempts to shrink but is restrained by the ring. A crack results if the stress that develops due to restraint (called «residual stress» sometimes) exceeds the developing tensile strength. The standard suggests that the relative

cracking potential of mixtures can be quantified by comparing the amount of time required to crack the samples [3]. Shorter measured cracking times indicate a relatively higher cracking potential, whereas longer cracking times indicate a lower cracking potential. While ASTM C1581-0418 describes a material behavior in terms of the age of cracking.

This project purpose is to investigate the influence of the combined effect of expansive and shrinkage reducing admixtures on the free and restrained shrinkage of internally cured High-Performance Concrete.

The main tasks of the project are:

- to develop the mix composition of HPC to satisfy all performance criteria for concrete in both fresh and hardened states;
- to determine the setting time of cement paste samples with addition of Shrinkage Reducing Admixture (propylene glycol ether based);
- to evaluate the influence of Shrinkage Reducing Admixture on the rheological properties of HPC mixtures and long-term behavior of concrete;
- to investigate the effect of Shrinkage-Reducing Admixture on the free and restrained shrinkage of concrete;
- to evaluate the influence of combined effect of Expansive Admixture (calcium oxide based) and Shrinkage Reducing Admixture on the free and restrained shrinkage of High-Performance Concrete without wet curing;
- to evaluate the influence of combined effect of Expansive Admixture and Shrinkage Reducing Admixture on the free and restrained shrinkage of internally cured High-Performance Concrete (with partial replacement of normal weight fine aggregate by presoaked LWA).

Expected results from carrying out of the project are the following:

- the formulations of High Performance Concrete incorporated Expansive and Shrinkage Reducing Admixtures as well as internal curing agent;
- new experimental data on the influence of combined effect of Expansive Admixture and Shrinkage Reducing Admixture on the free and restrained shrinkage of internally cured High-Performance Concrete (with partial replacement of normal weight fine aggregate by presoaked LWA).

USE OF RESULTS

The results of the research will be used in the teaching and learning process for training Masters of Science on the specialties «Industrial and Civil Engineering» and «Technologies of Building Structures, Products and Materials» in teaching courses «Modified Concretes of New Generation», «Technology of Concrete and Reinforced Structures», «Modern Technologies of Building Materials and Products».

The results of the research will be proposed for the ready-mixed concrete producers and precast concrete works of the Donetsk region.

REFERENCES

1. Collepardi, M. Innovative Concretes for Civil Engineering Structures: SCC, HPC and RPC [Текст] / M. Collepardi // Workshop on New Technologies and Materials in Civil Engineering, 2003: Proc. – Milan (Italy), 2003. – P. 1–8.
2. Collepardi, M. Recent Developments in Superplasticizers [Текст] / M. Collepardi, M. Valente // the 8th International Conf. on Superplasticizers and Other Chemical Admixtures in Concrete, 2006: Proc. – Sorrento (Italy), 2006. – P. 1-14.
3. Influence of the Superplasticizer Type on the Compressive Strength of Reactive Powder Concrete for Precast Structures [Текст] / S. Collepardi, L. Coppola, R. Troli, P. Zaffaroni // Atti del 16 Congresso Internazionale BIBM'99. – Venice (Italy), 1999. – P. 25–30.
4. Mechanism of Actions of Different Superplasticizers for High-Performance Concrete [Текст] / S. Collepardi, L. Coppola, R. Troli, M. Collepardi // High-Performance Concrete. Performance and Quality of Concrete Structures: Atti del Second CANMET/ACI International Conf., 1999: Proc. – Gramado (Brazil), 1999. – P. 503–523.
5. Holland, T. C. High-Performance Concrete: As High as It Gets [Текст] / T. C. Holland // The Concrete Producer. – 1998. – Vol. 16, No 7, July. – P. 501–505.
6. Bentz, D. P. Internal Curing and Microstructure of High-Performance Mortars [Текст] / D. P. Bentz, P. E. Stutzman // Internal Curing of High-Performance Concretes: Laboratory and Field Experiences, SP-256, D. Bentz and, B. Mohr, eds., American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2008. – P. 81–90.
7. ASTM C1581-04. Standard Test Method for Determining Age at Cracking and Induced Tensile Stress Characteristics of Mortar and Concrete under Restrained Shrinkage [Текст]. – 2004-07-01. – United States : International, West Conshohocken. – 6 p.
8. Bentz, D. P. Reducing Early-Age Cracking in Concrete Today [Текст] / D. P. Bentz, P. Lura, W. J. Weiss // Concrete Plant International, 2008. – Vol 3. – P. 56–62.
9. Kovler, K. Restrained Shrinkage Tests of Fibre-Reinforced Concrete Ring Specimens: Effect of Core Thermal Expansion [Текст] / K. Kovler, J. Sikuler, A. Bentur // Materials and Structures. 1993.V. 26, №. 4. – P. 231–237.

10. Баженов, Ю. М. Модифицированные высококачественные бетоны [Текст] : [науч. изд-е] / Ю. М. Баженов, В. С. Демьянова, В. И. Калашников. – М. : Изд-во АСВ, 2006. – 368 с.

Получено 23.03.2018

Е. С. ЛОБОДА, Т. И. ЗАГОРУЙКО, Н. М. ЗАЙЧЕНКО
ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ БЕТОНЫ С КОМПЕНСИРОВАННОЙ УСАДКОЙ
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Аннотация. Для предотвращения стесненной усадки высококачественных бетонов используется комплекс модификаторов, в частности: суперпластификатор с высоким водоредуцирующим эффектом; расширяющийся компонент на основе оксидов кальция; расширяющая добавка, снижающая поверхностное напряжения воды. Данный комплекс усиливает синергетический эффект каждого продукта, что исключает частично или полностью усадку. Снижается риск быстрого испарения влаги, обусловленный климатическими условиями твердения. Для количественной оценки стесненной усадки бетона использована методика «ring test», согласно ASTM C1581-04 Standard Test Method for Determining Age at Cracking and Induced Tensile Stress Characteristics of Mortar and Concrete under Restrained Shrinkage.

Ключевые слова: высококачественный бетон, компенсированная усадка, расширяющие добавки, модификаторы.

К. С. ЛОБОДА, Т. І. ЗАГОРУЙКО, М. М. ЗАЙЧЕНКО
ВИСОКОЯКІСНІ БЕТОНИ З КОМПЕНСОВАНОЮ УСАДКОЮ
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Для запобігання обмеженої усадки високоякісних бетонів використовується комплекс модифікаторів, зокрема: суперпластифікатор з високим водоредукующим ефектом; розширювальний компонент на основі оксидів кальцію; розширювальна добавка, яка знижує поверхневе напруження води. Даний комплекс підсилює ефективність кожного продукту (так званий синергетичний ефект), що виключає частково або повністю усадку. Знижується ризик швидкого випаровування вологи, обумовлений кліматичними умовами твердіння. Для кількісної оцінки обмеженої усадки бетону використана методика «ring test», згідно ASTM C1581-04 Standard Test Method for Determining Age at Cracking and Induced Tensile Stress Characteristics of Mortar and Concrete under Restrained Shrinkage.

Ключові слова: високоякісний бетон, компенсована усадка, розширювальна добавка, модифікатор.

Лобода Екатерина Сергеевна – аспирант кафедры технологии строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: высококачественные бетоны с компенсированной усадкой.

Загоруйко Тамара Ивановна – доцент кафедры иностранных языков ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: методика преподавания иностранных языков, педагогика.

Зайченко Николай Михайлович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: высокопрочные и особо высокопрочные бетоны на основе модифицированных дисперсных компонентов бетона.

Лобода Катерина Сергіївна – аспірант кафедри технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: високоякісні бетони з компенсованою усадкою.

Загоруйко Тамара Іванівна – доцент кафедри іноземної мови ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: методика викладання іноземних мов, педагогіка.

Зайченко Микола Михайлович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: високоміцні і особливо високоміцні бетони на основі модифікованих дисперсних компонентів бетону.

Loboda Kateryna – post-graduate student, Technologies of Building Structures, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: high-performance concrete with restrained shrinkage.

Zagoruyko Tamara – Associate Professor, Foreign Languages Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: methods of foreign language teaching, pedagogy.

Zaichenko Mykola – D. Sc. (Eng.), Professor; Head of the Technologies of Building Structures, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: high strength and highperformance concretes on the base of modified fillers.

УДК 621.315.1:624.014

А. В. ТАНАСОГЛО, С. Н. БАКАЕВ, С. А. ФОМЕНКО, К. С. БАКАЕВА
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ЗАМЕНЕ ГРОЗОТРОСА БЕЗ ОТКЛЮЧЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ

Аннотация. В статье на основе анализа отечественного и зарубежного опыта строительства электрических сетей разработан наиболее перспективный способ замены грозозащитного троса без снятия напряжения с воздушной линии (ВЛ), позволяющий реконструировать магистральные сети с минимальными затратами. Преимуществом разработанного метода является возможность проведения работ над пересекаемыми ВЛ без отключения, над железными и автомобильными дорогами и другими инженерными сооружениями.

Ключевые слова: воздушная линия, грозозащитный трос, технологическая схема, магистральные сети.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Актуальность темы данной работы вызвана потребностью эксплуатирующих организаций в реконструкции электрических сетей региона и создания новых технологий.

Существенное влияние на снижение уровня надежности энергоснабжения потребителей оказывает массовое старение объектов электрических сетей. Эксплуатация большого объема ВЛ, которые нуждаются в реконструкции, требует, с одной стороны, значительного увеличения затрат на поддержку работоспособности ВЛ, повышенного использования техники, конструкций, материалов, увеличения численности обслуживающего персонала для проведения плановых и внеплановых осмотров, текущих и аварийных ремонтов, а с другой стороны, снижает надежность электроснабжения потребителей вследствие увеличения количества аварийных отключений ВЛ [1, 2].

Только систематическая оценка технического состояния электросетевых конструкций, которые эксплуатируются, своевременный ремонт и модернизация позволят продлить срок их службы [3].

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ЗАМЕНЕ ГРОЗОТРОСА

Проблемы, вызываемые необходимостью отключения межрайонных, межсистемных и магистральных ВЛ для замены существующего грозозащитного троса на оптический кабель в грозотросе (ОКГТ), снижают возможность нормального электроснабжения различных промышленных и гражданских объектов, ограничивают выдачу мощности из генерирующих центров и её передачу потребителям.

В соответствии с этим на основе анализа отечественного и зарубежного опыта строительства электрических сетей [4] был разработан наиболее перспективный способ замены грозозащитного троса на ОКГТ без снятия напряжения с ВЛ, позволяющий реконструировать магистральные сети с минимальными затратами.

Суть метода заключается в следующем: по старому грозотросу с помощью тяговой машины и двойных фиксирующих роликов перемещаются фиксирующий и тяговые канаты, с помощью которых затем вытягивают ОКГТ и демонтируют старый грозозащитный трос.

Технологическая схема выполнения работ по замене грозозащитного троса на ОКГТ без снятия напряжения представлена на рисунке 1 [5].

Эта система состоит из тяговых и тормозных комплексов (ТТК), устройств, механизмов и приспособлений для безопасного производства работ по замене грозозащитного троса на ОКГТ.

Одним из основных механизмов при замене грозотроса на ОКГТ по этой технологии является тяговая радиуправляемая машина. Она передвигается по подлежащему демонтажу грозотросу с

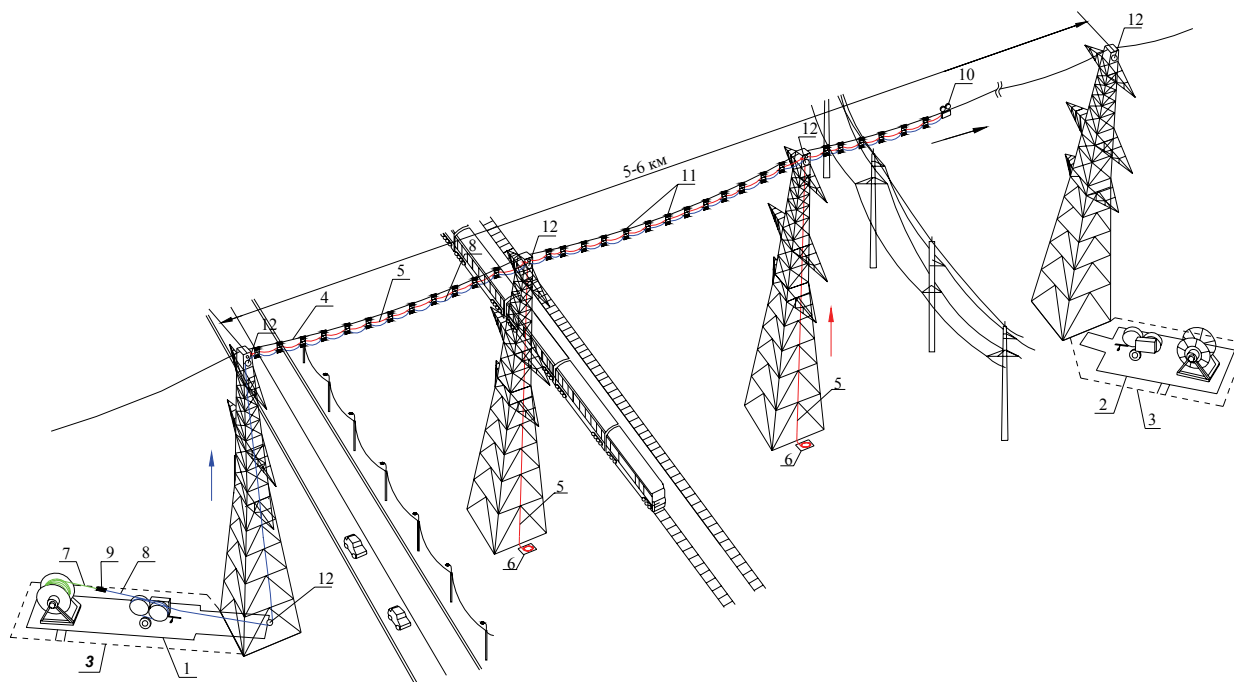


Рисунок 1 – Технологическая схема выполнения работ по замене грозотроса на ОКГТ: 1 – тягово-тормозной комплекс № 1 (ТТК-1); 2 – тягово-тормозной комплекс №2 (ТТК-2); 3 – площадка установки ТТК; 4 – существующий грозотрос; 5 – фиксирующий канат; 6 – брезентовый настил; 7 – ОКГТ; 8 – тяговый канат; 9 – вертлюг; 10 – тяговая радиоуправляемая машина (буксир); 11 – двойной подвесной ролик; 12 – раскаточный ролик.

прикрепленными к ней диэлектрическим тяговым и фиксирующим канатами и равномерно размещенными и закрепленными на фиксирующем канате двойными подвесными роликами.

Тяговый канат должен быть такой длины, чтобы обеспечить замену грозозащитного троса на всем участке ВЛ, на котором производится замена грозозащитного троса на ОКГТ с учетом запаса на длину подъема и спуска на опорах, расположенных вблизи ТТК-1 и ТТК-2.

После перемещения буксира к тросостойке очередной промежуточной или анкерной опоры, расположенной между ТТК-1 и ТТК-2, конец фиксирующего каната отцепляется от буксира и закрепляется за тросостойку. Затем буксир переставляется с помощью специального манипулятора на грозотрос следующего пролёта и закрепляется на нем.

После протягивания ОКГТ он дополнительно натягивается, что приводит к перевороту двойных подвесных роликов. Процесс переворота и изменение положения двойных подвесных роликов показано на рисунке 2.

На опоре, расположенной вблизи ТТК-2, грозотрос, подлежащий демонтажу, с помощью монтажного чулка через вертлюг соединяется с тяговым канатом для последующего вытягивания в сторону ТТК-1. На опоре, расположенной вблизи ТТК-1, грозозащитный трос с помощью монтажного чулка через вертлюг соединяется с дополнительным канатом, второй конец которого закреплен на тяговой машине. Демонтируемый грозозащитный трос наматывается на барабаны, расположенные на ТТК-1.

Работы по замене существующего грозозащитного троса на ОКГТ на металлических опорах ВЛ 330 кВ без снятия напряжения разрешается производить при следующих атмосферных условиях: а) температура воздуха – от 0 до +40 °С; б) относительная влажность воздуха – не более 90 %; в) скорость ветра не более 10 м/сек; г) отсутствие осадков в виде дождя, снега, тумана, инея, гололеда на опорах и проводах.

ВЫВОДЫ

В настоящей работе разработана технологическая карта по замене грозотроса под напряжением, включающая организацию контроля технического состояния троса. Преимуществом данного метода

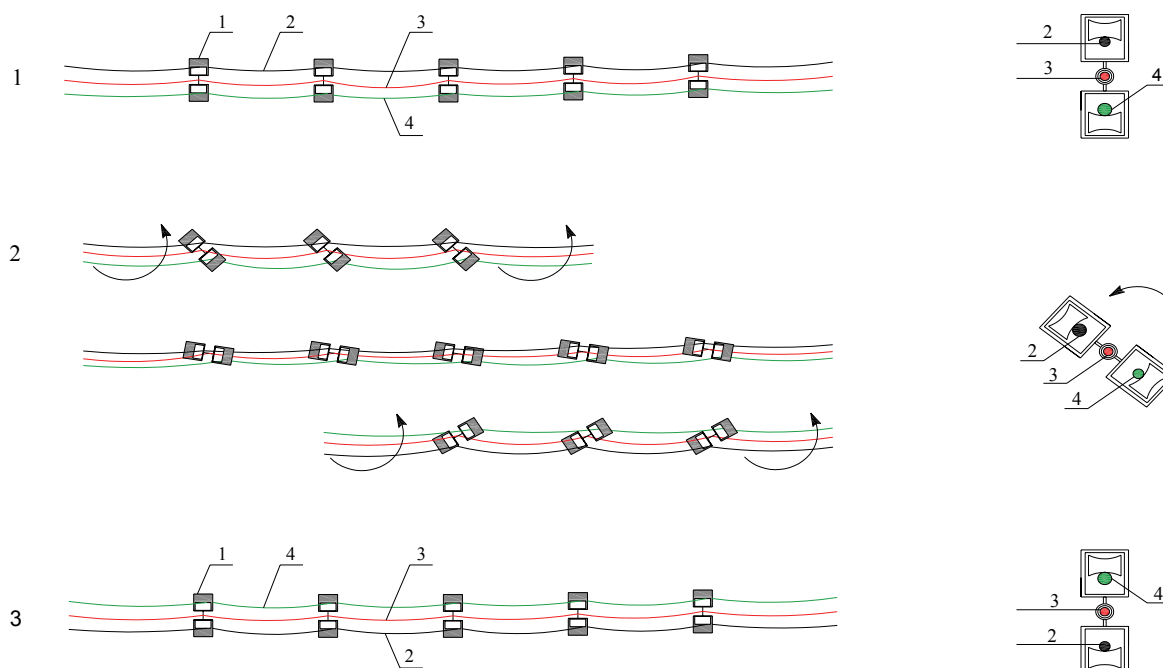


Рисунок 2 – Изменение положения двойных подвесных роликов: 1 – двойной подвесной ролик; 2 – существующий грозотрос; 3 – фиксирующий канат; 4 – ОКГТ.

монтажа является возможность проведения работ над пересекаемыми ВЛ без отключения, над железными и автомобильными дорогами и другими инженерными сооружениями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назим, Я. В. Исследование напряженно-деформированного состояния конструкций опор большого перехода межсистемной 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.
2. Shevchenko, Ye. I. Refinement of wind loads on lattice support structures of the intersystem overhead power transmission lines 750 kV [Текст] / Ye. Shevchenko, Ya. Nazim, A. Tanasoglo, I. Garanzha // Procedia Engineering. – 2015. Vol. 117. – P. 1033–1040.
3. 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.
4. Шевченко, Е. В. Совершенствование металлических конструкций опор воздушных линий электропередачи [Текст] / Е. В. Шевченко. – [2-е изд.]. – Макеевка : ДонГАСА, 1999. – 169 с.
5. Замена грозозащитного троса на ОКГТ на металлических опорах ВЛ 110–750 кВ без снятия напряжения [Текст] / А. В. Тищенко, Ю. Л. Цветков, В. А. Кравченко, В. Е. Сюсин // Материалы 3-го межд. семинара «Вопросы проектирования, строительства и эксплуатации ВЛ на современном этапе (МЭС-3)», 30 марта 2007. – М. : ИАЦ Энерго, 2007. – С. 1–6.
6. Wadell, Brian C. Transmission Line Design : handbook [Текст] / Brian C. Wadell. – Norwood : Artech house, 2005. Т–266 p.
7. Gaudry, M. Increasing the ampacity of overhead lines using homogeneous compact conductors [Текст] / M. Gaudry, F. Chore, C. Hardy // Proc. CIGRE. 2008. – p. 180–201.
8. Couneson, P. Improving the performance of existing high-voltage overhead lines by using compact phase and ground conductors [Текст] / P. Couneson, J. Lamsoul, D. Delplanque, Th Capelle // Proc. CIGRE. 2013. – p. 18–76.
9. Chen, Y. Modeling of ice accretion on transmission line conductors [Текст] / Y. Chen, M. Farzaneh, E. Lozowski, K. Szilder // Proc. of the IX International Workshop on Atmospheric Icing of Structures (IWAIS), EA Technology. 2000. Chester, United Kingdom, Session 7a, p. 1–8.

Получено 06.04.2018

А. В. ТАНАСОГЛО, С. М. БАКАЕВ, С. О. ФОМЕНКО, Х. С. БАКАЕВА
ТЕХНОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ ІЗ ЗАМІНИ ГРОЗОТРОСА БЕЗ
ВІДКЛЮЧЕННЯ ПОВІТРЯНОЇ ЛІНІЇ
ДОНУ ВПО «ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

Анотація. У статті на основі аналізу вітчизняного й зарубіжного досвіду будівництва електричних мереж розроблено найбільш перспективний спосіб заміни грозозахисного троса без зняття напруги з повітряної лінії (ПЛ), що дозволяє реконструювати магістральні мережі з мінімальними витратами. Перевагою розробленого методу є можливість проведення робіт над пересічними ПЛ без відключення, над залізничними й автомобільними дорогами та іншими інженерними спорудами.

Ключові слова: повітряна лінія, грозозахисний трос, технологічна схема, магістральні мережі.

ANTON TANASOGLO, SERGII BAKAYEV, SERAFIM FOMENKO, CHRISTINA
BAKAYEVA
TECHNOLOGY OF WORK ON REPLACING OF GROUND WIRE WITHOUT
DISCONNECTING THE OVERHEAD POWER LINE
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. Based on the analysis of the domestic and foreign building experience of electrical networks there was developed the most promising way to replace a ground wire without removing the voltage from the overhead power line (OPL), which allows to reconstruct the mainline network with minimal cost. The advantage of this method is the possibility of carrying out work on the crossing OPL without disconnecting, over the railways and highways and other engineering constructions.

Key words: overhead power line, ground wire, technological chart, mainline networks.

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.

Бакаев Сергей Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: обеспечение надежной работы и долговечности конструкций опор воздушных линий, порталов и стоек под оборудование открытых распределительных устройств электрических подстанций в условиях повышения мощностей энергопотребления и с учетом условий и различий их эксплуатации, проектирования конструкций с гарантированными показателями долговечности.

Фоменко Серафим Александрович – магистр строительства, ассистент 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.

Бакаева Кристина Сергеевна – магистрант кафедры металлических конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: изучение действительной работы и поиск рациональных конструктивных решений трубобетонных конструкций с использованием прогрессивных материалов.

Танасогло Антон Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри металевих конструкцій і споруд ДОНУ ВПО «ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ». Наукові інтереси: експлуатаційна надійність та оптимальне проектування конструкцій повітряних ліній електропередачі та антенних опор. Вивчення дійсної роботи металевих ґратчастих конструкцій баштового типу.

Бакаєв Сергій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри металевих конструкцій і споруд ДОНУ ВПО «ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ». Наукові інтереси: забезпечення надійної роботи і довговічності конструкцій опор повітряних ліній, порталів і стійок під обладнання відкритих розподільчих пристроїв електричних підстанцій в умовах підвищення потужностей енергоспоживання та з урахуванням умов і відмінностей їх експлуатації, проектування конструкцій з гарантованими показниками довговічності.

Фоменко Серафим Олександрович – магістр будівництва, асистент кафедри теоретичної і прикладної механіки ДОНУ ВПО «ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ». Наукові інтереси: розвиток загальної

методики динамічних розрахунків елементів будівельних конструкцій та пошук раціональних способів гашення коливань.

Бакаєва Христина Сергіївна – магістрант кафедри металевих конструкцій і споруд ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: вивчення дійсної роботи і пошук раціональних конструктивних рішень трубобетонних конструкцій з використанням прогресивних матеріалів.

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.

Bakayev Sergii – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Metal Structures and Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reliable operation supply and durability of the transmission line supports structures, portal frames and pillars underneath the equipment of outdoor switchgears of electric substation in terms of the power consumption stepping up and with regards to the conditions and distinctions of their operation, structural designing work with the guarantee indices of durability.

Fomenko Serafim – Master in Engineering, assistant, 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.

Bakayeva Christina – Master's student, Metal Structures and Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: a studying of a real work of pipe concrete structures using advanced materials.

УДК 625.741:625.8

А. С. БАРБО, Д. В. ВРЖЕЩ, А. С. РЕШЕТНИКОВ, Д. И. БОРОДАЙ
ГОО ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»**ОТСЕВ ДРОБЛЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКА, УКРЕПЛЕННОГО ЦЕМЕНТОМ, ДЛЯ
УСТРОЙСТВА ОСНОВАНИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД**

Аннотация. Выполнен анализ проблемы повторного использования отходов переработки флюсовых известняков на предприятиях горнорудной промышленности. Исследованы физико-механические свойства отсева дробления известняка из отвалов дробильно-обогащительной фабрики ДОФ № 2 Комсомольского рудоуправления, укрепленного цементом. Подобраны составы из отсева дробления известняка, укрепленного цементом марок М400 и М500, с использованием добавок Mapeplast PT1 и Чимстон-1 для повышения морозостойкости смесей, которые могут быть применены в конструкциях дорожных одежд автомобильных дорог.

Ключевые слова: отсев дробления известняка, дорожная одежда, основание, укрепление грунтов.

ФОРМУЛИРОВАНИЕ НАУЧНОЙ ЗАДАЧИ

Одним из важных направлений развития инноваций в дорожном строительстве является повторное применение отходов промышленных предприятий при строительстве автомобильных дорог как одного из наиболее материалоемких видов строительства. Известно, что в отвалах и хвостохранилищах горных предприятий накопилось свыше 7 млрд т пород, представляющих собой техногенные месторождения [1]. В частности на территории Старобешевского района в отвалах дробильно-обогащительных фабрик (ДОФ) Докучаевского флюсо-доломитного комбината и Комсомольского рудоуправления находится более 143 млн м³ (80 млн т) отходов переработки флюсовых известняков. При традиционной технологии переработки флюсовых известняков отходами текущего производства становится фракция крупностью 0...40 мм из загрязненного известнякового щебня с частицами глины [2].

Проблема использования отходов предприятий горнодобывающей отрасли актуальна и в мировом масштабе. Так, согласно данным Администрации федеральных дорог Департамента транспорта США (FHWA) ежегодно в США образуется около 175 млн т отходов дробления горных пород предприятий горнорудной отрасли, а суммарные накопления отсевов и шламов составляют около 4 млрд т [3].

В США отсева дробления известняка применяют в качестве мелкого заполнителя для цементных и асфальтовых бетонов, а также при строительстве земляного полотна, дополнительных и основных слоев основания дорожных одежд [3]. Проблема разработки возможных способов повторного использования отсевов дробления известняка актуальна как в целом для экономики, так и для дорожного строительства в частности, как одной из наиболее материалоемкой отраслей с точки зрения использования каменных материалов и грунтов [4, 5].

Предварительными исследованиями физико-механических свойств отсева дробления известняка из отвалов дробильно-обогащительной фабрики ДОФ № 2 Комсомольского рудоуправления было установлено, что основной отличительной характеристикой исследуемого материала является наличие большого числа (более 25 %) пылеватых и глинистых частиц. Это ограничивает возможности его использования в дорожном строительстве без дополнительной переработки – требуется либо укрепление вяжущими материалами, либо дополнительная обработка для удаления пылеватых и глинистых частиц. Одним из наиболее распространенных способов укрепления местных каменных материалов, отходов промышленности и грунтов в дорожном строительстве является укрепление

при помощи введения малых доз цемента. Регламентируется процесс укрепления нормативным документом ГБН В.2.3-37641918-554:2013 «Слой дорожной одежды из каменных материалов, отходов промышленности и грунтов, укрепленных цементом».

Целью работы является подбор состава смесей из отсева дробления известняка, укрепленного цементом, с целью применения для устройства оснований дорожных одежд автомобильных дорог.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Были выполнены исследования физико-механических свойств отсева дробления известняка, укрепленного цементом в соответствии с методикой по ДСТУ Б В.2.7-309:2016 «Грунты, укрепленные вяжущим. Методы исследований».

Используемые материалы: отсев дробления известняка Комсомольского рудоправления, портландцемент ПЦ II/Б-III 400 по ДСТУ Б В.2.7-46:2010, добавка для бетона и цементных растворов Mapeplast PT1, портландцемент Цем I 42,5 Н по ГОСТ 31108-2016, стабилизирующая добавка Чимстон-1.

Анализируя опыт укрепления грунтов и каменных материалов, содержащих большое количество пылеватых и глинистых частиц, было принято решение выполнить сопоставительное исследование составов на цементах марок 400 и 500, а также составов с введением добавок, повышающих морозостойкость. Согласно рекомендациям ГБН В.2.3-37641918-554:2013 было запроектировано 6 составов смесей с использованием цемента М400 в количестве 5, 7, 9 % (с добавкой Mapeplast PT1 и без нее) и 6 составов смесей с использованием цемента М500 в количестве 3, 5, 7 % (с добавкой Чимстон-1 и без нее). Для представленных смесей были определены прочность при сжатии, прочность при растяжении при изгибе, коэффициент водостойкости и коэффициент морозостойкости (табл.).

Таблица – Физико-механические свойства отсева дробления известняка, укрепленного цементом

№ состава	Содержание цемента, %	Добавка Mapeplast PT1 (М) или Чимстон-1 (Ч)	Прочность при сжатии на 28 суток $R_{сж}$, МПа	Прочность на изгиб $R_{изг}$, МПа	Коэффициент водостойкости k_w	Коэффициент морозостойкости k_F	Марка по прочности по ГБН В.2.3-37641918-554:2013	Соответствие требованиям ГБН В.2.3-37641918-554:2013
1	5	–	1,74	0,64	0,78	–	M10	–
2	7	–	3,64	1,08	0,85	0,22	M20	–
3	9	–	3,80	1,54	0,89	0,59	M20	–
4	5	М	2,17	0,98	0,86	0,08	M20	–
5	7	М	4,99	1,66	0,96	0,46	M40	–
6	9	М	5,13	2,41	0,98	0,75	M40	+
7	3	–	2,67	0,75	0,81	0,42	M20	–
8	5	–	5,83	1,02	0,83	0,48	M40	–
9	7	–	7,52	1,85	0,85	0,57	M60	–
10	3	Ч	2,32	0,63	0,87	0,75	M20	+
11	5	Ч	5,39	0,91	0,89	0,81	M40	+
12	7	Ч	6,86	1,67	0,91	0,85	M60	+

Образцы из смесей составов № 1–6 испытывались в условиях полного водонасыщения, а из смесей составов № 7–12 в условиях капиллярного водонасыщения.

Результаты испытаний, представленные в таблице, позволяют сделать вывод о том, что в условиях полного водонасыщения при укреплении отсева дробления известняка цементом марки М400 в количестве 5...9 % можно получать материал, соответствующий по прочности маркам М10-М20. Однако без использования специальных добавок такой материал имеет низкую морозостойкость. Обеспечить требуемую морозостойкость удалось при использовании добавки Mapeplast PT1 в составе № 6 при введении 9 % цемента марки М400.

В более благоприятных условиях эксплуатации при капиллярном водонасыщении применение цемента марки М500 в количестве 3...7 % позволило получить материал, соответствующий по прочности маркам М20-М60. Однако и для составов № 7–9 морозостойкость также не была обеспечена.

Введение стабилизирующей добавки Чимстон-1 позволило получить материал, соответствующий нормативным требованиям для марок М20-60. Обращает внимание тот факт, что введение добавки Мареplast PT1 приводило к увеличению прочностных показателей укрепляемого отсева на 30...35 %, что объясняется пластифицирующим эффектом, а введение добавки Чимстон-1 напротив незначительно снижало прочностные показатели на 8...13 %.

ВЫВОДЫ

Установлено, что при укреплении отсева дробления известняка цементом марки М400 в количестве 9 % с введением добавки Мареplast PT1 можно получить материал, соответствующий по прочности марке М40.

При укреплении отсева дробления известняка цементом М500 в количестве 3, 5 и 7 % можно получить материал, соответствующий по прочности марке М20, М40 и М60 соответственно при использовании стабилизирующей добавки Чимстон-1, которая позволяет обеспечить требуемую морозостойкость. Подобранные составы могут использоваться в конструкционных слоях дорожных одежд автомобильных дорог в соответствии с требованиями ГБН В.2.3-37641918-554:2013.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кустов, В. В. Обоснование рациональных параметров технологии формирования и разработки техногенных месторождений сыпучих горных пород [Электронный ресурс] : дис. ... канд. техн. наук : 25.00.22 – геотехнология (подземная, открытая и строительная) / В. В. Кустов ; ДонНТУ. – Донецк, 2016. – 182 с. – Режим доступа : http://donntu.org:8081/sites/default/files/documents/dissertaciya_kustov.pdf
2. Дрешпак, А.С. Анализ параметров обогащения известняков из неоднородных карбонатных месторождений [Электронный ресурс] // Збагачення корисних копалин. Наук.-техн. зб. – 2015. – Вып. 61(102). – Режим доступа : <http://zzkk.nmu.org.ua/pdf/2015-61-102/02.pdf>
3. FHWA-RD-97-148. User Guidelines for Waste and Byproduct Materials in Pavement Construction [Электронный ресурс] // Federal Highway Administration Research and Technology. – Режим доступа : <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/structures/97-148/qbp121.cfm>
4. Del Ponte, K. L. State DOT Environmental and Economic Benefits of Recycled Material Utilization in Highway Pavements [Электронный ресурс] : A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (Geological Engineering) / K. L. Del Ponte ; University of Wisconsin-Madison. – Madison, 2016. – 160 p. – Режим доступа : http://rmrc.wisc.edu/wp-content/uploads/2017/05/kdelponte_UW_thesis_S2016.pdf
5. Bloom, E. F. Assessing the Life Cycle Benefits of Recycled Material in Road Construction [Электронный ресурс] : A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (Geological Engineering) / E. F. Bloom ; University of Wisconsin-Madison. – Madison, 2016. – 143 p. – Режим доступа : http://rmrc.wisc.edu/wp-content/uploads/2017/05/Bloom-Thesis_Final-Draft-V2.pdf

Получено 13.04.2018

О. С. БАРБО, Д. В. ВРЖЕЩ, О. С. РЕШЕТНИКОВ, Д. І. БОРОДАЙ
ВІДСІВ ДРОБЛЕННЯ ВАПНЯКУ, УКРІПЛЕНОГО ЦЕМЕНТОМ, ДЛЯ
ВЛАШТУВАННЯ ОСНОВ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ
ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Виконано аналіз проблеми повторного використання відходів переробки флюсових вапняків на підприємствах гірничорудної промисловості. Досліджено фізико-механічні властивості відсіву дроблення вапняку з відвалів дробильно-збагачувальної фабрики ДОФ № 2 Комсомольського рудоуправління, укріпленого цементом. Підібрані склади з відсіву дроблення вапняку, укріпленого цементом марок М400 і М500, з використанням добавок Мареplast PT1 і Чимстон-1 для підвищення морозостійкості сумішей, які можуть бути застосовані в конструкціях дорожніх одягів автомобільних доріг.
Ключові слова: відсів дроблення вапняку, дорожній одяг, основа, укріплення ґрунтів.

ALEXANDER BARBO, DMITRIY VRZHESHCH, ALEXANDER RESHETNIKOV,
DENIS BORODAY
CEMENTED SCREENINGS OF LIMESTONE CRUSHING FOR PAVEMENTS
BASES

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The problem of re-use of wastes of fluxing limestone processing at mining enterprises is analyzed. The physical and mechanical properties of cemented limestone screening from the dumps of the crushing and dressing plant were investigated. The compositions from screening of limestone crushing cemented with M400 and M500 cement, using the additives Mapeplast PT1 and Chimston-1 to improve the frost resistance of mixtures that can be used in the construction of highways pavements are designed.

Key words: screening of limestone crushing, pavement, base, soil strengthening.

Барбо Александр Сергеевич – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: использование отходов промышленности в дорожном строительстве.

Вржешч Дмитрий Владиславович – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: использование отходов промышленности в дорожном строительстве.

Решетников Александр Сергеевич – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: использование отходов промышленности в дорожном строительстве.

Бородай Денис Игоревич – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: надежность и долговечность транспортных сооружений.

Барбо Олександр Сергійович – магістрант ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: використання відходів промисловості в дорожньому будівництві.

Вржешч Дмитро Владиславович – магістрант ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: використання відходів промисловості в дорожньому будівництві.

Решетников Олександр Сергійович – магістрант ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: використання відходів промисловості в дорожньому будівництві.

Бородай Денис Ігорович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг і аеродромів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: надійність та довговічність транспортних споруд.

Barbo Alexander – Master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: using of industrial wastes in road construction.

Vrzheshch Dmitriy – Master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: using of industrial wastes in road construction.

Reshetnikov Alexander – Master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: using of industrial wastes in road construction.

Boroday Denis – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reliability and durability of transport constructions.

УДК 533.6.07:624.042.41

Э. А. ЛОЗИНСКИЙ, В. А. ЛОЗИНСКАЯ, А. С. ГОРБУНОВА
ГООУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕТРОВОГО ПОДПОРА ОТ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ НА РАБОТУ ВЕНТИЛЯЦИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос снижения влияния ветрового подпора, возникающего при уплотнении существующей низкой жилой застройки высотным зданием. Ветровой подпор характеризуется избыточным воздушным давлением, которое останавливает естественную вентиляцию в низких зданиях. Возникновение ветрового подпора происходит вследствие обтекания высотного здания ветровым потоком в перпендикулярном направлении к одной из стен при появлении наветренной вихревой (циркуляционной) зоны. Методами физического моделирования в аэродинамической трубе с пограничным слоем определены оптимальные геометрические параметры и место расположения конструкции на высотном здании, позволяющей снизить на 20...50 % влияние ветрового подпора в окружающую низкую застройку. Полученные результаты были апробированы на научно-исследовательской работе, выполненной лабораторией испытания строительных конструкций по исследованию влияния ветрового подпора от многоэтажного дома.

Ключевые слова: ветровой подпор, высотное здание, строительная аэродинамика, аэродинамическая труба с пограничным слоем.

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в городах разрабатываются различные программы по реконструкции существующей застройки. Самым популярным методом реконструкции застройки центральных и инвестиционно привлекательных микрорайонов города является метод уплотнения высотными зданиями. Современное развитие строительной отрасли обуславливает задачи более тщательного изучения аэродинамических характеристик высотных зданий, расположенных в окружающей застройке. При проектировании на территории существующей застройки высотного здания возникают проблемы, касающиеся эксплуатационных характеристик вентиляционных систем, расположенных вокруг жилых зданий. Возникает необходимость в изучении снижения негативного влияния ветрового подпора от высотного здания на работу вентиляции окружающей застройки.

Зона ветрового подпора возникает в следствии обтекания высотного здания ветровым потоком в перпендикулярном направлении к одной из стен при появлении наветренной вихревой (циркуляционной) зоны (рис. 1).

Целью работы является: определение геометрических параметров конструкции, снижающей ветровой подпор от высотного здания на вентиляционные каналы существующей жилой застройки.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- разработка методики и программы проведения масштабных экспериментальных исследований в аэродинамической трубе;
- проведение визуализации обтекания ветровым потоком высотного здания методом «нитей шелковинок» с целью выявления картины обтекания его ветровым потоком и определение геометрических параметров и места расположения конструкции;
- разработка методики расчета геометрических параметров и места расположения конструкции, снижающей влияние ветрового подпора;
- апробация полученной методики на существующем объекте.

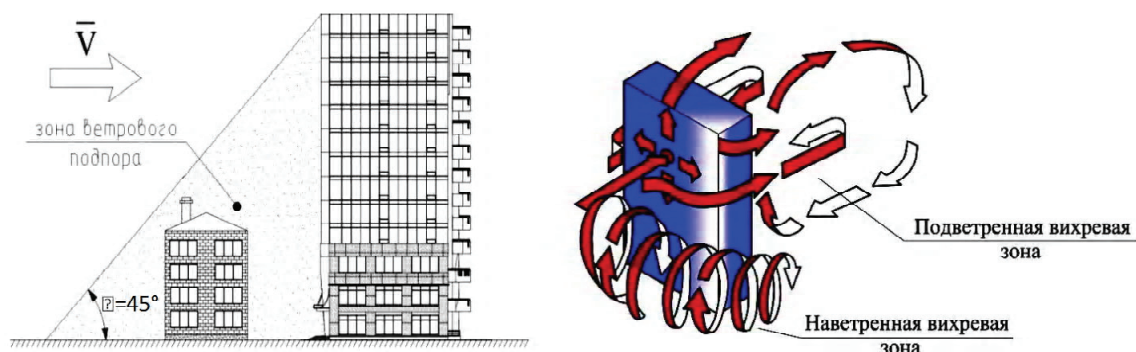


Рисунок 1 – Формирование зоны ветрового подпора.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ТРУБЕ

В Донбасской национальной академии строительства и архитектуры разработана и аттестована Укрметрстандартом метеорологическая аэродинамическая труба дозвуковых скоростей (МАТ-1), не имеющая аналогов в Украине и СНГ, предназначенная для проведения экспериментальных исследований масштабных моделей зданий, сооружений и их комплексов с моделированием пограничного слоя атмосферы.

Для определения геометрических параметров и места расположения конструкции, снижающей ветровой подпор от высотного здания, была разработана программа масштабных экспериментальных исследований в лаборатории строительной аэродинамики в МАТ-1 ДонНАСА. Программа включала в себя визуализационный (качественный) эксперимент. В течение всех исследований моделировались три варианта навеса шириной 100, 75 и 50 мм и 3 варианта их расположения на модели высотного здания.

Газообразный ветровой поток прозрачен, его направление и движение остаётся невидимыми для человеческого глаза во время непосредственного наблюдения. Существует большое разнообразие методов визуализации потока, таких как: метод трассирующих частиц, метод дымовых струек, метод жидкой плёнки и т. д. В данной работе использовался метод нитей «шелковинок», при котором на поворотном круге и по оси симметрии модели здания вкручивались металлические стержни, на конце которых были защемлены шелковые нити (рис. 2).

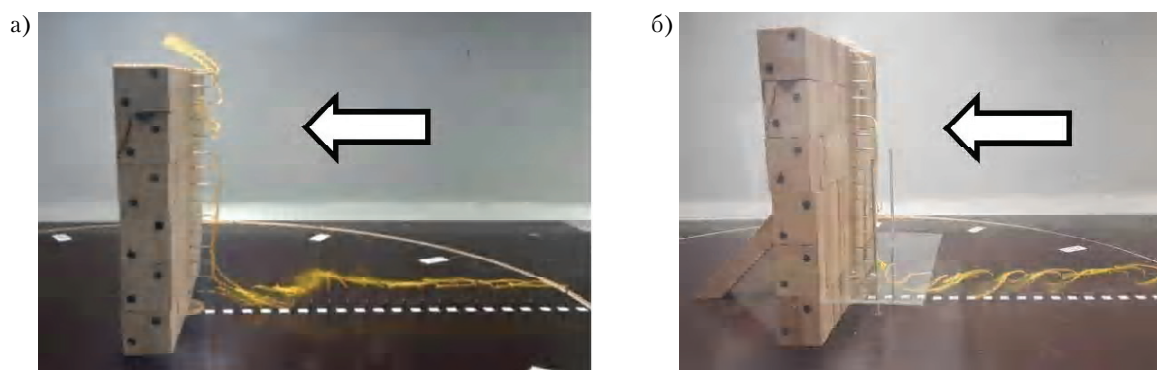


Рисунок 2 – Пример результата масштабных экспериментальных исследований: а) без установленного навеса; б) с установленным навесом.

3. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ НАВЕСА

Проанализировав результаты экспериментальных исследований, можно сделать следующие выводы:

– практическое применение управления отрывными течениями при использовании различных конструкций (навесов, генераторов вихрей, надстроек) снижает влияние наветренной циркуляционной зоны на окружающую застройку.

– выявлено самое эффективное расположение и геометрические параметры навеса: высота – $1/6$ высоты здания; ширина – $1/3$ длины зоны ветрового подпора.

Для определения геометрических параметров и места расположения навеса необходимо:

1. По формуле 1 определяем длину зоны ветрового подпора,

$$l_s = \frac{l}{1 + 0,5(l/h)}, \quad (1)$$

где l_s – длина зоны ветрового подпора;
 l – длина высотного здания;
 h – высота высотного здания;

2. Рассчитываем ширину навеса равную $1/3 l_s$.

3. Устанавливаем навес на высоте равной $1/6 h$ от уровня земли.

4. АПРОБАЦИЯ РАЗРАБОТАННОЙ МЕТОДИКИ

В 2011 году лабораторией испытания строительных конструкций была выполнена научно-исследовательская работа по исследованию влияния ветрового подпора от многоэтажного дома, в результате которой было обнаружено негативное аэродинамическое влияние «ветровой подпор» проектируемого многоэтажного здания на системы вентиляции окружающих жилых домов. Проектировщиками было предложено решение реконструкции плоской кровли здания, попавшего под влияние ветрового подпора, с поднятием оголовка вентиляционных каналов.

Полученные результаты были апробированы на этом же объекте. По разработанной методике был рассчитан макет навеса и установлен на модель высотного здания. Проведены масштабные дренажные экспериментальные исследования, при которых исследовалось давление на оголовках вентиляционных каналов окружающей малоэтажной застройки, на которых было обнаружено негативное аэродинамическое влияние «ветровой подпор», при углах атаки ветрового потока β от 260 до 320° с шагом 10° (рис. 3).

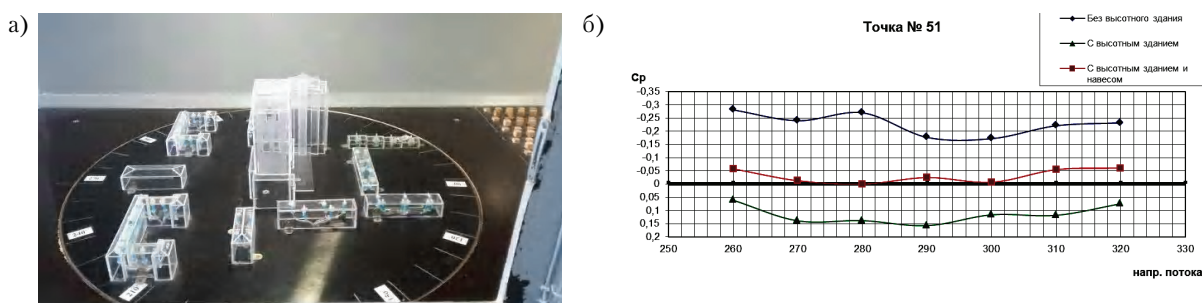


Рисунок 3 – Дренажные масштабные экспериментальные исследования: а) макет в рабочей части МАТ-1 с установленным навесом, б) пример результата экспериментальных исследований.

Проанализировав результаты экспериментальных исследований, можно сделать вывод, что устройство навеса снижает влияние ветрового подпора на 20...50 % и позволяет полностью уйти от негативного аэродинамического влияния «ветровой подпор» проектируемого многоэтажного здания на системы вентиляции окружающих жилых домов.

5. ВЫВОДЫ

Методами физического моделирования в аэродинамической трубе с пограничным слоем МАТ-1 ДонНАСА определены оптимальные геометрические параметры и место расположения конструкции на высотном здании, позволяющей снизить на 20...50 % влияние ветрового подпора на работу естественной вентиляции окружающей низкой застройки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горохов, Е. В. Уплотнение существующей жилой застройки высотным зданием с учетом ветрового подпора на вентиляционные системы низких зданий [Текст] / Е. В. Горохов, В. Н. Васылев, С. Г. Кузнецов, Э. А. Лозинский // Металлические конструкции. – 2012. – Т. 18, № 1. – С. 49–60.
2. Работа вентиляционных систем пятиэтажного здания под влиянием высотного [Текст] / Р. Н. Павловский, П. М. Виноградский, С. Г. Кузнецов, П. В. Артамонов // 36. наук. праць Луганського національного аграрного ун-ту. – 2005. – № 45(68). – С. 107–115.
3. Павловский, Р. М. Аеродинамічний вплив висотних будинків на роботу витяжних вентиляційних систем сусідніх малоповерхових будинків [Текст] / Р. М. Павловский // Сучасне промислове та цивільне будівництво. – 2010. – Т. 6, № 3. – С. 131–144.
4. ДБН В.2.5-205-2001 Газоснабжение [Текст]. – Взамен СНиП 2.04.08-87, СНиП 3.05.02-88 ; введ. 2001-08-01. – Киев : Госстрой Украины, 2001. – 290 с. – (Инженерное оборудование зданий и сооружений Внешние сети и сооружения).
5. Cheng-Hsin, Chang The effect of surroundings with different separation distances on surface pressures on low-rise buildings [Текст] / Cheng-Hsin Chang, Robert N. Meroney // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. – 2003. – Vol. 91 – p. 1039–1053.
6. Hee, Chang Lim. Flow around a cube in a turbulent boundary layer: LES and experiment [Текст] / Hee ChangLim, T. G. Thomas, Ian P. Castro // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. – 2009. – Vol. 97. – pp. 96–109.
7. Marko, Princevac Lateral channeling within rectangular arrays of cubical obstacles. [Текст] / Marko Princevac, Jong-Jin Baik, Li Xiangyi, Pan Hansheng, Seung-Bu Park // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. – 2010. – Vol. 98. – p. 377–385.
8. Thijs, Defraeye An adjusted temperature wall function for turbulent forced convective heat transfer for bluff bodies in the atmospheric boundary layer [Текст] / Thijs Defraeye, Bert Blocken, Jan Carmeliet // Journal Building and Environment. – 2011. – Vol. 46. – p. 2130–2141.

Получено 02.04.2018

Е. О. ЛОЗИНСЬКИЙ, В. О. ЛОЗИНСЬКА, А. С. ГОРБУНОВА ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІТРОВОГО ПІДПОРУ ВІД ВИСОТНОЇ БУДІВЛІ НА РОБОТУ ВЕНТИЛЯЦІЇ НАВКОЛИШНЬОЇ ЗАБУДОВИ ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У статті розглянуто питання зниження впливу вітрового підпору, що виникає при ущільненні існуючої низької житлової забудови висотним будинком. Вітровий підпір характеризується надлишковим повітряним тиском, який зупиняє природну вентиляцію в низьких будівлях. Виникнення вітрового підпору відбувається внаслідок обтікання висотного будинку вітровим потоком в перпендикулярному напрямку до однієї зі стін при появі навітряної вихрової (циркуляційної) зони. Методами фізичного моделювання в аеродинамічній трубі з пограничним шаром визначені оптимальні геометричні параметри і місце розташування конструкції на висотній будівлі, що дозволяє знизити на 20...50 % вплив вітрового підпору на навколишню низьку забудову. Отримані результати були апробовані на науково-дослідній роботі, виконаній лабораторією випробування будівельних конструкцій, по дослідженню впливу вітрового підпору від багатоповерхового будинку.

Ключові слова: вітровий підпір, висотна будівля, будівельна аеродинаміка, аеродинамічна труба з пограничним шаром.

EDUARD LOZINSKIY, VALERIA LOZINSKAYA, ANASTASIA GORBUNOVA REDUCING THE IMPACT OF WIND FROM A HIGH-RISE BUILDING ON THE WORK OF VENTILATION OF THE SURROUNDING DEVELOPMENT Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article considers the issue of reducing the impact of wind pressure, which occurs when compacting the existing low residential development in a high-rise building. Wind support is characterized by excessive air pressure, which stops natural ventilation in low buildings. The occurrence of wind pressure occurs as a result of the flow of a high-rise building by a wind flow in a perpendicular direction to one of the walls when a windward vortex (circulation) zone appears. Physical modeling methods in a wind tunnel with a boundary layer have determined the optimal geometric parameters and the location of the structure on a high-rise building, which allows to reduce by 20...50 % the effect of wind pressure on the surrounding

low build-up. The obtained results were tested on the research work carried out by the laboratory of testing of building structures, on the study of the influence of wind from a high-rise building.

Key words: wind force, high-rise building, building aerodynamics, wind tunnel with boundary layer.

Лозинский Эдуард Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры архитектуры промышленных и гражданских зданий ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: развитие методики оценки ветровых воздействий на здания, сооружения и их комплексы, совершенствование методик моделирования натурных и модельных испытаний зданий и сооружений на ветровое давление.

Лозинская Валерия Александровна – ассистент кафедры градостроительства, землеустройства и кадастра ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: разработка и решение научных и проектных проблем градостроительства, улучшение функциональных, социальных, гигиенических и эстетических параметров среды обитания и жизнедеятельности людей, населяющих города и сельские местности. Разработка генеральных планов и проектов детальной планировки жилых районов, микрорайонов, кварталов, комплексов и общественных центров.

Горбунова Анастасия Сергеевна – магистр кафедры архитектуры промышленных и гражданских зданий ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: развитие методики оценки ветровых воздействий на здания, сооружения и их комплексы.

Лозинський Едуард Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри архітектури промислових і цивільних будівель ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розвиток методики оцінки вітрового впливу на будівлі, споруди та їх комплекси, удосконалення методик моделювання натурних і модельних випробувань будівель та споруд на вітрове навантаження.

Лозинська Валерія Олександрівна – асистент кафедри містобудування, землеустрою і кадастру ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розробка та рішення наукових і проектних проблем містобудування, поліпшення функціональних, соціальних, гігієнічних і естетичних параметрів середовища проживання і життєдіяльності людей населяють міста і сільські місцевості. Розробка генеральних планів та проектів детального планування житлових районів, микрорайонів, кварталів, комплексів і громадських центрів.

Горбунова Анастасія Сергіївна – магістр кафедри архітектури промислових і цивільних будівель ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розвиток методики оцінки вітрового впливу на будівлі, споруди та їх комплекси.

Lozinskiy Eduard – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Architecture Industrial and Civil Buildings Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of method estimation of wind effects on buildings, construction and their complexes, perfection of methods modeling of full-scale and modeling tests of wind loads on buildings and structures.

Lozinskaya Valeria – assistant, Town Planning, Land Management and Inventory Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development and the solution of scientific and engineering problems of urban development, improvement of functional, social, hygienic and aesthetic parameters of habitat and human activity inhabit cities and rural areas. Development of master plans and projects for the detailed planning of residential areas, neighborhoods, neighborhoods, facilities and community centers.

Gorbunova Anastasia – Master, Architecture Industrial and Civil Buildings Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of method estimation of wind effects on buildings, construction and their complexes.

УДК 69.032.2:69.056.55

А. М. ЮГОВ, О. Г. ЛИФАНОВ, А. С. КАРПЕНКО

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОЗВЕДЕНИЯ МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСНО-МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЛИВКИ ЭТАЖА

Аннотация. Представленная статья посвящена вопросам, которые связаны с организационно-технологическими методами возведения многоэтажных каркасных монолитных зданий. Монтаж многоэтажных каркасных монолитных зданий может выполняться различными методами возведения, что необходимо учитывать при выборе технологического процесса.

Ключевые слова: комплексная заливка этажа, совмещенное бетонирование, планирование эксперимента, регрессионный анализ, полный факторный эксперимент, технико-экономические показатели.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В результате анализа научных источников, нормативной базы, типовых подходов, текущей технической документации и результатов исследований по возведению монолитных многоэтажных каркасных зданий наблюдается применение одной и той же принципиальной схемы организационно-технологического решения – раздельного возведения горизонтальных и вертикальных конструкций.

Данное организационно-технологическое решение приводит к:

- разрыву процесса бетонирования;
- возникает необходимость создания выпусков арматуры вертикальных конструкций для дальнейшего соединения;
- на возведение одного этажа необходимы два технологических перерыва.

А что если принципиальную схему попробовать изменить на нестандартную – т. н. схему совместного возведения горизонтальных и вертикальных конструкций (в которой заливка бетонной смеси одного этажа выполняется за один подход (прием), вертикальных и горизонтальных конструкций совместно). Процесс возведения монолитных многоэтажных каркасных зданий должен быть наиболее рациональным с учетом технико-экономических показателей и обеспечивать прочность, надежность и устойчивость сооружения [1, 2]. Выбор рационального метода возведения выполняется с целью обеспечения стабильности и безопасности производственного процесса.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Заявленная статья основана на результатах теоретических и экспериментальных исследований отечественных и зарубежных ученых в области возведения монолитных многоэтажных каркасных зданий [3] и нормах при проектировании [4, 5].

ЦЕЛИ

Целью исследования является выбор рационального организационно-технологического процесса возведения многоэтажных каркасных монолитных зданий на основе комплексной заливки этажа с целью повышения выработки, снижения трудоемкости и продолжительности строительства способом математического моделирования, определения факторов, их значимости.

© А. М. Югов, О. Г. Лифанов, А. С. Карпенко, 2018

В строительстве многоэтажных зданий, недавно преимущественно использовали сборный железобетон. Сегодня, с учетом возможных объёмно-планировочных решений, наиболее успешным стало монолитное строительство.

При рассмотрении способов возведения ж/б зданий наблюдается различие в применении системы опалубки: инвентарные – мелкощитовые, крупнощитовые, блочные, системы, разработанные разными фирмами, которые мало чем отличаются. Но технология возведения, как правило, используется одна и та же. Сначала заливают вертикальные конструкции, а потом горизонтальные. Поэтому вопрос состоит в том, какой организационно-технологический метод наиболее эффективен. Для оптимизации технологического решения задачи предлагается рассмотреть два различных организационно-технологических процесса возведения многоэтажных зданий с применением одной и той же опалубочной системы, одинаковыми условиями работы, оборудованием, механизмами. Отличие двух методов заключается в том, что в первом случае применяется последовательное возведение вертикальных и горизонтальных конструкций. А во втором случае возведение горизонтальных и вертикальных конструкций производится одновременно (совмещенно). Возведение зданий с помощью технологии комплексной заливки этажа уже имеет опыт в мировой практике, но в нашей стране такая технология применена не была.

Для решения задач и выявления рационального и экономически наиболее эффективного организационно-технологического процесса возведения монолитных многоэтажных зданий воспользуемся методом планирования эксперимента – а именно – регрессионным анализом.

Регрессия – это закон изменения условного математического ожидания выходной величины в зависимости от изменения входной величины [6].

Общие виды уравнения регрессии имеют такой вид: $y = F(x) + E$, при линейной зависимости уравнение регрессии имеет вид:

$$F(x, y) = \alpha x + \alpha_A,$$

где α – коэффициенты регрессии;
 x – фактор, который влияет на отклик;
 y – отклик.

При разработке математической модели в первую очередь необходимо задаться целью, а именно какой отклик мы хотим получать, зная влияющие факторы. А уже после необходимо определить факторы, которые предположительно влияют на исходный результат (отклик) [7]. Перед разработкой плана эксперимента были выявлены факторы, влияющие на выработку, сроки возведения и удельную трудоемкость. При возведении монолитного каркаса к числу таких факторов относятся: площадь этажа, (m^2), высота этажа (m), выбранный способ бетонирования. При построении математической модели был осуществлен переход от натурального значения фактора к кодированному (табл. 1).

Таблица 1 – Кодирование факторов

№ п/п	Обозначение фактора	Физический смысл фактора	Ед. изм.	Интервал варьирования	Уровни факторов		
					-1	0	+1
1	X_1	Площадь этажа	m^2	918	324	1 242	2 160
2	X_2	Высота этажа	m	0,3	2,7	3	3,3
3	X_3	Организац.- технологич. метод	ед.	0,5	0	0,5	1

где X_3 – организационно-технологический метод, на уровне (-1) принято значение 0-метод комплексного возведения вертикальных и горизонтальных конструкций, а на уровне (+1) принято значение 1-метод последовательного возведения вертикальных и горизонтальных конструкций многоэтажных каркасных монолитных зданий.

Реализация полного факторного эксперимента (ПФЭ) при варьировании всех факторов на двух уровнях потребовала проведения восьми опытов. С целью оценки чистой ошибки эксперимента план был реплицирован, результаты репликации с двумя параллельными опытами приведены в табл. 2. Общий вид линейного уравнения регрессии с учетом взаимодействия факторов:

Таблица 2 – Матрица планирования ПФЭ с учетом взаимодействия факторов

№ опыта	Факторы (кодированные значения)								Переменная состояния (отклик, выработка), м ³ /дн.			Оценка дисперсии
									Опыт 1	Опыт 2	Среднее	S _{2yi}
	X ₀	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃	X ₁ X ₂ X ₃	Y ₁	Y ₂	Y _{ср}	
1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	13,88	12,82	13,35	0,5618
2	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	30	31	30,5	0,5
3	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	14,56	13,44	14	0,6272
4	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	28,7	27,82	28,26	0,3872
5	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	9,8	9,26	9,53	0,1458
6	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	26,6	27,35	26,975	0,28125
7	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	9,7	9,2	9,45	0,125
8	1	1	1	1	1	1	1	1	26,28	25,57	25,925	0,25205

$$Y(x_1, x_2, x_3) = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i=1}^k \sum_{j=i+1}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k \sum_{j=i+1}^k \sum_{p=j+1}^k b_{ijp} x_i x_j x_p,$$

где b_0 – свободный член;
 b_i – коэффициент при линейных членах, отражающий влияние i -го фактора на функцию отклика;
 b_{ij} – коэффициент при членах, отображающих парные линейные взаимодействия,
 b_{ijp} – коэффициент при члене, отображающее линейные взаимодействия трех факторов,
 k – число входных параметров.

Таблица 3 – Значения коэффициентов уравнения регрессии

b_0	b_1	b_2	b_3	b_{12}	b_{13}	b_{23}	b_{123}
19,74875	8,16625	-0,34	-1,77875	-0,4825	0,31375	0,0575	0,24
Значим	Значим	Значим	Значим	Значим	Значим	Не значим	Значим

Определим коэффициенты уравнения регрессии, представлены в табл. 3.

После проведения всех проверок сделаем выводы: дисперсии однородны, все коэффициенты модели, кроме b_{23} , являются значимыми, (значит коэффициент b_{23} в уравнение регрессии не включаем), по таблице распределения Фишера при уровне значимости $\alpha = 0,05$ – модель адекватна. Запишем полученное уравнение регрессии:

$$Y = 19,7488 + 8,16625X_1 - 0,34X_2 - 1,77875X_3 - 0,4825X_1X_2 + 0,31375X_1X_3 + 0,24X_1X_2X_3.$$

Для записи математической модели в реальных физических величинах произведем обратный переход от стандартизированного масштаба к натуральному, получив, таким образом окончательный вид линейной модели [8]:

$$\begin{aligned} \tilde{Y} = & 19,7488 + 8,16625\left(\frac{\tilde{x}_1 - 1242}{918}\right) - 0,34\left(\frac{\tilde{x}_2 - 3}{0,3}\right) - 1,77875\left(\frac{\tilde{x}_3 - 0,5}{0,5}\right) - 0,4825\left(\frac{\tilde{x}_1 - 1242}{918}\right)\left(\frac{\tilde{x}_2 - 3}{0,3}\right) + 0,31375\left(\frac{\tilde{x}_1 - 1242}{918}\right)\left(\frac{\tilde{x}_3 - 0,5}{0,5}\right) + \\ & + 0,24\left(\frac{\tilde{x}_1 - 1242}{918}\right)\left(\frac{\tilde{x}_2 - 3}{0,3}\right)\left(\frac{\tilde{x}_3 - 0,5}{0,5}\right) \end{aligned}$$

С помощью полученного уравнения регрессии построим графики зависимости и проанализируем их (рис. 1–3).

ВЫВОДЫ

Исследование альтернативных методов возведения монолитных многоэтажных каркасных зданий показало, что наиболее эффективным является метод совместной заливки этажа.

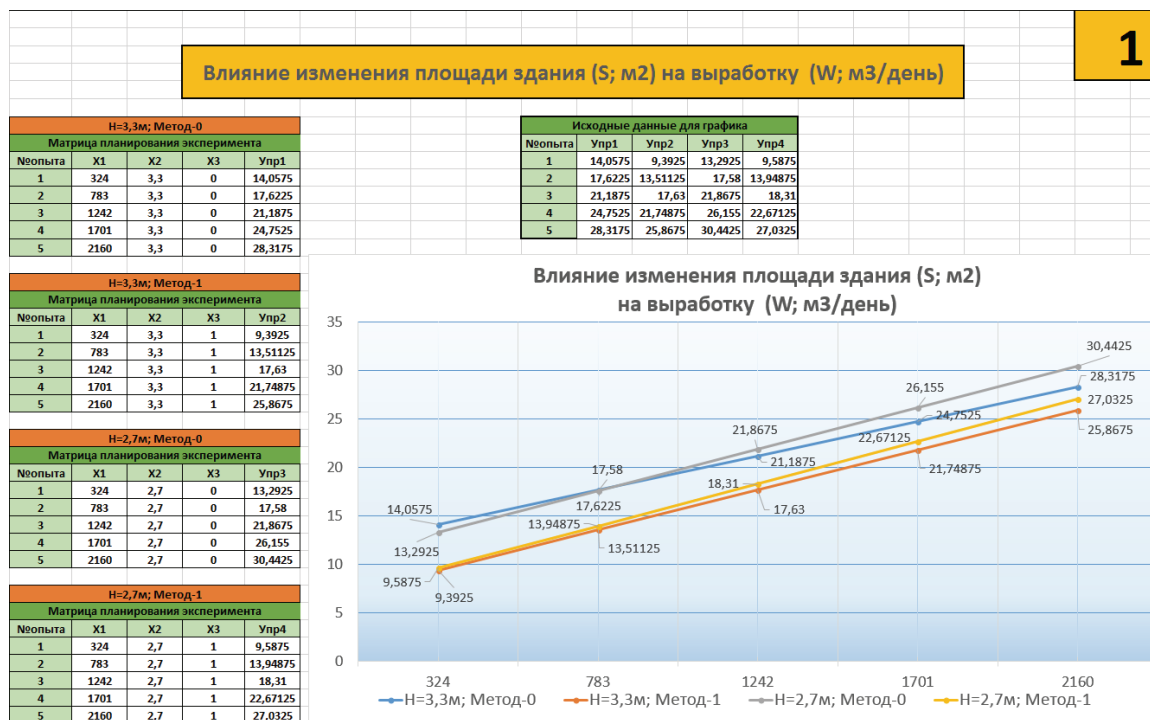


Рисунок 1 – Влияние изменения площади здания на выработку.

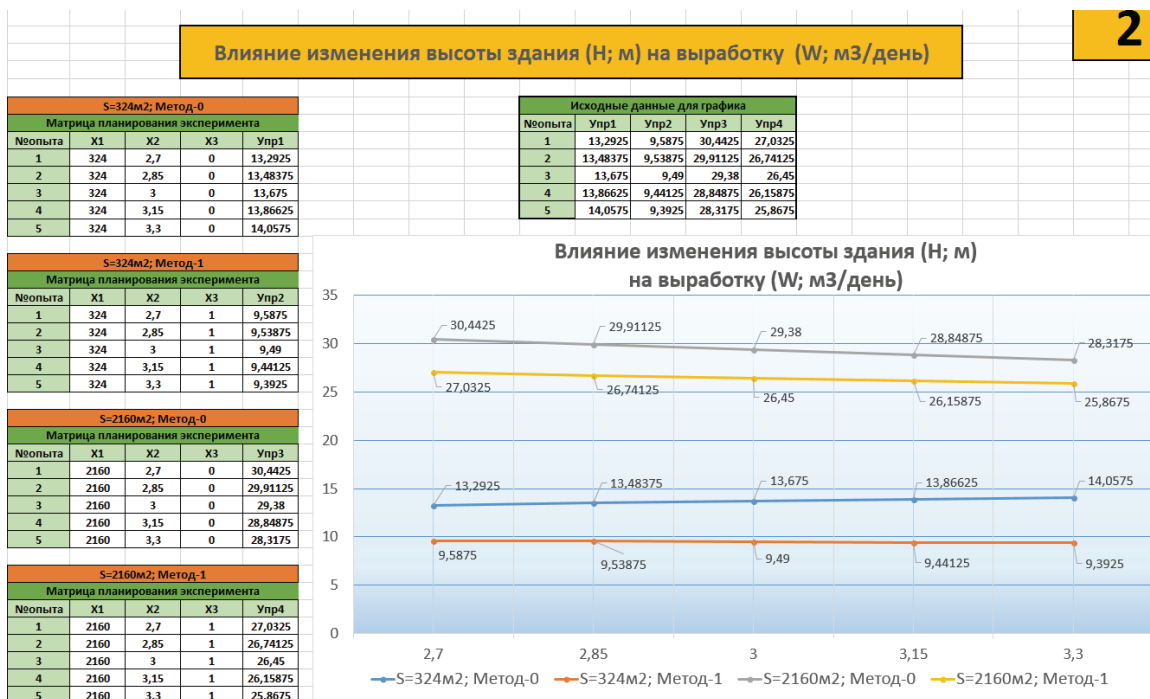


Рисунок 2 – Влияние изменения высоты здания на выработку.

Анализ полученного уравнения регрессии и построенных графиков определил, что самым влиятельным фактором является площадь этажа здания, при увеличении площади выработка повышается; метод совместной заливки этажа –0 – эффективнее, чем метод последовательного возведения вертикальных и горизонтальных конструкций –1 в 1,77 раза; самым незначительным фактором является высота этажа, при увеличении высоты выработка понижается, но при площади приблизительно до 800 м² увеличение высоты этажа оказывает положительное влияние на функцию отклика.

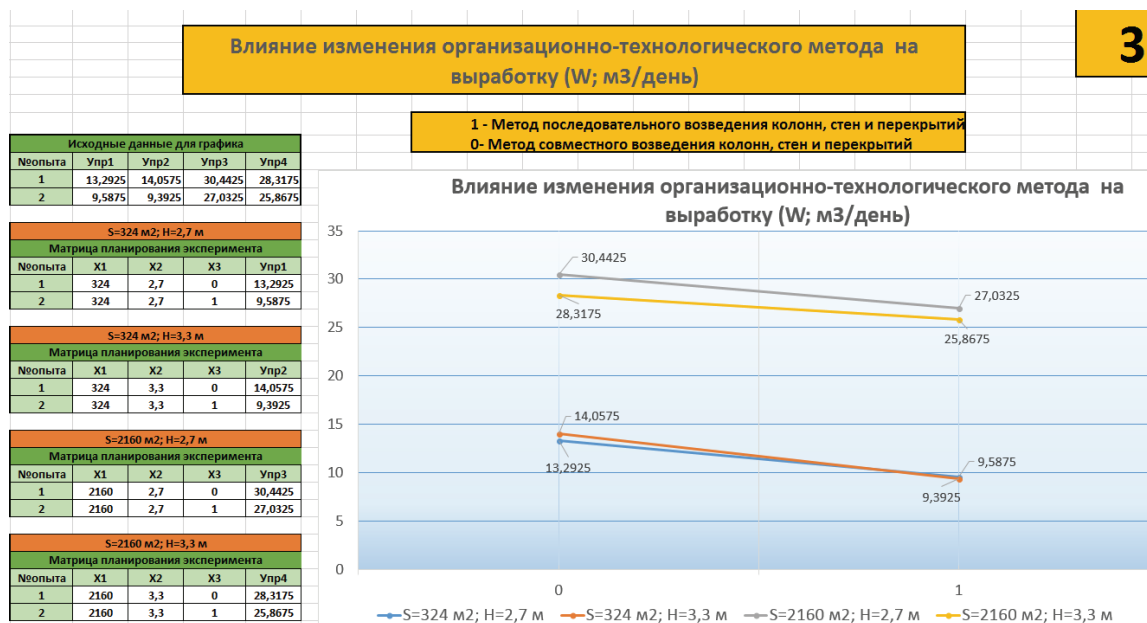


Рисунок 3 – Влияние изменения организационно-технологического метода на выработку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гусаков, А. А. Выбор проектных решений в строительстве [Текст] / А. А. Гусаков, Э. П. Григорьев, О. С. Ткаченко и др. – Под ред. А. А. Гусакова. – М. : Стройиздат, 1982. – 268 с.
- СП 48.13330.2011 Организация строительства [Текст]. – Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. – Введ. 2011-05-20. – М. : Минрегион России, 2011. – 25 с.
- СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции [Текст]. – Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. – Введ. 2013-07-01. – М. : Минрегион России, 2013. – 293 с.
- СП 54.13330.2011 Здания жилые многоквартирные [Текст]. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003. – Введ. 2011-05-20. М. : Минрегион России, 2011. – 40 с.
- Спирин, Н. А. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента [Текст] / Н. А. Спирин, В. В. Лавров. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. – 257 с.
- Хартман, К. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов [Текст] / К. Хартман, Э. Лецкий, В. Шефер. – Пер. с нем. – М. : Мир, 1977. – 552 с.
- Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1976. – 280 с.

Получено 03.04.2018

А. М. ЮГОВ, О. Г. ЛИФАНОВ, А. С. КАРПЕНКО
 ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО
 ПРОЦЕСУ ЗВЕДЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВИХ КАРКАСНО-МОНОЛІТНИХ
 БУДІВЕЛЬ НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОГО ЗАЛИВАННЯ ПОВЕРХУ
 ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Надана стаття присвячена питанням, які пов'язані з організаційно-технологічними методами зведення монолітних багатоповерхових каркасних будівель. Монтаж монолітних багатоповерхових каркасних будівель може виконуватися різними методами зведення, що необхідно враховувати при виборі технологічного процесу.

Ключові слова: комплексне заливання поверху, поєднане бетонування, планування експерименту, регресійний аналіз, повний факторний експеримент, техніко-економічні показники.

ANATOLY YUGOV, OLEG LIFANOV, ANASTASYA KARPENKO
THE CHOICE OF RATIONAL ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL
PROCESS OF CONSTRUCTION OF MULTI-STOREY FRAME-MONOLITHIC
BUILDINGS THROUGH AN INTEGRATED POURING THE FLOOR
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The presented article is devoted to the issues related to organizational and technological methods of construction of multi-storey frame monolithic buildings. Installation of multi-storey frame monolithic buildings can be performed by various methods of construction, which must be taken into account when choosing the process.

Key words: the complex shading of the floor, combined concreting, design of experiments, regression analysis, full factorial design, technical and economic indicators.

Югов Анатолий Михайлович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование, монтаж, эксплуатация, техническая диагностика, оценка технического состояния, реконструкция, усиление и демонтаж строительных металлических конструкций, технология и организация работ при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

Лифанов Олег Григорьевич – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: возведение многоэтажных каркасно-монолитных зданий.

Карпенко Анастасия Сергеевна – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: возведение многоэтажных монолитных зданий с применением несъемных опалубочных систем.

Югов Анатолій Михайлович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування, монтаж, експлуатація, технічна діагностика, оцінка технічного стану, реконструкція, посилення та демонтаж будівельних металевих конструкцій, технологія і організація робіт, при будівництві і реконструкції будівель і споруд.

Ліфанов Олег Григорович – магістрант кафедри технології і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: зведення багатоповерхових каркасно-монолітних будівель.

Карпенко Анастасія Сергіївна – магістрант кафедри технології і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: зведення багатоповерхових монолітних будівель із застосуванням незнімних опалубних систем.

Yugov Anatoly – D. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing, assembling, exploitation, technical diagnostics, estimation of technical state, reconstruction, reinforcement and dismantling of building metal constructions, construction engineering and management, white building and reconstruction of buildings and structures.

Lifanov Oleg – Master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: construction of multi-storey frame-monolithic buildings.

Karpenko Anastasya – Master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: construction of multi-storey monolithic buildings with application of non-removable formwork systems.

УДК 711.5:624.014-056.26

Н. В. ШОЛУХ, В. Н. ВАСЫЛЕВ, А. В. АНИСИМОВ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПРЕПЯТСТВЕННОГО ДОСТУПА ИНВАЛИДАМ К ЖИЛЫМ И СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫМ ОБЪЕКТАМ ГОРОДА В УСЛОВИЯХ ЗНАЧИТЕЛЬНЫХ НОРМАТИВНЫХ И ПЛАНИРОВОЧНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Аннотация. Статья посвящена проблеме обеспечения беспрепятственного доступа инвалидам к жилым и социально значимым объектам города в условиях значительных нормативных и планировочных ограничений. Акцентируется внимание на актуальности и особой социальной значимости ускоренного решения вопросов, связанных с созданием необходимых удобств для проживания и обслуживания физически ослабленных и немощных людей, вынужденных передвигаться на инвалидных креслах-колясках. Авторами рассматриваются примеры стихийного и целенаправленного проектирования и строительства «Обеспечение беспрепятственного доступа инвалидам к жилым и социально значимым объектам города в условиях ...ненормативных» пандусов, примыкающих к балконам и оконным проемам помещений первых этажей многоэтажных жилых и общественных зданий, построенных по типовым проектам 50–80-х годов XX столетия. Пандусы различных планировочных и конструктивных решений анализируются на предмет удобства и безопасности эксплуатации скорости и трудоемкости монтажа, а также степени универсальности. В качестве одного из примеров приводится разработанный авторами экспериментальный проект устройства одномаршевого «ненормативного» пандуса из легких металлических конструкций. Предлагаемое проектное решение «ненормативного» пандуса отличается удобством и безопасностью эксплуатации, относительной легкостью монтажа, а также определенной степенью универсальности его практического использования. На основе результатов выполненных исследований и экспериментального проектирования делается вывод о правомочности и целесообразности преодоления некоторых ненормативных и планировочных ограничений в целях максимально ускоренного оказания помощи физически ослабленным и немощным людям, вынужденным передвигаться на инвалидных креслах – колясках.

Ключевые слова: лица с тяжелыми нарушениями в сфере опорно-двигательного аппарата, трудности передвижения и социально-бытового обслуживания, непреодолимые участки подъема и спуска, нормативные и планировочные ограничения, варианты устройства пандуса, легкие металлические конструкции и элементы, обеспечение беспрепятственного доступа, удобство и безопасность эксплуатации, универсальность практического использования.

Мы, сильные, должны сносить немощи бессильных и не себе угодать.

Послание к Римлянам святого апостола Павла, XV, 1

Если будешь строить новый дом, то сделай перила около кровли твоей, чтобы не навести тебе крови на дом твой, когда кто-нибудь упадет с него.

Пятая книга Моисеева, XXII, 8

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ, ЕЕ СВЯЗЬ С ВАЖНЫМИ СОЦИАЛЬНЫМИ И НАУЧНЫМИ ЗАДАЧАМИ

Создание комфортных условий проживания и социально-бытового обслуживания для инвалидов и различных категорий физически ослабленных и немощных людей было и остается одним из важнейших направлений внутренней социальной политики многих стран мира, включая Украину и ее отдельные регионы и области. Особенно острое социальное звучание эта проблема приобретает в

© Н. В. Шолух, В. Н. Васылев, А. В. Анисимов, 2018

промышленных городах Донбасса, на территориях которых сконцентрировано огромное количество предприятий тяжелой промышленности, отличающихся, как известно, весьма тяжелыми и опасными условиями труда и являющихся в большинстве своем мощными источниками техногенного загрязнения окружающей среды. Именно в промышленных городах Донецкого региона, где предприятия тяжелой промышленности являются градообразующими, регистрируются одни из самых высоких показателей по производственно обусловленной заболеваемости и инвалидности среди трудящихся (если сравнивать с аналогичными показателями по другим индустриально развитым регионам Украины и в целом Европы). Именно в промышленных городах Донбасса, территории которых загрязнены, отмечаются одни из самых высоких показателей по числу детей, рождающихся со всевозможными отклонениями в развитии, приводящими в конечном итоге к инвалидности. Тяжелые и опасные условия труда на производстве, нередко приводящие к различным хроническим заболеваниям и физическим увечьям, а также высокая степень техногенного загрязнения селитебных территорий, провоцирующая появление всевозможных генных мутаций в организме человека, – очень существенные, но не единственные факторы, влиянием которых можно объяснить высокое процентное соотношение доли инвалидов и различных категорий ослабленных людей в общей массе городского населения этого региона. Сложная социально-политическая ситуация, складывающаяся в Украине и непосредственно на приграничных территориях Донецкого региона – следующий существенный фактор, негативное действие которого проявляется в увеличении числа лиц, становящихся инвалидами в результате боевых действий. Если для человека с инвалидностью, обусловленной какой-либо врожденной патологией, имеется определенный резерв времени, чтобы как-то адаптироваться и подготовиться к специфическим условиям жизнедеятельности, то для человека, «внезапно» оказавшегося в инвалидном кресле-коляске, такого резерва времени практически не существует.

Для того, чтобы на вполне законном основании каким-либо образом переоборудовать подъезд или непосредственно квартиру на первом этаже многоквартирного жилого дома под специфические нужды и функциональные возможности инвалида-колясочника, потребуются пройти довольно долгий и сложный путь всевозможных согласований, посетить немалое количество различных инстанций с целью получения необходимых разрешительных бумаг на проектирование и строительство. Преодоление многочисленных правовых и нормативных ограничений, прописанных в соответствующих положениях и инструкциях, может оказаться крайне сложным или практически невозможным для одинокого человека, передвигающегося на инвалидном кресле-коляске (равно как и для его родных и близких или совершенно посторонних лиц, искренне заинтересованных в оказании помощи такому человеку). Очевидно, что мероприятия по улучшению условий проживания и социально-бытового обслуживания физически ослабленных и немощных людей не должны откладываться на долгосрочную перспективу. Оказание такого рода помощи данным категориям населения должно осуществляться в кратчайшие сроки и, что следует подчеркнуть, независимо от того, насколько законными и обоснованными могут оказаться те или иные правовые или нормативные ограничения. Здесь, как и ранее, речь идет об ограничениях, которые могут быть прописаны в действующих и вновь разрабатываемых положениях и инструкциях, регламентирующих вопросы проектирования и строительства. Можно видеть, что рассматриваемая нами проблема имеет тесную связь с очень важными социальными задачами, в ускоренном безотлагательном решении которых могут остро нуждаться многие физически ослабленные и немощные люди, вынужденные передвигаться на инвалидных креслах-колясках [4–6 и др.].

Отмечая тесную связь проблемы с важными социальными задачами, необходимо обратить внимание на ее не менее выраженный научный ракурс. Есть все основания полагать, что ускоренному и эффективному решению названных задач будут во многом способствовать целенаправленные научные исследования и экспериментально-проектные разработки, посвященные обеспечению беспрепятственного доступа инвалидам-колясочникам к жилым и социально значимым объектам города в условиях значительных нормативных и планировочных ограничений. Требуется решить ряд научных задач, связанных с анализом имеющегося опыта в данной области, а также с разработкой новых планировочных и конструктивно-технических приемов и средств, реализация которых на практике позволит инвалидам-колясочникам легче попадать во внутрь здания и выходить из него, минуя при этом «недоступную» для них центральную зону главного входа. Таким образом, можно говорить о том, что проблема, предполагаемая нами к рассмотрению в данной статье, имеет тесную связь как с социальными, так и научными задачами. При этом важно подчеркнуть, что от основательности и содержательности решения научных задач будет в немалой степени зависеть оперативность и эффективность решения социальных задач.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ДОСТИЖЕНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Написанию этой статьи, как и ранее подготовленных нами работ на данную тематику, предшествовало углубленное изучение достаточно большого объема специализированной научной и нормативной литературы, включая всевозможные методические и справочные пособия по вопросам проектирования и строительства для нужд инвалидов, людей преклонного и старческого возраста, а также других маломобильных групп населения. [1–3, 7–9, 11, 13–15 и др.] Особое внимание было уделено поиску и анализу научных, методических и нормативных изданий, посвященных непосредственно вопросам реконструкции существующих типовых зданий и сооружений с учетом потребностей лиц, передвигающихся на инвалидных креслах-колясках или с помощью нескольких вспомогательных опор на колесиках [2, 3, 7, 9, 11, 13, 15 и др.]. К сожалению, в современной теории проектирования и строительства интересующие нас вопросы, несмотря на свою актуальность и особую социальную значимость, не получили должного внимания и раскрытия. Исключения могут составить лишь одиночные эпизодические публикации иностранных специалистов [19, 20 и др.], которые частично касаются этих вопросов, а также некоторые ранее опубликованные работы авторов этой статьи, в частности: «Социальные и методические аспекты реконструкции застройки промышленного города в районах компактного проживания слепых» (Н. В. Шолух, А. В. Анисимов) [18], «Проектирование для нужд маломобильных групп населения в фокусе внимания академической науки: опыт Донбасской национальной академии строительства и архитектуры» (Н. В. Шолух, А. В. Анисимов [18], А. Е. Надъярная, А. В. Бородин) [17], «Адаптация инфраструктурных объектов промышленного города к потребностям маломобильных групп населения: организационные и технологические аспекты» (Н. В. Шолух, А. Е. Надъярная, А. В. Анисимов) [16]. Ощущается явная нехватка специализированной научной и нормативной литературы, детально разъясняющей и регламентирующей вопросы реконструкции существующих типовых зданий и сооружений в соответствии с потребностями указанных категорий населения. В сложившихся условиях специалистам, занимающимся реальным проектированием и строительством, приходится полагаться лишь на имеющиеся нормативные документы или методические пособия, подготовленные на их основе. В числе таких наиболее востребованных документов и пособий необходимо отметить следующие: ДБН В.2.2-9-2009 Державні будівельні норми України. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення [8]; ДБН В.2.2-17:2006 Державні будівельні норми України. Будинки і споруди. Доступність будинків і споруд для маломобільних груп населення людей з особливими потребами: «Методичний посібник» (подготовленный Львовским обласным отделением Украинского фонда «Реабілітація інвалідів» в 2006 году) [11] и некоторые другие. Отдавая должное значению этих и других не названных здесь нормативных документов и методических пособий, все же следует признать, что в большинстве из них в основном содержатся общие правила и рекомендации касательно того, как поступать в сравнительно упрощенных, стандартных ситуациях, и совершенно не освещаются те случаи, когда, например, особенности планировочных или конструктивных решений существующих зданий не позволяют устраивать пандусы или какие-либо иные необходимые для инвалидов приспособления в соответствии с нормами. В этой связи уместно будет ознакомиться не только с точкой зрения специалистов, но и тех людей, которые вынуждены передвигаться на инвалидных креслах-колясках и могут дать очень тонкую и объективную оценку существующим подходам и достижениям в данной области.

В книге «Доступная среда глазами инвалида», написанной Е. Г. Леонтьевой (человеком, волей судьбы оказавшимся в инвалидном кресле-коляске), отмечается, что многие нормативные положения и инструкции, касающиеся устройства пандусов и других вспомогательных приспособлений для инвалидов, отличаются некоторой противоречивостью и неоднозначностью трактования, а также крайней сложностью или полной невозможностью их соблюдения в отдельных реальных случаях [15]. В этой книге, представленной как научно-популярное издание, можно найти частичный ответ на один из интересующих нас вопросов: как поступать в тех случаях, когда оказание помощи человеку, остро нуждающемуся в ней, будет в той или иной степени противоречить действующим правовым или нормативным положениям. Один из подразделов данной книги посвящен рассмотрению особенностей устройства и эксплуатации так называемых ненормативных пандусов. Последние позиционируются как альтернативное решение, которое может иметь место в тех случаях, когда устройство пандуса с соблюдением всех правовых и нормативных требований является практически невозможным. В данной книге отмечается, что, согласно рекомендациям общественной организации инвалидов-колясочников «Свободное движение», в исключительных случаях (например, связанных с реконструкцией существующих жилых или иных социально значимых объектов) разрешается

устанавливать пандусы с максимально допустимым уклоном маршей 15 % (предельное значение – 18 %). Приведем несколько фрагментов из этой книги, в которых ее автором указывается, в каких случаях устройство пандусов со значительным превышением нормативного уклона может считаться правомочным и целесообразным.

«Пандусы с уклоном до 15 % должны иметь право на существование в тех случаях, когда возможности проектирования объективно ограничены» [15, с. 46]. По мнению Е. Г. Леонтьевой (еще раз повторимся, человека, передвигающегося на инвалидном кресле-коляске), подъем по такому пандусу для инвалида не составит больших сложностей, если он сможет воспользоваться поручнями, установленными по обе стороны марша. Что же касается пандусов с уклоном, значительно превышающим 15% (с предельным значением 18 %), то они, по мнению автора данной книги, также могут иметь право на существование в определенных исключительных ситуациях: «В социально значимых объектах (например, в жилых домах и т. п.) и в безальтернативных случаях, когда доступ инвалидам на колясках должен быть обеспечен в обязательном порядке (например, в здания администрации города, соцзащиты), возможен пандус с большим уклоном (свыше 15 %). В середине такого пандуса должны быть обязательно выполнены ступеньки на ширину 28...30 см для предотвращения соскальзывания помощника» [15, с. 46].

Следует сказать, что в некоторых случаях (которые, к сожалению, являются нередкими) необходимость устройства ненормативного пандуса может быть вынужденной мерой, обусловленной, в свою очередь, недостаточностью или полным отсутствием внимания к просьбам инвалида – колясочника со стороны соответствующих служб города.

Использование ненормативных пандусов, а также других вспомогательных приспособлений и элементов, выполненных с некоторыми отступлениями от нормативных требований, существенно увеличивает возможности своевременного оказания помощи физически ослабленным и немощным людям. Вместе с тем многие важные вопросы остаются нерешенными. Во-первых, в части чего и в какой степени допустимы отклонения от действующих норм при устройстве пандусов и других вспомогательных приспособлений и элементов, чтобы при этом не терялись их такие значимые качества, как удобство и безопасность эксплуатации? Во-вторых, каким образом можно упростить процесс проектирования и строительства пандусов и других вспомогательных приспособлений и элементов в целях сокращения временных и финансовых затрат, а также требующихся материальных ресурсов? И, наконец в-третьих, можно ли достичь определенной степени универсальности разрабатываемых проектных решений подобных сооружений и приспособлений с целью их последующего многократного использования и в случае необходимости сравнительно легкого демонтажа?

В отсутствии ответов на эти и другие тесно связанные с ними вопросы и заключается **нерешенная часть проблемы**, которой посвящается данная статья. Исходя из этого, основная **цель нашего исследования** может быть сформулирована следующим образом: на основе анализа имеющегося опыта и экспериментального проектирования и строительства разработать научно-практические рекомендации и предложения по устройству пандусов для обеспечения беспрепятственного доступа инвалидам-колясочникам к жилым и социально значимым объектам города в условиях значительных нормативных и планировочных ограничений.

Сложившаяся практика стихийного устройства ненормативных пандусов: достоинства и недостатки

Стихийное устройство пандусов и других вспомогательных приспособлений и элементов, выполненных с теми или иными отступлениями от норм, является весьма характерным явлением для многих промышленных городов и поселков Донецкого региона, где, как уже упоминалось ранее, регистрируются одни из самых высоких показателей по инвалидности и заболеваемости среди населения (по сравнению с другими индустриальными регионами Украины и в целом Восточной Европы). Несмотря на то, что самопроизвольное возведение ненормативных пандусов и других подобных конструкций находится в явном противоречии со многими правовыми и нормативными положениями и инструкциями, оно достаточно широко приветствуется и поддерживается как самими инвалидами-колясочниками, так и теми, кто заинтересован в ускоренном оказании помощи таким людям (родными и близкими, представителями общественности).

Анализ выявленных примеров стихийного устройства ненормативных пандусов позволяет говорить об их исключительно широком типологическом многообразии: последние могут существенно различаться между собой по расположению в пространстве, планировочному и конструктивному решениям, составу и объему используемых строительных материалов, а также по многим другим важным характеристикам. С учетом зрения темы исследования, нас в первую очередь будут интересовать типологические группы, сформированные на основе использования следующих значимых

критериев: во-первых, удобства и безопасности эксплуатации; во-вторых, степени универсальности и адаптивности планировочных и конструктивных решений применительно к использованию в условиях различной типовой застройки (в том числе сформировавшейся в 50–80-е годы XX столетия).

Основу содержания первой типологической группы, выделенной нами в данном исследовании, составляют пандусы, отличающиеся чрезвычайно упрощенным планировочным и конструктивным решением (если сравнивать с пандусами других типов, о которых будет сказано далее). Такие пандусы могут состоять из одного или нескольких металлических листов, которые укладываются непосредственно на лестничные марши и закрепляются на них с помощью анкерных или болтовых соединений или посредством приваривания к имеющимся закладным деталям. Такое решение заведомо предопределяет очень большое превышение допустимого нормативного уклона марша пандуса, максимальное значение которого должно быть не более 8,33 %. Нанесение определенного рифления на поверхность используемого металлического листа, а также устройство с обеих его боковых сторон ограждающих бортиков и перил несколько снижают вероятность неконтролируемого соскальзывания инвалидного кресла-коляски вниз или в сторону, но не исключают этой опасности полностью. Наличие перил на пандусах такого типа является в большей степени исключением, нежели правилом. Отсутствие перил делает такие пандусы малозаметными на фоне широких лестничных маршей, особенно в зимний период года или в затемненное время суток. Плоские металлические листы, уложенные поверх лестничных маршей нередко становятся причиной падения и травмирования «обычных» людей, которые не пользуются инвалидным креслом-коляской и могут не предполагать о наличии подобных конструкций на своем пути.

Таким образом, можно сделать следующее обобщение: пандусы рассматриваемого типа, несмотря на явную упрощенность своего конструктивного решения и относительно малые сроки возведения, являются весьма неудобными и небезопасными в эксплуатации. Очевидно, что в деле ускоренного оказания помощи инвалидам-колясочникам применение подобных пандусов не может считаться оправданным или тем более оптимальным решением.

Ко второй типологической группе предлагается отнести пандусы, основными конструктивными элементами которых являются парные металлические швеллера (или неравнополочные уголки), укладываемые на лестничных маршах параллельно друг другу на определенном расстоянии. Крепление швеллеров к лестничным маршам, как и в ранее рассмотренном случае, осуществляется с помощью анкерных или болтовых соединений или приваривается к уже имеющимся закладным деталям. Среди большого разнообразия пандусов этого типа имеются также такие, у которых направляющие швеллера опираются только на верхние ступени лестничных маршей и их нижние горизонтальные площадки. Благодаря такому решению, уклон пандуса несколько уменьшается, однако в большинстве случаев он остается значительно превышающим нормативное значение. Другой не меньшей сложностью устройства пандусов этого типа является правильное выдерживание оптимального расстояния между швеллерами, при котором все четыре колеса инвалидного кресла-коляски могут попасть в направляющие. Это расстояние не должно превышать 280...300 мм, в противном случае существует высокая вероятность того, что передние колеса некоторых моделей инвалидных колясок могут проваливаться во внутреннюю «ступенчатую» часть пандуса. Расстояние между передними и задними колесами у разных моделей инвалидных кресел-колясок может быть неодинаковым: между передними колесами это расстояние чаще всего меньше, между задними – больше. В реальных условиях добиться того, чтобы пандус, выполненный с использованием направляющих швеллеров, был одинаково удобным и безопасным для движения по нему разных моделей инвалидных кресел-колясок, очень сложно или практически невозможно. Вот что говорится об этом в уже рассматривавшейся нами работе Е. Г. Леонтьевой: «В общественных зданиях и сооружениях установка на ступеньках крылец направляющих швеллеров бессмысленна и неудобна. ... Эти швеллера можно устанавливать, но для конкретного инвалида (например, в подъезде его дома). Установленными по индивидуальному заказу швеллерами будет пользоваться сам инвалид, но нет никакой гарантии, что ими смогут воспользоваться его друзья-инвалиды, приехавшие в гости» [15, с. 47]. В дополнение к сказанному, следует отметить, что на оживленных участках пути, отличающихся интенсивностью движения людских потоков, использование направляющих швеллеров на лестничных маршах в качестве пандусов является малоэффективным и небезопасным как для самих инвалидов-колясочников, так и для их сопровождающих и посторонних людей. Это объясняется не только характером участка пути и имеющимся значительным превышением нормативного уклона, но также тем, что такие пандусы могут оставаться малозаметными на фоне ступеней, так как в большинстве случаев устраиваются без перил и практически никак не выделяются цветом.

Очевидно, что относительная простота монтажа описанных выше пандусов не может считаться тем решающим критерием, на который можно было бы всецело полагаться в деле решения рассматриваемой проблемы.

Пандусы, отличающиеся максимальной приближенностью к нормативным значениям по основным параметрам, а также капитальностью исполнения, составляют третью типологическую группу. Несмотря на стихийность устройства таких пандусов, в большинстве выявленных и проанализированных нами случаев была обнаружена попытка максимально полно придерживаться нормативных требований касательно таких важнейших параметров, как уклон и ширина маршей, габариты верхних и нижних горизонтальных площадок, высота перил и ограждающих бортиков и некоторых других. Имеется немало реально существующих примеров, когда для инвалидов-колясочников, проживающих в квартирах на первых этажах многоэтажных жилых зданий с относительно высоким цоколем, устраиваются двух- трех- и даже четырехмаршевые пандусы, примыкающие к балконам или лоджиям. В подобных случаях выдерживание нормативного уклона нередко оборачивается дополнительным усложнением траектории движения инвалида-колясочника во время его спуска и подъема, а также вынужденным изъятием из общего пользования весьма значительной по площади территории ближайшего внутриворотового или внешнего пространства. Преимущественное использование бетона и различных видов сыпучих и каменных материалов при устройстве таких пандусов неминуемо выводит их в ранг капитальных сооружений, которые в дальнейшем очень плохо поддаются демонтажу или каким-либо планировочным изменениям. Следует также отметить, что сам процесс устройства пандусов этого типа требует немалых финансовых и временных затрат (не говоря уже о том достаточно большом количестве времени, которое может понадобиться для оформления всех необходимых «бумаг»).

Итак, подведем некоторую черту сказанному. Пандусы рассмотренной типологической группы отличаются очень близким соответствием нормативным требованиям, однако процесс их устройства является весьма затратным и длительным во времени. В деле ускоренного оказания помощи определенным категориям инвалидов применение таких пандусов не может считаться оптимальным решением.

Пандусы, выполненные по нестандартной конструктивной схеме: опыт экспериментального проектирования в условиях значительных нормативных и планировочных ограничений

В данной части статьи будут изложены некоторые результаты теоретических исследований и экспериментального проектирования, выполнявшихся авторами в целях подготовки соответствующих предпроектных разработок на тему: «Устройство металлического пандуса для обеспечения беспрепятственного доступа в квартиру на 1-ом этаже многоэтажного жилого дома для человека с ограниченными физическими возможностями». Эта работа выполнялась в рамках государственной бюджетной темы Д-1-01-17 «Разработка концепции создания социального жилья и восстановления объектов инфраструктуры на территориях, пострадавших от военных действий» (2017–2018 гг., гос. рег. №000217), ДонНАСА.

Экспериментальный проект металлического пандуса, о котором далее пойдет речь, разработан авторским коллективом (Н. В. Шолух, В. Н. Васылев, А. В. Анисимов, А. Е. Надъярная, Н. О. Толкачев) на безвозмездной основе на обращение главы администрации Червоногвардейского района г. Макеевки Г. А. Мутыка. Суть содержания данного обращения заключалась в том, чтобы в максимально короткие сроки разработать проектные предложения по обеспечению беспрепятственного доступа инвалиду-колясочнику в его квартиру, расположенную на первом этаже многоэтажного жилого дома. Решение поставленной задачи значительно осложнялось наличием в тамбуре этого дома перепада высот в несколько ступеней, а также крайней стесненностью имеющегося транзитного пространства. В таких условиях устройство пандуса, который бы отвечал нормативным требованиям и не являлся помехой для движения других людей, становилось практически невозможным.

Следует отметить, что подобные сложности являются весьма характерными для многих жилых и общественных зданий, построенных по типовым проектам 50–80-х годов XX столетия [1, 10, 12 и др.]. Обследование большей части существующих типов жилых зданий в прифронтных районах Донецка, Макеевки, Горловки и некоторых других городов и поселков региона, где рассматриваемая проблема стоит очень остро, показало, что обустройство подъездов пандусами (даже ненормативными) представляется крайне сложным или почти невозможным.

В некоторых случаях обеспечение беспрепятственного доступа инвалиду-колясочнику в его квартиру, расположенную на первом этаже многоэтажного жилого дома, становится возможным при

условии примыкания пандуса к площадке балкона или лоджии. В таких случаях особенно востребованным является устройство металлических пандусов, отличающихся относительной легкостью монтажа и достаточно высокими эксплуатационными качествами. В этой связи очень актуальной становится разработка вариантных решений по устройству металлических одномаршевых пандусов с примыканием к балконам или лоджиям первых этажей зданий. Во внимание принимается определенная степень ненормативности устройства таких пандусов, которые тем не менее позволят в крайне сжатые ускоренные сроки, минуя всевозможные нормативные и правовые ограничения, обеспечить беспрепятственный доступ в квартиру для человека, передвигающегося на инвалидном кресле-коляске.

В выполненных предпроектных разработках авторами предложен один из возможных вариантов устройства металлического одномаршевого пандуса, который в состоянии обеспечить беспрепятственный децентрализованный доступ инвалиду-колясочнику в его квартиру, расположенную на первом этаже многоэтажного жилого дома с относительно высоким цоколем (рис. 1, 2) Подъем по наклонной части пандуса начинается с отметки уровня поверхности земли и заканчивается отмет-



Рисунок 1 – Вид на угловую часть здания со стороны квартиры, в которой проживает человек, передвигающийся на инвалидном кресле-коляске (фото авторов, 2017 г.).



Рисунок 2 – Вид на угловую часть здания, где непосредственно находится квартира инвалида-колясочника, со стороны внешней прилегающей территории (фото авторов, 2017 г.).

кой уровня верхней горизонтальной площадки, которая соответственно устанавливается на уровне балконной плиты (рис. 3, 4). Предлагаемые проектные решения по устройству основных составляющих пандуса (его наклонной части; верхней горизонтальной площадки; ограждений с двойными поручнями, идущими на высоте 0,7 и 0,9 м; а также ограждающих бортиков, идущих по внешним границам горизонтальной площадки и марша) практически полностью соответствуют нормативным требованиям. Уклон наклонной части пандуса не превышает максимальных нормативных значений и принимается в данной случае равным 8,33 % (1:12). Незначительное превышение длины марша пандуса, заложенное в предлагаемом проектом решении, обосновывается необходимостью подъема на высоту уровня верхней поверхности балконной плиты, равную 1 м, что несколько превышает предельно допустимое значение (максимальная высота подъема, обеспечиваемая одним маршем пандуса без устройства промежуточных горизонтальных площадок, не должна превышать 0,8 м [7, 9, 11 и др.]. Авторы данных предпроектных разработок допускают возможность устройства второго марша и промежуточной горизонтальной площадки, которые бы обеспечивали недостающую высоту подъема 0,2 м. Вместе с тем, это намного усложнит траекторию пути инвалида-колясочника, не говоря уже об очень существенном усложнении общего конструктивного решения пандуса. Учитывая это, а также то, что данное сооружение будет иметь временный характер использования, было принято решение о продлении марша до отметки уровня поверхности земли.

Если говорить в целом, то по основным параметрам предлагаемое проектное решение пандуса практически полностью соответствует требованиям, которые диктуются ныне действующими нормативными положениями и инструкциями в данной области [9, 11 и др.]. Конструктивно-планировочное решение пандуса обеспечивает достаточно широкий спектр удобств для человека, передвигающегося на инвалидном кресле-коляске. Наклонная часть пандуса располагается с тыльной стороны здания, отступая от стены на полметра и не попадая в сектор обзора со стороны оконных проемов

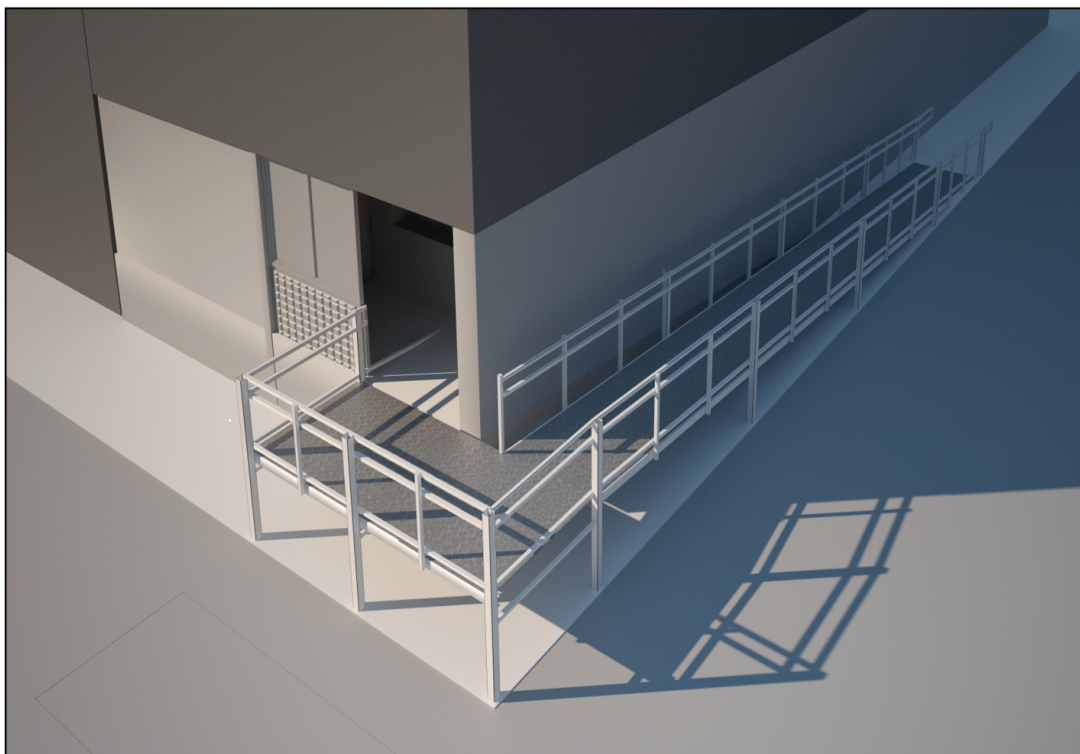


Рисунок 3 – Перспективное изображение пандуса со стороны верхней горизонтальной площадки, демонстрирующее особенности его примыкания к балконной плите (верхний ракурс).



Рисунок 4 – Увеличенный фрагмент вида верхней горизонтальной площадки пандуса, акцентирующий внимание на особенностях устройства перил и ограждающего бортика (фронтальный ракурс).

чужих квартир (рис. 5). Такое размещение пандуса обеспечивает определенный психологический комфорт (некоторую степень уединения) для человека, вынужденного периодически пользоваться данным сооружением.

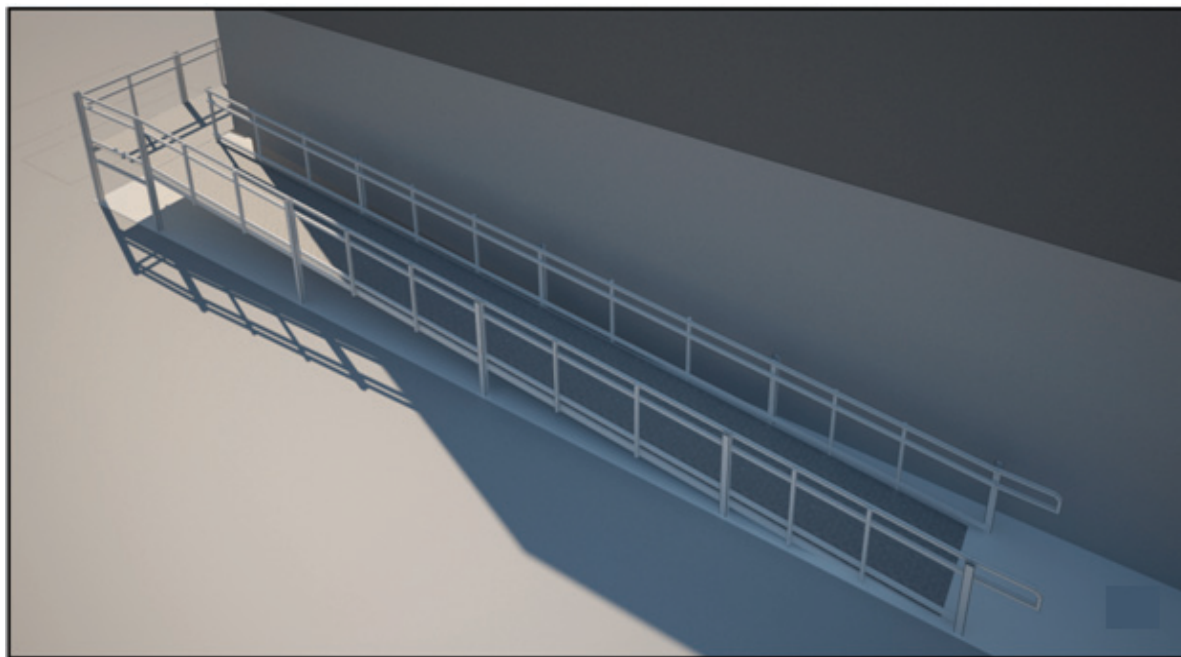


Рисунок 5 – Перспективное изображение пандуса с тыльной стороны здания, демонстрирующее особенности устройства марша, а также определенную степень уединенности инвалида-колясочника во время его спуска и подъема (верхний ракурс).

Предлагаемое конструктивное решение пандуса характеризуется особым принципом устройства фундаментов, которые, с одной стороны, обеспечивают достаточную степень жесткости и устойчивости всей конструкции, с другой стороны, в случае необходимости допускают возможность ее смещения в ту или иную сторону (вплоть до перестановки в совершенно иное место). Стойки, поддерживающие наклонную часть пандуса и его верхнюю горизонтальную площадку, устанавливаются на швеллера, уложенные ребрами вниз на предварительно подготовленное щебеночное основание. Крепление стоек к элементам пандуса, которые они поддерживают, и непосредственно к швеллерам, на которые они устанавливаются, обеспечивается с помощью сварки (возможно использование болтовых соединений). Таким образом устроенный пандус во всех своих «критериальных» поперечных сечениях (имеется в виду по маршу и верхней горизонтальной площадке) работает как жесткая рамная конструкция, обладающая необходимым запасом прочности и надежности.

Металлические пандусы с описанным выше принципом устройства фундаментов могут устанавливаться почти вплотную к границам отмостки здания (или непосредственно его стены), не требуя при этом каких-либо значительных объемов выемки грунта. Достижимое в таких случаях максимально близкое расположение марша пандуса относительно плоскости смежной стены здания позволяет существенно экономить территорию прилегающего пространства, а также намного уменьшает вероятность нарушения пролегающих рядом пешеходных путей (последними могут пользоваться не только инвалиды-колясочники, но и другие жильцы дома или совершенно посторонние люди, проходящие мимо).

Принимая во внимание довольно большую высоту подъема (1 м), а также то, что предлагаемое проектное решение пандуса предусматривает использование преимущественно облегченных металлических конструкций, авторы хотели бы особо подчеркнуть важность неукоснительного соблюдения следующих нормативных требований, от которых во многом будет зависеть удобство и безопасность передвижения человека на инвалидном кресле-коляске:

- по обеим сторонам наклонной части пандуса и по всему периметру его верхней горизонтальной площадки (за исключением транзитного участка, обеспечивающего заезд на балконную плиту) должны быть установлены ограждения с двойными поручнями, соответственно, на высоте 0,7 и 0,9 м;
- во избежание соскальзывания передних колес инвалидного кресла-коляски в сторону по внешним границам наклонной части пандуса и его верхней горизонтальной площадки (за исключением вышеупомянутого транзитного участка) должны быть предусмотрены ограждающие бортики не менее 0,08 м, как это прописано предлагаемым проектным решением;

- металлические листы, используемые для устройства верхней горизонтальной площадки и наклонной части пандуса, должны иметь выраженное рифление, обеспечивающее надежное сцепление колес инвалидного кресла-коляски с опорной поверхностью (в зимнее время в целях обеспечения безопасности движения коляски по пандусу последний должен обязательно очищаться от налипающего снега и возможного обледенения его некоторых участков);
- нижняя горизонтальная площадка пандуса (в данном случае совмещенная с поверхностью земли) должна иметь габариты в плане не менее 1 500×1 500 мм, достаточные для обеспечения удобного и безопасного маневрирования инвалидного кресла-коляски (поверхность нижней горизонтальной площадки пандуса, находящаяся в пределах ее обозначенных границ, должна периодически очищаться от опавшей листвы, снега или каких-либо посторонних предметов, которые могут препятствовать движению инвалидного кресла-коляски);
- покрытие нижней горизонтальной площадки, устраиваемое в один уровень с поверхностью земли, должно быть ровным и одновременно жестким, исключая вероятность проседания или разрушения (рекомендуется покрытие, состоящее из следующих слоев: литой или песчаный асфальт – 5 см; слой бетона – 12...15 см; песчаное основание – 10...12 см; уплотненное земляное полотно);
- для повышения удобства пользования и исключения вероятности травмирования поручни пандуса должны иметь с обеих сторон горизонтальные участки, выходящие за пределы длины марша в его нижней части как минимум на 300...450 мм; завершения поручней должны быть скруглены или как это предложено в данном проектом решении;
- для обеспечения удобства скольжения руки и исключения вероятности ее травмирования все рабочие поверхности верхнего и нижнего поручней должны быть максимально сглажены (зазубрены, остро выступающие срезы и прочие неровности, которые могут остаться после выполнения сварочных работ, должны быть полностью устранены до начала эксплуатации пандуса);
- в случае образования зависающего обледенения на карнизе или парапете снежных стен угловой части здания, пользоваться пандусом категорически запрещается – вплоть до полного устранения образовавшегося обледенения и накопившегося вместе с ним снега.

ОСНОВНЫЕ ОБОБЩЕНИЯ И ВЫВОДЫ

Таким образом, нами рассмотрена проблема обеспечения беспрепятственного доступа инвалидам-колясочникам к жилым и социально значимым объектам города в условиях значительных нормативных и планировочных ограничений.

Показано, что обозначенная проблема приобретает острое социальное звучание во многих промышленных городах и поселках Донецкого региона, в составе населения которых доля физически ослабленных и немощных людей, вынужденных передвигаться на инвалидных креслах-колясках, несравнимо велика и в ближайшее время какого-либо существенного улучшения демографической ситуации не предвидится. В этой связи весьма актуальным становится поиск путей и методов максимально ускоренного оказания помощи таким людям, независимо от складывающихся обстоятельств или каких-либо имеющихся ограничений.

Установлено, что в большинстве существующих жилых и общественных зданий, построенных по типовым проектам 50–80-х годов XX столетия, устройство пандусов и других необходимых приспособлений для инвалидов-колясочников в полном соответствии с нормативными требованиями и в максимально сжатые сроки является крайне затруднительным или почти невозможным. Это не в последнюю очередь объясняется характерными планировочными особенностями объектов типового строительства указанного периода, а также особенностями содержания некоторых ныне действующих нормативных положений и инструкций.

С функциональной, технической и социальной точек зрения рассмотрен экспериментальный проект устройства одномаршевого металлического пандуса, обеспечивающего децентрализованный доступ инвалиду-колясочнику в его квартиру, расположенную на первом этаже многоэтажного жилого дома. Предложенная модель устройства пандуса в полной мере соответствует требованиям удобства и безопасности эксплуатации, отличается относительно малыми сроками возведения, а также определенной степенью универсальности и адаптивности, что существенно расширяет возможности ее практического использования в реальных условиях.

На основе анализа имеющегося опыта и результатов экспериментального проектирования делается заключение о правомочности и обоснованности следующего положения: в особых случаях обеспечение беспрепятственного доступа инвалидам-колясочникам к жилым и социально значимым объектам города может достигаться путем установки пандусов с определенными отступлениями от

норм, но с сохранением полного соответствия требованиям удобства и безопасности эксплуатации. Решение об установке пандусов такого типа принимается исходя из степени значимости объекта, частоты и продолжительности пребывания в нем лиц, передвигающихся на инвалидных креслах-колясках, особенностей их психического и физического состояния, а также имеющихся нормативных и планировочных ограничений и объективной невозможности их устранения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверкиев, В. А. Социально-функциональные основы архитектурно-планировочной организации городского жилища 1950–1960-х годов в Донбассе [Текст] : дис. ...канд. архитектуры : 18.00.02 / Аверкиев Владимир Александрович. – М., 1994. – 180 с.
2. Архитектурная среда обитания инвалидов и престарелых [Текст] / В. К. Степанов, Н. Н. Щетинина, М. Н. Тюрчева [и др.] ; Под ред. В. К. Степанова. – М. : Стройиздат, 1989. – 604 с.
3. Бармашина, Л. М. Формування середовища життєдіяльності для маломобільних груп населення [Текст] / Л. М. Бармашина. – К. : Союз-Реклама, 2000. – 89 с.
4. Глушко, Ю. Социальная защита инвалидов – актуальный вопрос сегодняшнего дня [Текст] / Ю. Глушко // Знамя Победы. – 2015. – 28 ноября – С. 10.
5. Глушко, Ю. Социальная защищенность человека труда [Текст] / Ю. Глушко // Знамя Победы. – 2018. – С. 10.
6. Гончарук, Э. Жизнь – без барьеров: об инвалидах и городской Программе по созданию безбарьерной среды обитания для маломобильной категории населения [Текст] / Э. Гончарук // Знамя Победы. – 2008. – 2 апреля. – С. 2.
7. Дончак, І. О. Пристосування житлового середовища для потреб людей з обмеженими фізичними можливостями [Текст] : навчальний посібник / І. О. Данчак, С. М. Лінда. – Львів : Нац. ун-т «Львівська політехніка», 2002. – 128 с. – ISBN-966-553-429-9.
8. ДБН В.2.2-9-2009. Державні будівельні норми України. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення [Текст]. – На заміну ДБН В 2.2-9-99 ; чинні від 2010-10-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2010 – 50 с.
9. ДБН В 2.2-17:2006. Державні будівельні норми України. Будинки і споруди. Доступність будинків і споруд для маломобільних груп населення [Текст] – На заміну ВСН 62-91 ; чинні від 2007-05-01. – К. : Мінбуд України, 2007. – 22 с.
10. Дослідження проблем розвитку містобудування та архітектури Донбаського регіону [Текст] : Звіт про НДР (заключний): К-2-01-06 / Донбаська національна академія будівництва і архітектури: наук. кер. докт. арх-ри Х. А. Бенаї ; відпов. вик. докт. арх-ри М. В. Шолух. – Макіївка, 2010. – 270 с. – Інв. № 1279.
11. Доступність до об'єктів житлового та громадського призначення для людей з особливими потребами [Текст] : Методичний посібник / Львівське обласне відділення Українського фонду «Реабілітація інвалідів». – Вид. 3-є, допов. – К. : НАІУ, 2006. – 137 с.
12. Исследование проблем развития градостроительства и архитектуры Донбасского региона [Текст] : Отчет о НИР (заключительный): К-2-01-11/ Донбасская национальная академия строительства и архитектуры; науч. рук. докт. арх-ры Х. А. Бенаи; отв. исп. докт. арх-ры Н. В. Шолух. – Макеевка, 2015. – 107с. – Инв. № 1312.
13. Калмет, Х. Ю. Жилая среда для инвалида [Текст] / Х. Ю. Калмет. – М. : Стройиздат, 1990. – 128с.: ил. – ISBN 5-274-01269-8.
14. Крумлинде, Х. Х. Жилище для престарелых и инвалидов [Текст] / Х. Х. Крумлинде; Под ред. А. В. Рошина. – М. : Стройиздат, 1983. – 88 с., ил. – Перевод изд.: Behindertengerechtes Wohnen. Hans H. Krumlinde. – 1979.
15. Леонтьева, Е. Г. Доступная среда глазами инвалида [Текст] : науч.-попул. изд-е / Е. Г. Леонтьева. – Екатеринбург : БАСКО, 2001. – 64 с.
16. Шолух, Н. В. Адаптация инфраструктурных объектов промышленного города к потребностям маломобильных групп населения: организационные и технологические аспекты [Текст] / Н. В. Шолух, А. Е. Надъярная, А. В. Анисимов // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2016. – Вип. 2016-6(122): Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва. – С. 58–68.
17. Шолух, Н. В. Проектирование для нужд маломобильных групп населения в фокусе внимания академической науки: опыт Донбасской национальной академии строительства и архитектуры [Текст] / Н. В. Шолух, А. В. Анисимов, А. Е. Надъярная, А. В. Бородин // Сучасне промислове та цивільне будівництво. – 2016. – Том 12. – № 1. – С. 13–22.
18. Шолух, Н. В. Социальные и методологические аспекты реконструкции застройки промышленного города в районах компактного проживания слепых [Текст] / Н. В. Шолух, А. В. Анисимов // Сучасне промислове та цивільне будівництво. – 2015. – Том 11, Номер 4. – С. 199-212.
19. Grange, K. Accommodating the third age. Designing for older people [Текст] / K. Grange // RIBA Journal. 2011. – Vol. 118. July/August. – P. 32–36.
20. Cass, N. Social exclusion, mobility and access [Текст] / N. Cass, E. Shove, J. Urry // Sociological Review. 2005. – № 3. – P. 539–559.

Получено 03.04.2018

М. В. ШОЛУХ, В. М. ВАСИЛЕВ, А. В. АНІСІМОВ
 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕРЕШКОДНОГО ДОСТУПУ ІНВАЛІДАМ ДО
 ЖИТЛОВИХ І СОЦІАЛЬНО ЗНАЧУЩИХ ОБ'ЄКТІВ МІСТА В УМОВАХ
 ЗНАЧНИХ НОРМАТИВНИХ І ПЛАНУВАЛЬНИХ ОБМЕЖЕНЬ
 ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Стаття присвячена проблемі забезпечення безперешкодного доступу інвалідам до житлових і соціально значущих об'єктів міста в умовах значних нормативних і планувальних обмежень. Акцентовується увага на актуальності й особливій значущості пришвидшеного вирішення питань, пов'язаних із створенням необхідних зручностей для проживання й обслуговування фізично ослаблених та безпомічних людей, вимушених пересуватися на інвалідних кріслах – колясках. Авторами розглядаються приклади стихійного і цілеспрямованого проектування і будівництва «ненормативних» пандусів, що примикають до балконів й віконних прорізів приміщень перших поверхів багатоповерхових житлових та громадських будинків, побудованих за типовими проектами 50–80-х років ХХ століття. Пандуси різних планувальних й конструктивних вирішень аналізуються на предмет зручності й безпеки експлуатації, швидкості і трудомісткості монтажу, а також ступеня універсальності. Як один із прикладів наводиться розроблений авторами експериментальний проект улаштування одномаршового «ненормативного» пандуса із легких металевих конструкцій. Проектне вирішення «ненормативного» пандуса, що пропонується, відрізняється зручністю й безпекою експлуатації, відносною легкістю монтажу, а також певним ступенем універсальності його практичного використання. На основі результатів виконаних досліджень та експериментального проектування зроблено висновок про правомочність і доцільність подолання деяких нормативних й планувальних обмежень із метою максимально пришвидшеного надання допомоги фізично ослабленим і безпомічним людям, вимушеним пересуватися на інвалідних кріслах – колясках.

Ключові слова: особи із важкими порушеннями у сфері опорно-рухового апарата, труднощі пересування й соціально-побутового обслуговування, непереборні ділянки підймання й спускання, нормативні й планувальні обмеження, варіанти улаштування пандуса, легкі металеві конструкції та елементи, забезпечення безперешкодного доступу, зручність і безпека експлуатації, універсальність практичного використання.

NICKOLAY SHOLUKH, VOLODYMYR VASYLEV, ANDREY ANISIMOV
 ENSURING UNLIMITED ACCESS TO DISABLED PEOPLE TO RESIDENTIAL
 AND SOCIALLY IMPORTANT OBJECTS OF THE CITY UNDER THE
 CONDITIONS OF SIGNIFICANT NORMATIVE AND PLANNING LIMITATIONS
 Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article is devoted to the problem of ensuring of unimpeded access for disabled people to residential and socially significant objects of the city in conditions of significant regulatory and planning restrictions. Attention is focused on the relevance and special social significance of accelerated solutions to issues related to creating the necessary amenities for living and serving single who have severe disabilities in the musculoskeletal system and are forced to move around on wheelchairs. The authors consider examples of spontaneous design and construction of «non-normative» ramps that adjoin the balconies and window openings of the premises of the first floors of multi-storey residential and public buildings constructed according to standard designs of the 50–80s of the 20th century. The ramps of various planning and design solutions are analyzed for the convenience and safety of operation, speed and labor-consuming installation, and also the degree of versatility. One of the examples is the experimental design developed by the authors of the device for a single-march «non-normative» ramp made of light metal structures. The proposed design solution of the «non-normative» ramp is differed by the convenience and safety of exploitation, the relative degree of universality of its practical use. Based on the results of the performed studies and experimental design, a conclusion is made about the legitimacy and expediency of overcoming some of the regulatory and planning restrictions with a view to maximally accelerating the provision of assistance to physically weakened and infirm people who are forced to move around on wheelchairs.

Key words: persons with severe disorders in the musculoskeletal system, difficulties in moving and social services, insuperable areas of ascent and descent, normative and planning restrictions, version of the ramp device, lightweight metal structures and elements, ensuring of unimpeded access, convenience and safety of exploitation universality of practical use.

Шолух Николай Владимирович – доктор архитектуры, доцент, профессор кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование особенностей формирования среды жизнедеятельности и реабилитации маломобильных групп населения в городах промышленного типа. Разработка научно-практических рекомендаций

по проектированию и реконструкции объектов социальной и инженерно-транспортной инфраструктуры города с учетом потребностей людей с ограниченными физическими возможностями. Подготовка научно-методических и справочных пособий по вопросам проектирования безбарьерной архитектурной среды.

Васылев Владимир Николаевич – кандидат технических наук, доцент; профессор кафедры металлических конструкций и сооружений, начальник Лаборатории испытаний строительных конструкций и сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: экспериментально-теоретическое исследование работы опор линий электропередачи; регулирование и учет внутреннего напряженного состояния горячекатаного проката в строительных конструкциях.

Анисимов Андрей Владимирович – аспирант кафедры архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: изучение вопросов формирования сферы социально-бытового обслуживания для людей с нарушениями зрения в районах их компактного проживания.

Шолух Микола Володимирович – доктор архітектури, доцент, професор кафедри архітектурного проектування та дизайну архітектурного середовища ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження особливостей формування середовища життєдіяльності та реабілітації маломобільних груп населення в містах промислового типу. Розробка науково-практичних рекомендацій з проектування та реконструкції об'єктів соціальної та інженерно-транспортної інфраструктури міста з урахуванням потреб людей з обмеженими фізичними можливостями. Підготовка науково-методичних та довідкових посібників з питань проектування безбар'єрного архітектурного середовища.

Васылев Володимир Миколайович – кандидат технічних наук, доцент; професор кафедри металевих конструкцій і споруд, начальник Лабораторії випробувань будівельних конструкцій і споруд ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: експериментально-теоретичне дослідження роботи опор ліній електропередавання; регулювання і врахування внутрішнього напруженого стану гарячекатаного прокату в будівельних конструкціях.

Анісімов Андрій Володимирович – аспірант кафедри архітектурного проектування і дизайну архітектурного середовища ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження питань формування сфери соціально-побутового обслуговування для людей з порушеннями зору в районах їх компактного проживання.

Sholukh Nickolay – D. Sc. (Architecture), Associate Professor, Architectural Planning and Design of Architectural Environment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of peculiarities of forming of the environment of vital activity and rehabilitation of not mobile groups of population in towns of industrial type. Working out of science-practical recommendations about planning and reconstruction of the objects of social and engineering-transport infrastructure of town with taking into account the needs of physically handicapped people. Writing of the science-methodical and reference books about planning of barrier-free architectural environment.

Vasylev Volodymyr – Ph. D., Associate Professor; Professor, Metal Structures and Constructions Department, Head of the Laboratory of Testing Building Structures and Buildings, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: experimental and theoretical investigation of power transmission tower operation, control and record of the inner stressed state of the hot rolled metal in building structures.

Anisimov Andrey – Post-graduate student, Architectural Planning and Design of Architectural Environment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of formation of the scope of welfare services for people with visual defects in the areas of their compact settlement.

УДК 622.817:622.411.33

С. В. ШАТОХИН, Н. В. ХАЩЕВАТСКАЯ, Д. А. НЕСКРЕБА

ГУ «Институт физики горных процессов», г. Донецк

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ ШИФЕРА РАЗНОЙ СТЕПЕНИ НАРУШЕННОСТИ

Аннотация. Проведена оценка физико-механических свойств, а также исследование методами термогравиметрического анализа и спектрометрии ядерного магнитного резонанса на протонах водорода в образцах шифера. Выявлены различия в прочностных свойствах с учетом фазового состояния воды в исследуемом материале.

Ключевые слова: ЯМР, фазовое состояние влаги, прочность, трещиностойкость, механические свойства, шифер.

Для оценки степени влияния технологии изготовления шифера были проведены исследования по определению его предельной прочности, трещиноватости, а также фазового состояния воды в материале, используемого для изготовления шифера [1–4].

В соответствии с ГОСТ 30340-95 [5] определялась прочность образцов шифера, для чего из листовых исходных материалов изготавливались пластины размером 45×45 мм, которые в последствии склеивались для получения кубика высотой 45 мм.

На установке объемного неравнокомпонентного нагружения определялась прочность образцов, изготовленных из нарушенного и ненарушенного листового шифера. Результаты полученных исследований приведены на рисунке и в таблице 1.

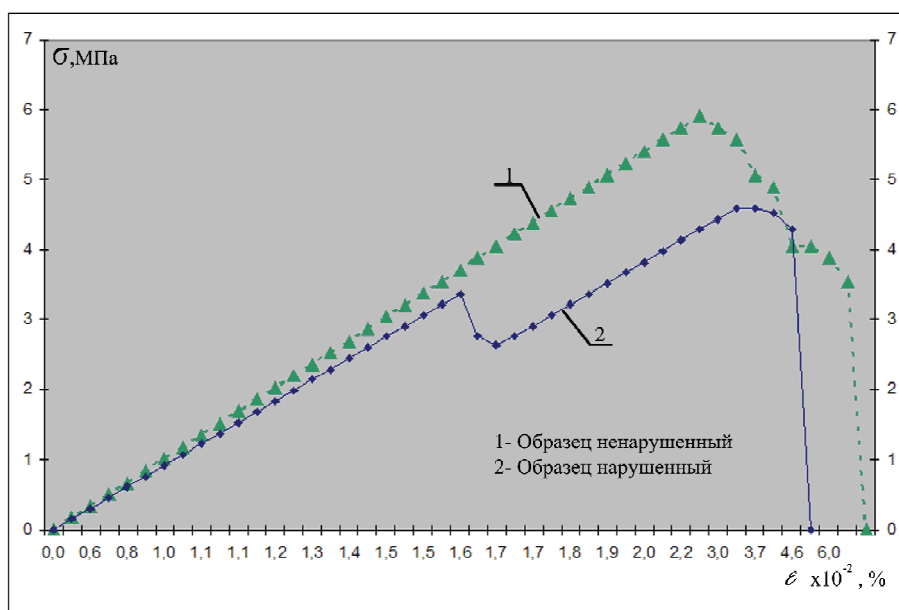


Рисунок – График зависимости прилагаемого усилия от деформации.

Таблица 1 – Физико-механические свойства исследуемых образцов шифера

	$\sigma_{сжатия},$ кг/см ² (предельная прочность образца на одноосное сжатие)	$E \times 10^4,$ кг/см ² (модуль упругости)	$\gamma, \text{Дж/м}^2$ (эффективная поверхностная энергия)	$L, \text{мм}$ (критический размер трещины, разрушающей материал)	$\sigma_{сжатия},$ кг/см ² (предельная прочность образца на одноосное сжатие)
Образец № 1 (ненарушенный)	537	2,44	0,46	0,077	537
Образец № 2 (нарушенный)	459	0,9	0,71	0,06	459

Анализ представленных результатов свидетельствует, что прочность у образца из нарушенного материала на 20 % меньше, а модуль упругости, характеризующий жесткость структуры, в среднем в 2,7 раза меньше. Кроме этого, оценивалась трещиностойкость ЭПЭ (эффективная поверхностная энергия), одна из наиболее информативных характеристик трещиностойкости, результаты которой приведены в таблице 2. Анализ результатов показывает, что у ненарушенного образца трещиностойкость в среднем в 1,5 раза меньше.

Таблица 2 – Расчет величины эффективной поверхностной энергии образцов шифера

	$L, \text{см}$	$P, \text{кг}$	$l, \text{см}$	$h, \text{см}$	$\gamma, \text{Дж/м}^2$
Образец № 1 (ненарушенный)	15	10,52	0,52	2,0	0,46
Образец № 2 (нарушенный)	15	8,52	0,52	2,0	0,71

Проведены исследования по фазовому состоянию воды в образцах методами термогравиметрии и спектроскопии на установке ЯМР Н¹ (ядерный магнитный резонанс на протонах водорода). Результаты исследований показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Экспериментальные исследования по фазовому состоянию воды, методом ЯМР

	$T, ^\circ\text{C}$	$\Delta m, \text{г}$	$W(\%)$	$I_{\text{уз}}/I_{\text{ш}}$	S_y/S_m
Образец № 1 (Ненарушенный)	20	0,000	0,974	7,33	0,464
	100	2,933	0,77	5,73	0,312
	200	5,948	0,455	4,2	0,091
	300	6,367	0,455	3,42	0,164
	400	7,333	0,35	2,6	0,152
Образец № 2 (Нарушенный)	20	0,000	10,1	1,13	0,554
	100	4,932	6,0	0,68	0,323
	200	6,294	5,9	0,66	0,297
	300	8,515	5,9	0,66	0,297
	400	10,126	5,9	0,66	0,337

Общий анализ представленных результатов свидетельствует, что в структуре материала из нарушенного шифера, кроме невысоких прочностных свойств, присутствует большой процент свободной воды, которая переходит в твердое состояние при температуре, явно не соответствующей ГОСТ, что однозначно вызовет нарушение, а в нормальном шифере вся вода находится в адсорбированном состоянии, температура которой при переходе в твердотельную фазу составляет -90°C .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Сулименко, Л. М. Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе [Текст] / Л. М. Сулименко. – М. : Высш. шк., 2000. – 303 с.
- Турский, В. В. Изменения в хризотил-асбесте, вызванные длительной службой в изделиях [Текст] / В. В. Турский, И. Г. Лугинина, Е. И. Иванова, Л. Л. Нестерова // Цемент. – 2002. – № 4. – С. 27–29.
- Вторичное минералообразование в шифере [Текст] / Л. Л. Нестерова, Д. В. Леонтьева, Е. А. Ромаданова, Л. А. Маликова, Т. В. Рудич, С. В. Чечнев // Вестник югорского государственного университета. – 2010. – № 4(19). – С. 39–43.

4. Прядко, Н. В. Обследование и реконструкция промышленных зданий [Текст] : Учебное пособие / Н. В. Прядко. – Макеевка : ДонНАСА, 2006. – 156 с.
5. ГОСТ 30340-95 Листы асбестоцементные волнистые [Электронный ресурс]. – На замену ГОСТ 20430-84, ГОСТ 16233-77 ; введ. 1996-09-01. – М. : Минстрой России. – 16 с. – Режим доступа : <http://download.beton.ru/materials/30340-95.pdf>.

Получено 13.04.2018

С. В. ШАТОХІН, Н. В. ХАЩЕВАТСЬКА, Д. А. НЕСКРЕБА
ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗРАЗКІВ ШИФЕРУ РІЗНОГО
СТУПЕНЯ ПОРУШЕНОСТІ

ДУ «Інститут фізики гірських процесів», м. Донецьк

Анотація. Проведена оцінка фізико-механічних властивостей, а також дослідження методами термогравіметричного аналізу та спектрометрії ядерного магнітного резонансу на протонах водню в зразках шиферу. Виявлені відмінності в міцністих властивостях з урахуванням фазового стану води в досліджуваному матеріалі.

Ключові слова: ЯМР, фазовий стан вологи, міцність, тріщиностійкість, механічні властивості, шифер.

SERGEJ SHATOHIN, NADEJDA KHASCHAVATSKAYA, DENIS NESKREBA
PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF EXEMPLARS OF SLATE OF
DIFFERENT DEGREE OF A VIOLATION

State Institution «Institute of Physics of Mining Processes», Donetsk

Abstract. Assessment of physic mechanical properties, and also a research by methods of a thermo gravimetric analysis and a spectrometry of nuclear magnetic resonance on Hydrogenium protons in slate exemplars has been carried out. Differences in strength properties taking into account a phase condition of water in the studied material have been revealed.

Key words: nuclear magnetic resonance, phase condition of moisture, durability, crack resistance, mechanical characteristics, slate.

Шатохин Сергей Васильевич – аспирант, инженер отдела прогноза и борьбы с ГДЯ в шахтах ГУ «Институт физики горных процессов» г. Донецка. Научные интересы: термобарическое исследование водородосодержащих компонент горных пород и углей.

Хашчеватская Надежда Владимировна – младший научный сотрудник отдела физики сорбционных процессов ГУ «Институт физики горных процессов» г. Донецка. Научные интересы: термогравиметрические спектральные исследования угольных и горных пород.

Нескреба Денис Анатольевич – аспирант, инженер отдела физики угля и горных пород ГУ «Институт физики горных процессов» г. Донецка. Научные интересы: изучение упругих свойств в горных средах.

Шатохин Сергій Васильович – аспірант, інженер відділу прогнозу та боротьби з ГДЯ в шахтах ДУ «Інститут фізики гірських процесів» м. Донецька. Наукові інтереси: термобаричні дослідження водневомістких компонент гірських порід і вугілля.

Хашчеватська Надія Володимирівна – молодший науковий співробітник відділу фізики сорбційних процесів ДУ «Інститут фізики гірських процесів» м. Донецька. Наукові інтереси: термогравіметричні спектральні дослідження вугільних і гірських порід.

Нескреба Денис Анатолійович – аспірант, інженер відділу фізики вугілля і гірських порід ДУ «Інститут фізики гірських процесів» м. Донецька. Наукові інтереси: вивчення пружних властивостей в гірських середовищах.

Shatohin Sergej – Post-graduate student, Engineer, Forecast and Control of Gas-dynamic Phenomenon in mines Department, State Institution «Institute of Physics of Mining Processes», Donetsk. Scientific interests: thermobaric study of hydrogen-containing components of rocks and coals.

Khaschavatskaya Nadejda – junior researcher, Physics of Sorption Processes Department, State Institution «Institute of Physics of Mining Processes», Donetsk. Scientific interests: thermogravimetric spectral studies of coal and rocks.

Neskreba Denis – Post-graduate student, Engineer, Coal and Rock Physics Department, State Institution «Institute of Physics of Mining Processes», Donetsk. Scientific interests: study of elastic properties in mountain environments.

УДК 624.953:624.046.4

В. Ф. МУЩАНОВ, М. Н. ЦЕПЛЯЕВ

ГОО ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

АНАЛИЗ ЧИСЛЕННЫХ И АНАЛИТИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА УСТОЙЧИВОСТИ СТЕНКИ РЕЗЕРВУАРА

Аннотация. Изучается изменение напряженного состояния и коэффициента запаса устойчивости стенки вертикального цилиндрического резервуара при размещении горизонтальных колец жесткости по нормам Евросоюза и Российской Федерации. Основной нагрузкой является ветровая с учетом реального распределения потока. Целью исследования является получение адекватной конечно-элементной модели для дальнейшего изучения влияния колец жесткости на устойчивость стенки резервуара. Аналитические значения коэффициентов запаса устойчивости определяются по методикам, приведенным в нормативных документах Евросоюза и РФ. Численные значения возникающих напряжений и коэффициентов запаса устойчивости определяются методом конечных элементов. Для этого используется расчетный комплекс ЛИРА-САПР 2015 R4. В результате было определено влияние постановки колец жесткости на величину критических и действующих напряжений. Также определены численные и аналитические значения коэффициентов запаса устойчивости при нормативном размещении колец жесткости.

Ключевые слова: вертикальный цилиндрический резервуар, ветровая нагрузка, напряжения, метод конечных элементов, цилиндрическая оболочка, устойчивость.

ВВЕДЕНИЕ

Вертикальные цилиндрические резервуары являются распространенными конструкциями, наиболее часто используемыми для хранения нефти, нефтепродуктов, воды и технологических жидкостей. В связи с этим проектированию и расчету таких конструкций уделяется большое внимание, и все же есть ряд вопросов, которые не оговариваются в достаточной мере. В статье [10] рассмотрены аналитические методы расчета на устойчивость стенок резервуаров согласно нормативным документам различных стран, по результатам сравнения которых были определены различия между аналитическими запасами по устойчивости. При этом было отмечено, что в нормах Евросоюза и РФ отсутствуют подробные методики расположения колец жесткости. Возможно, этим в значительной мере и вызвана редкость применения таких методов усиления стенки в отечественной практике.

Таким образом, имеет смысл провести дополнительные исследования и уточнить методику размещения таких колец. Для этого в первую очередь необходимо определить какие коэффициенты запаса устойчивости обеспечивает нормативное расположение колец жесткости. А также как постановка колец влияет на напряженное состояние стенки резервуара. Соответственно, требуется создать конечно-элементную (КЭ) модель, по которой можно будет судить об изменении КЗУ в зависимости от расположения колец жесткости. Для верификации такой модели требуется сравнить КЗУ, полученные методом конечных элементов и аналитически (по инженерной методике рассматриваемых нормативных документов).

1. ПОСТАНОВКА ЦЕЛИ И ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данного исследования является изучение изменения напряженного состояния и коэффициента запаса устойчивости (КЗУ) стенки вертикального цилиндрического резервуара, при усилении стенки горизонтальными кольцами жесткости (КЖ).

Основными задачами данного исследования будет:

- сравнить возникающие напряжения в стенке резервуара при наличии и отсутствии колец жёсткости, расположенных по нормам Евросоюза и РФ;
- вычислить аналитические значения коэффициентов запаса устойчивости для неподкреплённой и усиленной КЖ стенки типового резервуара согласно СП 16.13330.2011 (далее СП) и Еврокоду;
- сравнить полученные аналитические КЗУ с вычисленными в программе ЛИРА-САПР 2015 R4 (провести верификацию модели).

2. ПОДБОР СЕТКИ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ РЕЗЕРВУАРА

Одним из основных вопросов при использовании программных комплексов в расчетах пространственных конструкций, основывающихся на методе конечных элементов (МКЭ), является обеспечение достоверности полученных результатов. В первую очередь это должно быть обеспечено выбором адекватного размера конечных элементов.

2.1 Создание конечно-элементной модели

В качестве исследуемого объекта рассматривался типовой резервуар объёмом 20 000 м³. Геометрические размеры, толщина поясов и их количество приняты согласно типовому проекту [8]. Для данного исследования применялся программный комплекс ЛИРА-САПР 2015 R4. Конечно-элементная модель резервуара сформирована в трехмерном виде. Для моделирования основных конструктивных элементов (стенка, днище с окрайкой, опорное кольцо) использованы четырехугольные элементы оболочки № 41 (размер конечных элементов обосновывается в п. 2.3). Поскольку опорное кольцо задано пластинчатыми элементами в местах его стыка с рёбрами купола, для правильной работы узла используется объединение перемещений. Ребристо-кольцевой купол (РКК) выполнен стержнями. Днище закреплено по всей площади от вертикальных и горизонтальных перемещений.

Обеспечение сходимости будет выполнено из условия равенства полученных аналитически и по МКЭ кольцевых напряжений от совместного действия ветра и вакуума.

Величины нагрузок и выражение для аналитического определения кольцевых напряжений приняты по нормативным документам Европейского Союза [4, 5]. Более подробное описание процесса сбора нагрузки, её формы и полученных значений на аналогичный резервуар, приводится в статье [10].

2.2 Анализ сходимости

Для подбора требуемой сетки КЭ было выполнено 7 моделей резервуаров с различной разбивкой сетки конечных элементов, нагруженных расчетным сочетанием нагрузок, формирование которых описано в п. 2.2. Результаты сравнения на примере анализа величин кольцевых напряжений в уровне 2-го пояса резервуара приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты анализа сходимости для обоснования расчетной схемы

№ расчетной схемы	Характеристика расчетной схемы		Кольцевые напряжения (МПа)		Δ_{4-5} , (%)
	Размер КЭ стенки (см)	Количество КЭ стенки	Линейная мембранная теория	МКЭ	
1	83,6×71,6	3 750	1 021,76	1 140	10,40
2	46,9×39,8	12 015		1 110	7,90
3	32,6×27,5	24 960		1 080	5,40
4	25×21,06	42 585		1 040	1,80
5	20,3×17	64 890		1 060	3,60
6	17,1×14,3	91 875		1 062	3,80
7	14,7×12,3	123 540		1 070	4,50

Из таблицы 1 было определено, что для случая 4 величины напряжений, полученные МКЭ и аналитически, отличаются менее чем на 2 %. Таким образом, для построения модели резервуара с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР 2015 R4 будет использоваться конечный элемент с размерами 25 (ширина, см) × 21,06 (высота, см).

3. СОЗДАНИЕ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ РЕЗЕРВУАРА В ЛИРА-САПР 2015 R4

И в Ерокоде [2, 3] и в СП [7] в качестве одного из методов обеспечения устойчивости стенки предлагается использование колец жесткости. Как уже отмечалось в статье [10] в указанных нормативных документах имеются определенные различия по требованию к расположению, конструктиву и учету в расчетах колец жесткости. Одной из задач данного исследования является проверить влияние наличия КЖ, сконструированных и расположенных согласно соответствующим нормативным документам, на возникающие напряжения и КЗУ методом конечных элементов. Для этого, исходя из предварительных аналитических расчетов, были определены требуемые поперечные сечения КЖ и их количество на стенке рассматриваемой модели резервуара. Затем выполнено их моделирование пластинчатыми элементами с учетом всех конструктивных элементов и выполнена сборка уже смоделированного резервуара с кольцами жесткости в двух вариантах:

- расположение и сечение КЖ согласно СП;
- расположение и сечение КЖ согласно Еврокоду.

В п. 4.1 и 4.2 более подробно описан этот процесс.

3.1 Создание КЭ модели с кольцами жёсткости согласно нормам РФ

Согласно п. 11.2.4 [7] кольца жесткости должны располагаться с шагом не менее половины радиуса оболочки. При этом более подробных пояснений не приводится, хотя для большинства резервуаров объемом более 20 000 м³ данное требование невыполнимо, так как радиус таких конструкций в 1,5 и более раз больше высоты. Таким образом, для рассматриваемого резервуара с высотой стенки 18 м и диаметром 39,9 м минимально допустимый шаг составляет 9,975 м. То есть для рассматриваемого резервуара размещение КЖ согласно [7] не представляется возможным, однако в исследовательских целях расположим одно кольцо на высоте 9,975 м от уровня земли. Тогда участок над кольцом будет равен 8,025 м что на 2,5 м меньше допустимой величины.

Требования к конструктиву колец жесткости также приводятся в п. 11.2.4 [7], в общем, должно быть обеспечено условие устойчивости КЖ в своей плоскости. Данное условие обеспечивается выполнением неравенства п. 7.1.3 [СП] (формула 1):

$$\frac{N}{\varphi A R_y \gamma_c} \leq 1, \quad (1)$$

где N – максимальное сжимающее усилие от действия ветра и вакуума (определяется аналитически);

φ – коэффициент устойчивости;

A – площадь поперечного сечения КЖ;

R_y – расчетное сопротивление стали С245;

γ_c – коэффициент условий работы, равен 1.

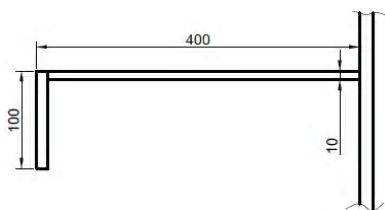


Рисунок 1 – Поперечное сечение кольца жёсткости по СП.

Расчетная длина стержня, при расчете по формуле 1, должна приниматься $l_{ef} = 1,8r$ (r – радиус оболочки), при этом в сечение ребра следует включать участки оболочки с каждой стороны от оси ребра, а условная гибкость стержня не должна превышать 6,5, что определяет достаточно широкую конструкцию кольца. Других требований, в том числе к подкрепляющим ребрам, не приводится. С учетом требований формулы 1 и распространенных типовых решений сечение кольца жесткости было принято следующим (рис. 1).

Также были смоделированы подкрепляющие ребра для колец жесткости, поскольку СП [7] никаких конкретных указаний по данному вопросу не даёт, шаг, форма и толщина ребер приняты соглас-

но рекомендациям [12], шаг ребер составляет 750 мм, а толщина 10 мм.

Кольцо жесткости было смоделировано в расчетном комплексе ЛИРА и в режиме сборки соединено с моделью резервуара.

3.2 Создание КЭ модели с расстановкой КЖ и определение их поперечного сечения по Еврокоду

В общем Еврокод предлагает два варианта расчета резервуаров на устойчивость. Один из них (EN 1993-1-6 [2]) ориентирован на использование МКЭ, второй EN 1993-4-2 – упрощенный [3], для которого приведены аналитические расчетные формулы. При этом указания по размещению кольцевых

ребер жесткости и их учёту в расчете на устойчивость приведены только в упрощенной методике согласно [3]. В то же время основная методика не вводит никаких ограничений, однако не даёт и пояснений, как влияет наличие КЖ на предельно допустимые напряжения.

Следовательно, расположение и подбор сечения КЖ будут осуществлены по методике, приведенной в упрощенном расчете [3], реализуемом в следующей последовательности:

– определяется высота, при превышении которой может произойти потеря устойчивости (формула 2):

$$H_E = \sum h \left(\frac{t_{\min}}{t} \right)^{2,5}, \quad (2)$$

– по формуле 3 определяется высота от верха стенки, в границах которой можно не устанавливать КЖ:

$$H_p = 0,46 \left(\frac{E}{p_{Ed}} \right) \left(\frac{t_{\min}}{r} \right)^{2,5} r K, \quad (3)$$

где t_{\min} – номинальная толщина самого тонкого пояса;
 t – толщина расчетного пояса;
 h – высота пояса;
 p_{Ed} – расчетное боковое давление (ветер+вакуум);
 K – коэффициент учитывающий осевое давление;
 r – радиус оболочки.

Для заданных исходных данных было получено: $H_E = 13$ м, $H_p = 5,28$ м. Таким образом, для данного ВЦР, высота стенки которого 18 м, необходимо разместить два кольца жесткости, в пределах высоты НЕ. Однако пункт 11.3.2 (12) [3] требует пересчёта расстояния от верха стенки до КЖ, если толщина пояса, к которому прикрепляется КЖ, больше минимальной. Пересчёт производится по формуле 11.33 [3]. В результате расчётов кольца жёсткости должны располагаться на расстоянии 5,9 м и 12,6 м от верха стенки резервуара.

Подбор поперечного сечения КЖ, производится по формуле 4. В СП [7] указано, что КЖ необходимо считать односторонним ребром жёсткости, в Еврокоде [2] таких рекомендаций нет, поэтому осевые моменты инерции определялись относительно геометрического центра тяжести КЖ.

$$I_{R,j} \geq 2 \frac{N_{Rj,Ed} r^2}{E m_B^2}. \quad (4)$$

Сечение КЖ, полученное по требованиям Еврокода, изображено на рисунок 2.

Далее в расчетном комплексе была выполнена сборка колец жесткости с моделью резервуара, фрагмент полученной стенки приведён на рисунке 3.

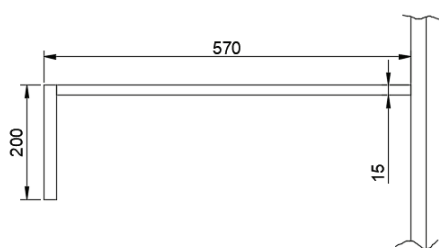


Рисунок 2 – Сечения КЖ по ЕН.

4. МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРУЗОК В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ЛИРА-САПР 2015 R4

Вертикальные цилиндрические резервуары рассчитываются на устойчивость в условиях отсутствия хранимого продукта и соответственно наличия вакуума, при этом основной, как правило, является ветровая нагрузка. Для задач данного исследования в качестве расчетного сочетания принято сочетание собственного веса, ветра и вакуума. Коэффициенты сочетания нагрузок будут назначаться позже в зависимости от рассматриваемых норм.

Для полноценного анализа запасов устойчивости, которые дают рассматриваемые нормы, следует выполнить расчет резервуаров МКЭ с моделированием всех предлагаемых вариантов ветровой нагрузки на цилиндрический в плане объект. Как отмечалось в п. 2.2, Еврокод предлагает моделировать ветер в одном из двух вариантов – упрощенная (равномерное сжатие по кольцу) и реальная эпюра ветрового давления (изменяется в плане и по высоте). СП [7] предлагают только реальную эпюру ветрового давления.

Моделирование реальной эпюры ветрового давления становится отдельной задачей. Это вызвано отсутствием, как в программе ЛИРА-САПР 2015 R4, так и в других подобных расчётных комплексах возможности моделировать ветровую нагрузку на каждый КЭ при известном множестве

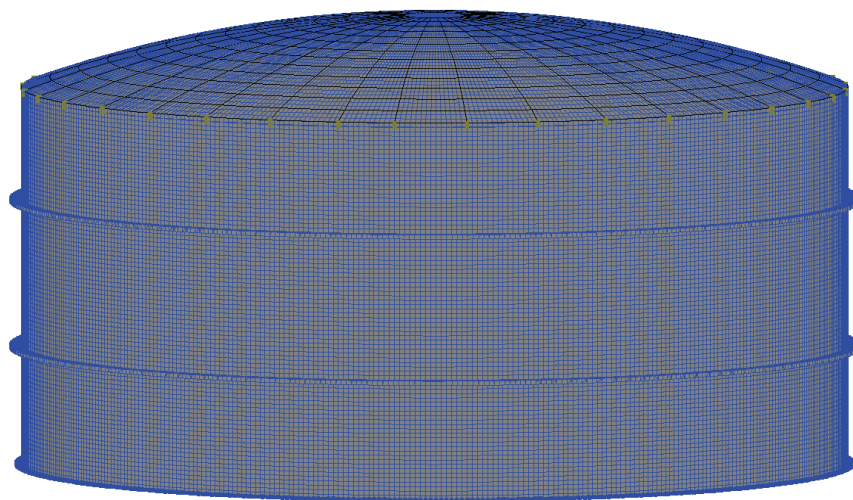


Рисунок 3 – Фрагмент модели резервуара с КЖ по Еврокоду.

значений для конкретных точек. Один из вариантов решения проблемы задания ветровой нагрузки, но для расчетного комплекса SCAD Soft 11.5, приведен в статье [11]. Суть метода состоит в задании нагрузки через текстовый файл, что позволяет значительно ускорить этот процесс. Полученные значения нагрузки определённым образом вводятся в структуру текстового файла модели резервуара. И хотя расчетные комплексы SCAD Soft 11.5 и ЛИРА-САПР 2015 R4 имеют определенные отличия, структура текстовых файлов однотипная. Таким образом, при проведении дальнейшего исследования реальная эпюра ветрового давления будет задаваться в соответствии с последовательностью, изложенной в работе [11], при определенных уточнениях.

4.1 Расчетные нагрузки по нормам РФ

Согласно п. 6.2 СП 20.13330.2011 [7] расчетное сочетание нагрузок с учетом коэффициентов сочетания будет выглядеть следующим образом:

$$1 \cdot \text{собственный вес} + 1 \cdot \text{ветер} + 0,9 \cdot \text{вакуум}.$$

При этом для каждой нагрузки имеются свои коэффициенты надёжности. Собственный вес принимается согласно типовому проекту с коэффициентом надёжности 1,05. Вакуум, величиной в 0,25 МПа, задается равномерно распределенной нагрузкой на кровлю, стенку и днище. Коэффициент надёжности для такой нагрузки принят равным 1,2.



Рисунок 4 – Ветровая нагрузка, сформированная в комплексе ЛИРА-САПР 2015 R4.

Ветровую нагрузку следует вычислять отдельно на каждый конечный элемент. В пределах границ КЭ ветровая нагрузка считалась постоянной. Для кровли и стенки расчетное значение ветровой нагрузки согласно [7] определяется по формуле (5). Коэффициент надёжности для ветровой нагрузки равен 1,4.

$$w = w_m + w_p, \quad (5)$$

где w_m – нормативное значение средней ветровой нагрузки,
 w_p – нормативное значение пульсационной составляющей ветровой нагрузки.

Затем по аналогичному принципу, изложенному в статье [11], была сформирована расчетная схема с ветровой нагрузкой. Одно из характерных сечений в уровне пятого пояса стенки резервуара приведено на рисунке 4.

4.2 Расчетные нагрузки по Еврокоду

Согласно [1] расчетное сочетание нагрузок с учетом частных коэффициентов, будет выглядеть следующим образом:

$$1 \cdot \text{собственный вес} + 0,6 \cdot \text{ветер} + 0,7 \cdot \text{вакуум}.$$

Для вакуума коэффициент надежности принимается равным 1,5 согласно таблице А.1.1 [1], а для собственного веса равным 1,35. Для постоянных воздействий, необходимо учитывать коэффициент $\zeta = 0,9$. Как отмечалось ранее, Еврокод предлагает два варианта вычисления ветровой нагрузки:

а) упрощенный вариант – сжимающая равномерно распределенная нагрузка на стенку резервуара;

б) усложненный вариант – это реальная эпюра ветрового давления. Для определения расчетных значений ветровой нагрузки необходимо вычислять ряд коэффициентов и промежуточных значений. При этом значения коэффициентов меняются как по высоте, так и по длине окружности.

Поскольку использование в расчётах реальной эпюры ветрового давления может позволить выявить негативные эффекты, а также, поскольку СП не предлагает задание упрощённой эпюры, будет использоваться реальная эпюра ветрового давления. К полученным значениям применяется коэффициент надежности для ветровой нагрузки, согласно п. 6.4.3.2 [1] равный 1,5.

5. РАСЧЁТ НАПРЯЖЕНИЙ И КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА УСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ СТЕНКИ РЕЗЕРВУАРА

Для сформированных расчетных моделей резервуаров с использованием программного комплекса ЛИРА-САПР 2015 R4 выполнен статический расчет на действие расчетных сочетаний нагрузок (п. 3) с определением возникающих напряжений и коэффициентов запаса устойчивости элементов для стенки резервуара.

5.1 Сравнение параметров напряженного состояния

Будет проведено сравнение возникающих кольцевых и меридиональных напряжений в следующих вариантах:

- напряжения в стенке резервуара с кольцами жесткости и без них (согласно Еврокоду);
- напряжения в стенке резервуара с кольцами жесткости и без них (согласно СП);

Поскольку рассматриваемые сочетания нагрузок являются определяющими при расчете на устойчивость, а не на прочность, рассматриваться будут только напряжения, «сжимающие» корпус резервуара.

5.1.1 Сравнение напряжений, согласно Еврокоду

Для смоделированных схем резервуаров в двух конструктивных вариантах (с КЖ и без: описание модели резервуара с КЖ по ЕН приведено в п. 4.2) были определены значения напряжений и для пиковых значений представлены графики изменения отрицательных меридиональных (рис. 5), кольцевых (рис. 6) напряжений.

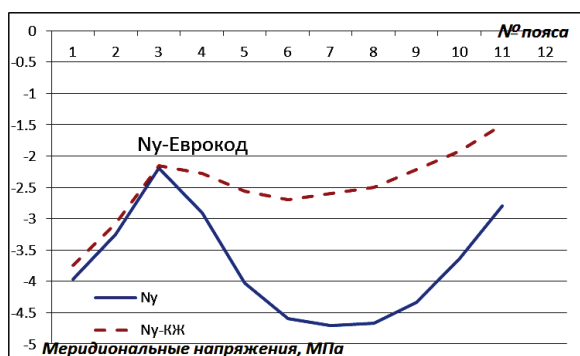


Рисунок 5 – Меридиональные напряжения.

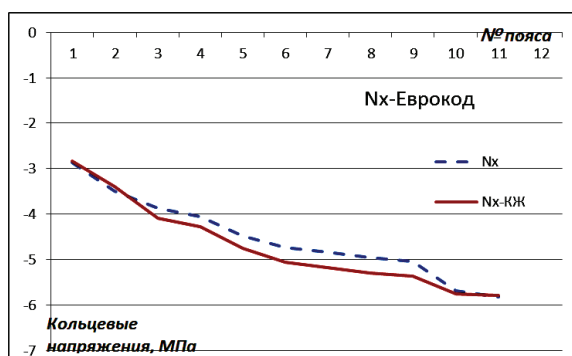


Рисунок 6 – Кольцевые напряжения.

5.1.2 Сравнение возникающих напряжений согласно нормам РФ

Описание модели резервуара с КЖ по СП приведено в п. 4.1. Для резервуара, смоделированного согласно СП [7], были также составлены графики возникающих кольцевых (рис. 7), меридиональных (рис. 8).

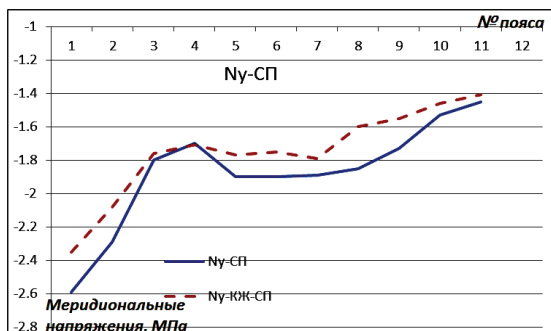


Рисунок 7 – Меридиональные напряжения.

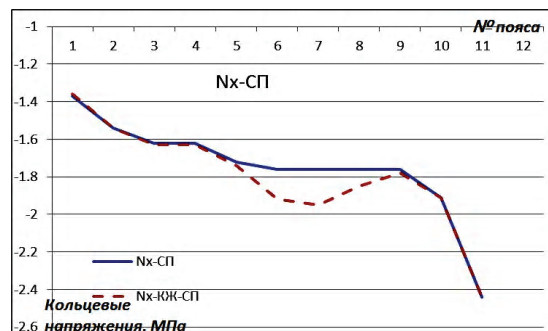


Рисунок 8 – Кольцевые напряжения.

5.1.3 Сравнение напряжений, возникающих от расчетного сочетания нагрузок по нормам Евросоюза и РФ

Также целью данного исследования является сравнения возникающих напряжений в стенке от реальной эпюры ветрового давления согласно норм Евросоюза и РФ. Поскольку, согласно выполненным расчетам, размещение КЖ на стенке резервуара и их жёсткость отличаются для каждого из рассматриваемых нормативных документов, было рассмотрено сравнение резервуаров без КЖ.

Как и в предыдущих пунктах был выполнен расчет и по его результатам составлены графики отрывательных осевых (рис. 9) и меридиональных (рис. 10) напряжений по поясам.

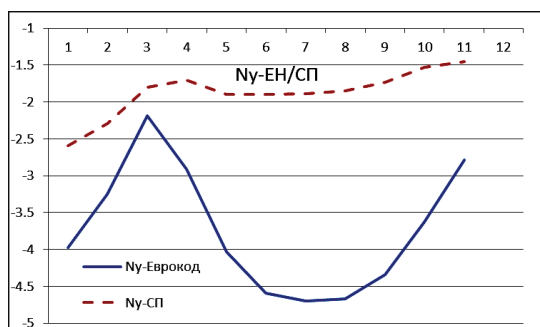


Рисунок 9 – Меридиональные напряжения.

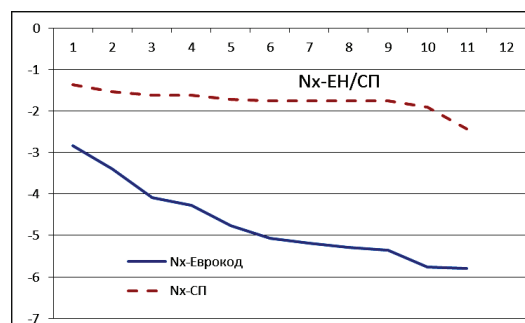


Рисунок 10 – Кольцевые напряжения.

5.2 Сравнение КЗУ, полученных при использовании различных норм проектирования

5.2.1 Определение аналитических значений КЗУ по нормам РФ

Расчёт на устойчивость стенки вертикального цилиндрического резервуара по СП выполняется согласно разделу 11.2.5 данного документа. Суть проверки на устойчивость состоит в сравнении возникающих напряжений с допустимыми (критическими) – формула 6:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{CR1}} + \frac{\sigma_2}{\sigma_{CR2}} \leq \gamma_c = 1, \quad (6)$$

где σ_1, σ_2 – меридиональное напряжение и кольцевое действующие напряжения, определяются в программе ЛИРА-САПР 2015 R4;

$\sigma_{CR1}, \sigma_{CR2}$ – критическое меридиональное и кольцевое напряжения.

Аналитическое значение коэффициента запаса устойчивости для каждого пояса будет определяться как отношение единицы к полученному результату по формуле 6.

5.2.2 Определение аналитических значений КЗУ по Еврокоду

Расчёт на устойчивость стенки цилиндрического резервуара проводится согласно документу [3], который в свою очередь ссылается на нормативный документ [2]. В последнем документе в отличие от СП приведены различные методики расчёта, отличающиеся детальностью учитываемых факторов (нелинейность, начальные несовершенства) и соответственно сложностью реализации. В частности аналитический расчёт можно вести только с использованием методики проектирования по

напряжениям – формула 7. Следовательно, именно по указанной методике и будет выполняться расчёт на устойчивость.

$$\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{\sigma_{x,Rd}}\right)^{k_x} - k_i \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{\sigma_{x,Rd}}\right) \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{\sigma_{x,Rd}}\right) + \left(\frac{\sigma_{\theta,Ed}}{\sigma_{\theta,Rd}}\right)^{k_{\theta}} + \left(\frac{\tau_{x\theta,Ed}}{\tau_{x\theta,Rd}}\right)^{k_{\tau}} \leq 1, \quad (7)$$

где $\sigma_{x,Ed}$, $\sigma_{\theta,Ed}$ и $\tau_{x\theta,Ed}$ – расчетные значения сжимающих мембранных меридиональных, кольцевых и касательных напряжений в оболочке;

$\sigma_{x,Rd}$, $\sigma_{\theta,Rd}$ и $\tau_{x\theta,Rd}$ – критические значения составляющих напряжений;

k_x , k_{θ} , k_{τ} и k_i – параметры взаимодействия при продольном изгибе.

Расчетные значения напряжений, как и для расчёта по СП, будут определяться в программном комплексе ЛИРА-САПР 2014 R4. Методика расчёта остальных составляющих формулы 7 громоздкая и требует множество промежуточных вычислений, поэтому в данной статье приводиться не будет. На результат вычислений существенно влияет принятое качество изготовления. Поскольку будет производиться сравнение с численными значениями КЗУ, полученными с использованием трёхмерной модели с идеальной геометрией, качество изготовления было принято «наилучшим». КЗУ будет определяться как отношение к единице результата по формуле 7.

5.2.3 Определение численных значений КЗУ стенки в программе ЛИРА-САПР 2015 R4

Коэффициенты запаса по устойчивости определялись программными средствами комплекса ЛИРА-САПР 2015 R4 для всех рассматриваемых нагрузок и конструктивных вариантов. При этом, поскольку цель данного исследования работа стенки резервуара, то КЗУ полученные в других элементах конструкции резервуара, учитываться не будут. Возможность определения КЗУ для каждого конкретного элемента конструкции присутствует в программе. Рассматривалась только первая форма потери устойчивости. По полученным результатам была сформирована таблица 2.

Таблица 2 – Сравнение коэффициентов запаса устойчивости

№	Нормы проектирования	Конструктивный вариант	КЗУ стенки		Пояс первый теряющий устойчивость	
			Аналитика	МКЭ	Аналитика	МКЭ
1	Еврокод 1-6	Без КЖ	0,5	0,79	11	9
2		С КЖ (2 шт.)	1,6	2,39	11	7
3	СП	Без КЖ	0,52	1,26	11	9
4		С КЖ (1 шт.)	1,04	2,09	11	10

Как видно из таблицы 2, значения аналитических и численных значений КЗУ существенно отличаются. Причина таких отличий в запасах, которые дают нормы по сравнению с классическим решением. Так, согласно книге [9], кольцевые критические напряжения потери устойчивости для цилиндрической стенки при её шарнирном закреплении определяются по формуле (8):

$$\sigma_{CR,2} = 0,92E \frac{r}{l} \left(\frac{t}{r}\right)^{1,5}. \quad (8)$$

При жёстком закреплении критическое напряжение по формуле 15 увеличивается ещё в 1,5 раза. Таким образом, приведенная в СП формула обеспечивает запас в 1,67...2,51 раза по сравнению с классическим решением. С учётом такой поправки для резервуара с кольцами жёсткости, КЗУ будет в пределах 0,83..1,25, что коррелирует с результатом, полученным аналитически – 1,04. Кроме того, отличия в КЗУ вызваны учётом в инженерных методиках возможных дефектов и несовершенств. Различия между аналитическими и численными значениями КЗУ по Еврокоду вызваны аналогичными причинами.

6. ВЫВОДЫ

6.1 Вывод о распределении напряжений в стенке резервуара

1. Для резервуара без колец жёсткости вид распределения меридиональных и кольцевых напряжений принципиально не отличается для рассматриваемых нормативных документов. При этом

напряжения по Еврокоду в стенке резервуара больше в 1,5–2,0 раза, чем по СП. Для рассматриваемого расчетного сочетания это вызвано в первую очередь значительным отличием частных и аэродинамических коэффициентов для ветровой нагрузки. Наибольшее отличие вносит коэффициент возрастания ветровой нагрузки по высоте.

2. Кольцевые напряжения при постановке колец жёсткости снижаются только в зонах их крепления. Пиковые значения напряжений в пределах каждого пояса незначительно снижаются по сравнению с неподкреплённой стенкой. Таким образом, устойчивость стенки повышается в первую очередь за счёт увеличения критических напряжений, а не снижения возникающих.

3. Меридиональные напряжения при постановке КЖ снижаются по всей высоте стенки резервуара, при этом эту особенность особенно видно при постановке двух КЖ по требованиям Еврокода. Снижение меридиональных напряжений связано с уменьшением амплитуды деформаций в кольцевом направлении.

6.2 Выводы по расчёту на устойчивость

1. Постановка даже одного кольца жёсткости существенно повышает устойчивость стенки. Однако полученное нормативное размещение КЖ может быть не оптимальным.

2. Значения КЗУ, полученные в программе ЛИРА-САПР 2014 R4, имеют большую величину, чем аналитические, и для Еврокода и для СП. Это вызвано запасами, заложенными в указанные нормативы. При учёте запаса заложенного в нормы, полученные значения коррелируют. Пропорциональность возрастания КЗУ для аналитического и численного расчётов при постановке КЖ, также соблюдается. Таким образом, полученную модель резервуара можно использовать для дальнейших исследований.

3. Следовательно, имеет смысл провести дальнейшие исследования с целью получения методики размещения КЖ с наиболее рациональным шагом, обеспечивающим максимальный КЗУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Eurocode : Basis of structural design [Текст]. – Brussels : Management Centre, 2005. – 119 p. – (European Standard).
2. Eurocode 3: Design of steel structures [Текст] : Part 1–6: Strength and stability of shell structures. – Brussels : Management Centre, 2007. – 94 p. – (European Standard).
3. Eurocode 3: Design of steel structures [Текст] : Part 4–2. Tanks : EN 1993-4-2. – Brussels : Management Centre, 2007. – 55 p. – (European Standard).
4. Eurocode 1: Actions on structures [Текст] : Part 1–4: General actions – Wind actions : EN 1991-1-4. – Brussels : Management Centre, 2010. – 149 p. – (European Standard).
5. Eurocode 1: Actions on structures [Текст] : Part 1–1: General actions – Densities, self-weight, imposed loads for buildings : EN 1991-1-1. – Brussels : Management Centre, 2002. – 47 p. – (European Standard).
6. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции [Текст]. – Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. – Введ. 2011-05-20 / Министерство регионального развития РФ. – М. : ОАО «ЦПП», 2011. – 172 с.
7. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия [Текст]. Актуализированная редакция взамен СНиП 2.01.07-85. – Введ. 2011-05-20 / ОАО «НИЦ "Строительство"». – М. : Минстрой России. – 2011. – 81 с.
8. Типовой проект 704-1-171.84 Стальной вертикальный цилиндрический резервуар для нефти и нефтепродуктов емкостью 20 000 куб. м [Текст] : Ал. 1. Конструкции металлические резервуара. – М. : ЦНИИпроектстальконструкция Госстроя СССР, 1984. – 44 с.
9. Вольмир, А. С. Устойчивость деформируемых систем [Текст] / А. С. Вольмир. – М. : Наука, 1967. – 984 с.
10. Мушанов, В. Ф. Сравнительный анализ эффективности конструктивных и расчетных методов обеспечения устойчивости стенок вертикальных цилиндрических резервуаров [Текст] / В. Ф. Мушанов, М. Н. Цепляев // Металлические конструкции. – 2017. – Т. 23. – № 3. – С. 123–137.
11. Цепляев, М. Н. Моделирование реальной эпюры ветрового давления на цилиндрический резервуар в среде SCAD [Текст] / М. Н. Цепляев // Металлические конструкции. – 2016. Т. 22. – № 4. – с. 183–192.
12. Руководство по безопасности вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов [Текст] : Серия 03. Выпуск 69. – М. : ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013. – 240 с. – ISBN 978-5-9687-0531-0.

Получено 13.04.2018

В. П. МУЩАНОВ, М. М. ЦЕПЛЯЄВ
АНАЛІЗ ЧИСЕЛЬНИХ І АНАЛІТИЧНИХ ЗНАЧЕНЬ КОЕФІЦІЄНТА ЗАПАСУ
СТІЙКОСТІ СТІНКИ РЕЗЕРВУАРА
ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Вивчається зміна напруженого стану і коефіцієнта запасу стійкості стінки вертикального циліндричного резервуара при розміщенні горизонтальних кілець жорсткості за нормами Євросоюзу та Російської Федерації. Основним навантаженням є вітер з урахуванням реального розподілу потоку. Метою дослідження є отримання адекватної кінцево-елементної моделі для подальшого вивчення впливу кілець жорсткості на стійкість стінки резервуара. Аналітичні значення коефіцієнтів запасу стійкості визначаються за методиками, наведеними в нормативних документах Євросоюзу та РФ. Чисельні значення напружень, що виникають, і коефіцієнтів запасу стійкості визначаються методом скінченних елементів. Для цього використовується розрахунковий комплекс ЛІРА-САПР 2015 R4. В результаті було визначено вплив постановки кілець жорсткості на величину критичних і діючих напружень. Також визначені чисельні і аналітичні значення коефіцієнтів запасу стійкості при нормативному розміщенні кілець жорсткості.

Ключові слова: вертикальний циліндричний резервуар, вітрове навантаження, напруження, метод скінченних елементів, циліндрична оболонка, стійкість.

VOLODYMYR MUSHCHANOV, MAXIM TCEPLIAEV
ANALYSIS OF NUMERICAL AND ANALYTICAL VALUES OF THE TANK WALL
STABILITY FACTOR
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The change in the stress state and the wall stability coefficient of the vertical cylindrical tank shell is studied when horizontal stiffening rings are placed according to the norms of the European Union and the Russian Federation. The main load is wind, taking into account the real flow distribution. The aim of the study is to obtain an adequate finite element model for further study of the influence of the stiffening rings on the stability of the reservoir wall. Analytical values of the safety factor of stability are determined by the methods given in the normative documents of the European Union and the Russian Federation. Numerical values of the resulting stresses and stability factors are determined by the finite element method. For this purpose, the LIRA-CAD 2015 R4 computational complex is used. As a result, the effect of using the stiffening rings on the magnitude of the critical and acting stresses was determined. Also, the numerical and analytical values of the stability factors for the stability of the stiffening rings are determined.

Key words: vertical cylindrical tank, wind load, stress, finite element method, the cylindrical shell, stability.

Мушанов 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 организации «Пространственные конструкции», академик Академии строительства Украины и Украинской академии наук, член-корреспондент Академии архитектуры Украины. Научные интересы: теория надежности, расчет, проектирование и техническая диагностика пространственных металлических конструкций.

Цепляев Максим Николаевич – аспирант кафедры теоретической и прикладной механики ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: изучение влияния локальных напряжений на прочность и устойчивость вертикальных цилиндрических резервуаров.

Мушанов Володимир Пилипович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної і прикладної механіки, проректор з наукової роботи ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Член міжнародної організації «Інститут цивільних інженерів» та міжнародної асоціації «Просторові конструкції», академік Академії будівництва України і Української академії наук, член-кореспондент Академії архітектури України. Наукові інтереси: теорія надійності, розрахунок, проектування та технічна діагностика просторових металевих конструкцій.

Цепляєв Максим Миколайович – аспірант кафедри теоретичної і прикладної механіки ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: вивчення впливу локальних напружень на міцність і стійкість вертикальних циліндричних резервуарів.

Mushchanov Volodymyr – D. Sc. (Eng.), Professor; Head of the Theoretical and Applied Mechanics Department, Vice-rector on the scientific activity of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. A member of the international organization «Institute of Civil Engineer» and international organization of «Spatial Structures», the academician of the Civil Engineering Academy in Ukraine and the Academy of Sciences of Ukraine, an associate member of the Academy of Architecture of Ukraine. Scientific interests: the reliability theory, analyze, designing and engineering diagnostics of spatial metallic structures.

Tcepliaev Maxim – Post-graduate student, Theoretical and Applied Mechanics Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: influence of local stresses on the strength and stability of vertical cylindrical tanks.

СОДЕРЖАНИЕ

СОРОКАНИЧ С. В., НАЗАРОВА А. В. Органоминеральный модификатор цементных композитов на основе стеклянного порошка	5
ВЫСОЦКИЙ С. П., КОЗЫРЬ Д. А. Контроль экологического состояния породных отвалов	12
СЕРГЕЕВА Н. Д., АБРАМЕНКОВ С. А., КУЗЬМЕНКО С. А., КИРЕЕНКОВА Е. А. Новые подходы к решению проблемы повышения энергоэффективности системы теплоснабжения г. Брянска	19
СЕРГЕЕВА Н. Д., КОВАЛЕВ С. А., СОКОЛОВ А. В., ДУБОВСКИЙ П. В., БАШАРИН Е. С. Методология организационно-технологической подготовки производства устройства энергосберегающих фасадных систем в процессе реновации жилой застройки	24
МАТВЕЕВА Н. А., КОРСУН В. И., ДАНИЛОВ Н. Д., ФЕДОТОВ П. А. Влияние температурных климатических воздействий на напряженно-деформированное состояние наружных стен здания в условиях Якутии	30
ПРИХОДЬКО С. Ю., КАХИАНИ М. Р. Техногенные риски поверхностного комплекса на подработанных территориях (на примере Донбасса и Ткибули-Шаорского месторождения)	36
ШОЛУХ Н. В., СМЕРНОВА А. Е. Типологический анализ градостроительных ситуаций с повышенной вероятностью антисоциальных проявлений: функционально-пространственные и технологические аспекты	43
ЗОЗУЛЯ А. П. Влияние перегрева расплава на микротвёрдость висмута и олова при кристаллизации	57
ПЕСТРЯКОВА Э. Р., ЗАГОРУЙКО Т. И., БЕНАИ Х. А. Влияние альтернативных источников энергии на уровень комфорта в жилых зданиях	60
ЛОБОДА Е. С., ЗАГОРУЙКО Т. И., ЗАЙЧЕНКО Н. М. Высококачественные бетоны с компенсированной усадкой	64
ТАНАСОГЛО А. В., БАКАЕВ С. Н., ФОМЕНКО С. А., БАКАЕВА К. С. Технология проведения работ по замене грозотроса без отключения воздушной линии	68
БАРБО А. С., ВРЖЕЩ Д. В., РЕШЕТНИКОВ А. С., БОРОДАЙ Д. И. Отсев дробления известняка, укрепленного цементом, для устройства оснований дорожных одежд	73
ЛОЗИНСКИЙ Э. А., ЛОЗИНСКАЯ В. А., ГОРБУНОВА А. С. Снижение влияния ветрового подпора от высотного здания на работу вентиляции окружающей застройки	77
ЮГОВ А. М., ЛИФАНОВ О. Г., КАРПЕНКО А. С. Выбор рационального организационно-технологического процесса возведения многоэтажных каркасно-монолитных зданий на основе комплексной заливки этажа	82
ШОЛУХ Н. В., ВАСЫЛЕВ В. Н., АНИСИМОВ А. В. Обеспечение беспрепятственного доступа инвалидам к жилым и социально значимым объектам города в условиях значительных нормативных и планировочных ограничений	88
ШАТОХИН С. В., ХАЩЕВАТСКАЯ Н. В., НЕСКРЕБА Д. А. Физико-механические свойства образцов шифера разной степени нарушенности	101
МУЩАНОВ В. Ф., ЦЕПЛЯЕВ М. Н. Анализ численных и аналитических значений коэффициента запаса устойчивости стенки резервуара	105

ЗМІСТ

СОРОКАНИЧ С. В., НАЗАРОВА А. В. Органомінеральний модифікатор цементних композитів на основі скляного порошку	5
ВИСОЦЬКИЙ С. П., КОЗИР Д. О. Контроль екологічного стану породних відвалів	12
СЕРГЄЄВА Н. Д., АБРАМЕНКОВ С. О., КУЗЬМЕНКО С. А., КІРЕЄНKOBA К. О. Нові підходи до вирішення проблеми підвищення енергоефективності системи тепlopостачання м. Брянська	19
СЕРГЄЄВА Н. Д., КОВАЛЬОВ С. О., СОКОЛОВ О. В., ДУБОВСЬКИЙ П. В., БАШАРІН Є. С. Методологія організаційно-технологічної підготовки виробництва улаштування енергоощадних фасадних систем в процесі реновації житлової забудови	24
МАТВЄЄВА Н. А., КОРСУН В. І., ДАНИЛОВ Н. Д., ФЕДОТОВ П. А. Вплив температурних кліматичних ефектів на напружено-деформований стан зовнішніх стін будинку в умовах Якутії	30
ПРИХОДЬКО С. Ю., КАХІАНІ М. Р. Техногенні ризики поверхневого комплексу на підроблених територіях (на прикладі Донбасу та Ткібулі-Шаорського родовища)	36
ШОЛУХ М. В., СМІРНОВА О. Є. Типологічний аналіз містобудівної ситуації з підвищеною вірогідністю антисоціальних проявів: функціонально-просторові та технологічні аспекти	43
ЗОЗУЛЯ А. П. Вплив перегріву розплаву на мікротвердість вісмуту й олова при кристалізації	57
ПЕСТРЯКОВА Е. Р., ЗАГОРУЙКО Т. І., БЕНАІ Х. А. Вплив альтернативних джерел енергії на рівень комфорту в житлових будівлях	60
ЛОБОДА К. С., ЗАГОРУЙКО Т. І., ЗАЙЧЕНКО М. М. Високоякісні бетони з компенсованою усадкою	64
ТАНАСОГЛО А. В., БАКАЄВ С. М., ФОМЕНКО С. О., БАКАЄВА Х. С. Технологія проведення робіт із заміни грозотроса без відключення повітряної лінії	68
БАРБО О. С., ВРЖЕЩ Д. В., РЕШЕТНИКОВ О. С., БОРОДАЙ Д. І. Відсів дроблення вапняку, укріпленого цементом, для влаштування основ дорожніх одягів	73
ЛОЗИНСЬКИЙ Е. О., ЛОЗИНСЬКА В. О., ГОРБУНОВА А. С. Зниження впливу вітрового підпору від висотної будівлі на роботу вентиляції навколишньої забудови	77
ЮГОВ А. М., ЛІФАНОВ О. Г., КАРПЕНКО А. С. Вибір раціонального організаційно-технологічного процесу зведення багатоповерхових каркасно-монолітних будівель на основі комплексного заливання поверху	82
ШОЛУХ М. В., ВАСИЛЄВ В. М., АНІСІМОВ А. В. Забезпечення безперешкодного доступу інвалідам до житлових і соціально значущих об'єктів міста в умовах значних нормативних і планувальних обмежень	88
ШАТОХІН С. В., ХАЩЕВАТСЬКА Н. В., НЕСКРЕБА Д. А. Фізико-механічні властивості зразків шиферу різного ступеня порушеності	101
МУЦАНОВ В. П., ЦЕПЛЯЄВ М. М. Аналіз чисельних і аналітичних значень коефіцієнта запасу стійкості стінки резервуара	105

CONTENTS

SOROKANICH STANISLAV, NAZAROVA ANTONINA. Organomineralic Modifier of Cement Composites Based on Glass Powder	5
VYSOTSKY SERGEY, KOZIR DMITRIY. Control of Ecological Condition of Waste Dump	12
SERGEEVA NINA, ABRAMENKOV STANISLAV, KUZMENKO SVETLANA, KIREENKOVA EKATERINA. New Approaches to Solving the Problem of Increasing the Energy Efficiency of the Heat Supply System in Bryansk	19
SERGEEVA NINA, KOVALEV SERGEY, SOKOLOV ALEXANDER, DUBOVSKY PAVEL, BASHARIN EUGENE. Methodology of Organizational and Technological Preparation for the Production of Energy-Efficient Facade Systems in the Process of Renovation of Residential Buildings	24
MATVEEVA NARYA, KORSUN VLADIMIR, DANILOV NIKOLAY, FEDOTOV PETR. Influence of Temperature Weather Effects on the Stress-Strain State of External Walls in the Conditions of Yakutia	30
PRYKHOD'KO SERHIY, KAKHIANI MERABI. Education Technogenic Risks of the Surface Complex in the Worked Territories (on the Example of the Donbas and Tikibuli-Shaor Land Deposit)	36
SHOLUKH NICKOLAY, SMIRNOVA ALEXANDRA. Typological Analysis of Urban Planning Situations with Increased Probability of Antisocial Displays: Functional-Spatial and Technological Aspects	43
ZOZULIA ANASTASIA. Effect of Melt Overheating on the Micro-Hardness of Bismuth and Tin upon Crystallization	57
PESTRYAKOVA ELVIRA, ZAGORUYKO TAMARA, BENAI HAFIZULA. Influence of Alternative Sources of Energy on the Level of Comfort in Residential Buildings	60
LOBODA KATERYNA, ZAGORUYKO TAMARA, ZAICHENKO MYKOLA. High-Performance Concrete with Restrained Shrinkage	64
TANASOGLO ANTON, BAKAYEV SERGIY, FOMENKO SERAFIM, BAKAYEVA CHRISTINA. Technology of Work on Replacing of Ground Wire Without Disconnecting the Overhead Power Line	68
BARBO ALEXANDER, VRZHESHCH DMITRIY, RESHETNIKOV ALEXANDER, BORODAY DENIS. Cemented Screenings of Limestone Crushing for Pavements Bases	73
LOZINSKIY EDUARD, LOZINSKAYA VALERIA, GORBUNOVA ANASTASIA. Reducing the Impact of Wind from a High-rise Building on the Work of Ventilation of the Surrounding Development	77
YUGOV ANATOLY, LIFANOV OLEG, KARPENKO ANASTASYA. The Choice of Rational Organizational and Technological Process of Construction of Multi-Storey Frame-Monolithic Buildings Through an Integrated Pouring the Floor	82
SHOLUKH NICKOLAY, VASYLEV VOLODYMYR, ANISIMOV ANDREY. Ensuring Unlimited Access to Disabled People to Residential and Socially Important Objects of the City under the Conditions of Significant Normative and Planning Limitations	88
SHATOHIN SERGEY, KHASCHAVATSKAYA NADEJDA, NESKREBA DENIS. Physicomechanical Properties of Exemplars of Slate of Different Degree of a Violation	101
MUSHCHANOV VOLODYMYR, TCEPLIAEV MAXIM. Analysis of Numerical and Analytical Values of the Tank Wall Stability Factor	105