

Министерство образования и науки Украины
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Сборник научных трудов

Выпуск 37

БУДІВНИЦТВО ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

Збірник наукових праць

Випуск 37

Зареєстрован 21.11.2005 г. серія КВ № 10650 Государственным комитетом информационной политики, телевидения и радиовещания Украины.

Высшей Аттестационной Комиссией Украины включен в перечень научных диссертационных работ на соискание научных степеней доктора и кандидата наук (Постановление Президиума ВАК Украины от 11.10.2000 №1-03/8, перечень №6 - технические науки).

Симферополь
«Национальная академия природоохранного
и курортного строительства»
2011

Збірник наукових праць
«Будівництво та техногенна безпека»

Збірник включає статті науковців України, у яких висвітлені результати фундаментальних та прикладних наукових досліджень у галузі будівництва та техногенної безпеки.

Для наукових працівників, аспірантів та спеціалістів у галузі будівництва.

Редакційна колегія:

Ажермачов Г.А., канд. техн. наук, Бекіров Е.А., докт. техн. наук, Боровський Б.І., докт. техн. наук, Бугаєвський Г.М. докт. фіз.-мат. наук, Глухов М.Д., докт. техн. наук, Дворецкий О.Т., докт. техн. наук, Жигна В.В., канд. техн. наук, Зайцев О.М., докт. техн. наук, Закусілов М.О., канд. екон. наук., Захаров Р.Ю., канд. техн. наук (відповідальний секретар), Лінченко Ю.П., канд. техн. наук, Любомирський М.В., канд. техн. наук (зам. головного редактора), Морозов О.Д., канд. техн. наук, Нагасва З.С., докт. архітектури, Ніколенко І.В., докт. техн. наук Панюков Е.Ф., докт. техн. наук (головний редактор), Саломатін В.М., докт. геол.-мін. наук, Сапронова З.Д., канд. геол.-мін. наук, Сафонов А.О., докт. арх., Субботкін Л.Д., канд. техн. наук, Тарасенко В.С., доктор геол.-мін. наук, Федоркін С.І., докт. техн. наук, Ячменьова В.М., докт. екон. наук

Затверджено до друку згідно протоколу засідання вченої ради НАПКБ № 10 від 30.06.2011 р.

Адреса редакції: 95006 м. Сімферополь, вул. Павленко, 5, НАПКБ, корпус 2, к 410, E-Mail: rio@ecopro.crimea.ua.

©Национальна академія
природоохоронного
та курортного будівництва,
2011

Сборник научных трудов
«Строительство и техногенная безопасность»

Сборник включает статьи ученых Украины, в которых освещены результаты фундаментальных и прикладных научных исследований в области строительства и техногенной безопасности.

Для научных работников, аспирантов и специалистов в области строительства.

Редакционная коллегия:

Ажермачев Г.А., канд. техн. наук, Бекиров Э.А., докт. техн. наук, Боровский Б.И., докт. техн. наук, Бугаевский Г.Н. докт. физ.-мат. наук, Глухов Н.Д., докт. техн. наук, Дворецкий А.Т., докт. техн. наук, Жигна В.В., канд. техн. наук, Зайцев О.Н., докт. техн. наук, Закусиллов Н.А., канд. екон. наук, Захаров Р.Ю., канд. техн. наук (ответственный секретарь), Линченко Ю.П., канд. техн. наук, Любомирский Н.В., канд. техн. наук (зам. главного редактора), Морозов А.Д., канд. техн. наук, Нагаева З.С., докт. архитектуры, Николенко И.В., докт. техн. наук, Панюков Э.Ф. докт. техн. наук (главный редактор), Саломатин В.Н., докт. геол.-мин. наук, Сапронова З.Д., канд. геол.-мин. наук, Сафонов А.А., докт. арх., Субботкин Л.Д., канд. техн. наук, Тарасенко В.С., доктор геол.-мин. наук, Федоркин С.И., докт. техн. наук, Ячменева В.М., докт. екон. наук

Утвержден к печати согласно протокола заседания ученого совета НАПКБ № 10 от 30.06.2011 г.

Адрес редакции: 95006 г. Сімферополь, ул. Павленко, 5, НАПКБ, корпус 2, к 410, E-mail: rio@ecopro.crimea.ua.

© Национальная академия
природоохоронного
и курортного строительства,
2011

Раздел 1. АРХИТЕКТУРА

УДК: 629.124.74:622.242

Лившиц Б.Р., инженер
ОАО «ЦКБ «Коралл», г. Севастополь

Халикова Д.Ф., инженер
Центральный научно-исследовательский институт им. академика А.Н. Крылова, г. Санкт-Петербург, РФ

Обоснование выбора архитектурного типа СПБУ для глубоководных районов Черного моря

Рассматриваются вопросы определения металлоемкости опорных колонн современных СПБУ. Проведен анализ существующих типов СПБУ. На основании оценочных расчетов делается вывод о металлоемкости опорных колонн в зависимости от формы корпуса, количества и формы колонн.

Металлоемкость, опорные колонны, архитектурный тип, рейка.

В ближайшие годы в Украине планируется развернуть полномасштабные работы по промышленной добыче углеводородов на шельфе Черного моря. Одним из первых этапов будет бурение разведочных скважин с самоподъемных плавучих буровых установок (СПБУ), в том числе и в глубоководной зоне при глубине 80 – 100 метров. Для выполнения этой задачи необходимо будет спроектировать и построить (или приобрести) современную СПБУ. Статья посвящена анализу тенденций развития архитектурного типа СПБУ и проблеме рационального выбора формы и количества колонн. Также задачей статьи является демонстрация и численное подтверждение выбора архитектурного типа СПБУ для эксплуатации в глубоководных районах Черного моря. СПБУ с тремя опорными колоннами строятся чаще, поэтому представляет интерес оценка преимущества того или иного типа СПБУ с точки зрения критерия наименьшего веса, прочности и технологичности. Это позволит при выборе архитектурного типа СПБУ (форма корпуса, количество и сечение колонн) осознанно выполнять проектные работы на начальной стадии.

Максимальная глубина моря, при которой эксплуатируется СПБУ, является важнейшей характеристикой, поскольку оказывает существенное влияние на размеры корпуса, опор, на характеристики и вес спускоподъемных механизмов, а, следовательно, и на стоимость строительства СПБУ. Из диаграммы (рис. 1) видно, что большинство имеющихся СПБУ предназначено для эксплуатации при глубинах моря менее 91,0 м, однако достаточно много СПБУ (около 45%) предназначено к эксплуатации при больших глубинах моря.

Наметившаяся тенденция к увеличению средней глубины моря для СПБУ сохраняется, что подтверждается данными, представленными в табл. 1.

Из построенных в последнее время СПБУ только 4 предназначены для работы при глубинах моря менее 100 м (91,5 м), все остальные СПБУ строились для больших глубин.

Отметим, что при эксплуатации на глубинах более 60 метров, как правило, используются СПБУ с опорными колоннами ферменного типа. Исключением являются СПБУ с цилиндрическими колоннами, оснащенные общим опорным матом.

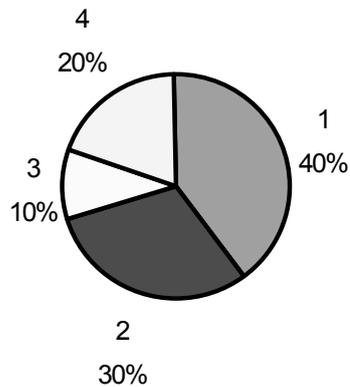


Рис. 1. Распределение СПБУ по глубинам морей, %:
 1 – глубина моря до 91 м; 2 – глубина моря 91 – 107 м;
 3 – глубина моря больше 107 м; 4 – неизвестно.

Таблица 1

Эксплуатационная глубина моря

Годы	Средняя глубина моря в месте бурения, м
До 1978	60,1
1978-1079	64,3
1980-1981	68,6
1982-1983	74,0
1984-1986	86,0
2000 и позже	120

Основными типами СПБУ для глубоководных районов являются :

Тип 1. Прямоугольный в плане корпус с четырьмя опорными колоннами прямоугольного сечения;

Тип 2. Прямоугольный в плане корпус с четырьмя опорными колоннами треугольного сечения;

Тип 3. Треугольный в плане корпус с тремя опорными колоннами прямоугольного сечения;

Тип 4. Треугольный в плане корпус с тремя опорными колоннами треугольного сечения.

На рис. 2 представлены схемы описанных выше типов СПБУ, а на рис. 3 представлена диаграмма распределения указанных архитектурных типов СПБУ в процентном отношении.

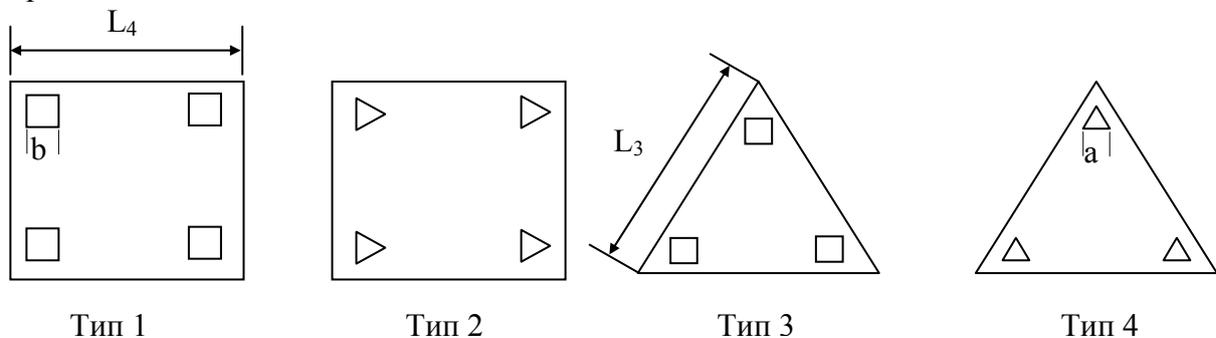


Рис. 2. Архитектурные типы СПБУ.

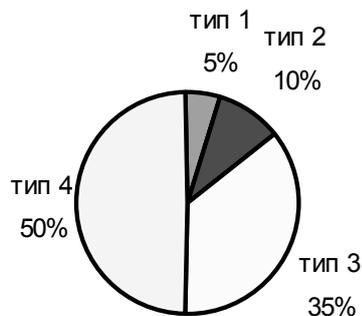


Рис. 3. Распределение типов СПБУ, %.

Заметим, что при варьировании количеством опорных колонн, количеством несущих реек меняется волновая нагрузка, общая жесткость конструкции, напряжения от собственного веса и воздействия ветровой нагрузки (сама величина ветровой нагрузки мало меняется от изменения количества колонн). Для дальнейшей оценки введем следующие допущения :

- вес корпуса для всех типов СПБУ одинаков;
- ветровая нагрузка для всех типов СПБУ одинакова;
- вес ферменной конструкции колонн пропорционален весу реек.

Общий объем металлоконструкций опорных колонн на условную единицу длины указан в табл. 2.

Таблица 2

Объем металлоконструкций на единицу длины

Тип СПБУ	Площадь поперечного сечения одной несущей связи F_i	Объем металлоконструкций
1	F_1	$16F_1$
2	F_2	$12F_2$
3	F_3	$12F_3$
4	F_4	$9F_4$

Неизвестным параметром является площадь поперечного сечения рейки F_i . Если мы определим ее из условий равенства напряжений в несущих рейках для всех типов СПБУ при одинаковых условиях эксплуатации, то сможем определить относительную металлоемкость.

Напряжения в несущих связях могут быть определены как сумма составляющих от изгибающего момента M_i , возникающего при воздействии волнения и осевой силы N_i , возникающей от воздействия волнения и общего веса корпуса СПБУ, приходящегося на одну опорную колонну, т.е:

$$\sigma = \frac{M_i}{W_i} + \frac{N_i}{n_i \cdot F_i} + \frac{P_n}{m_i \cdot n_i \cdot F_i}, \quad (1)$$

где n_i – число несущих реек в опорной колонне;

m_i – количество опорных колонн СПБУ;

P_n – вес корпуса СПБУ;

W_i – эквивалентный момент сопротивления поперечного сечения опорной колонны.

Сравнение напряжений и весовых характеристик выполняется для наихудшего случая – шарнирного закрепления опор.

Равнодействующую волновой нагрузки, действующую на одну несущую рейку, в табл. 3 обозначим как Q_0 , а отстояние точки приложения волновой нагрузки от опорной пяты башмака СПБУ обозначено как z_Q .

В табл. 3 представлены зависимости M_i , N_i , W_i от определяющих их величин.

Таблица 3

Характеристики внешних и внутренних сил для различных типов СПБУ

Тип	1	2	3	4
m_i	4	4	3	3
n_i	4	3	4	3
M_i	$4Q_0z_Q$	$3Q_0z_Q$	$4Q_0z_Q$	$3Q_0z_Q$
N_i	$2Q_0z_Q/L_4$	$2Q_0z_Q/L_4$	$3Q_0z_Q/L_3$	$3Q_0z_Q/L_3$
W_i	$2F_1b$	$F_2a \frac{\sqrt{3}}{2}$	$2F_3b$	$F_4a \frac{\sqrt{3}}{2}$
n_iF_i	$4F_1$	$3F_2$	$4F_3$	$3F_4$

Расчетную величину Q_0 можно выразить через стандартное отклонение нагрузок σ_{Q0} , которое в данном случае при относительно малом поперечном размере связей определяется скоростной составляющей волновых нагрузок. Стандартное отклонение σ_{Q0} согласно [1] имеет вид:

$$\sigma_{Q0} = 0,0134 C_{ск} \mu_{ск} d h_3^2 \gamma K_v, \quad (2)$$

где $C_{ск}$ – коэффициент скоростного сопротивления;

$\mu_{ск}$ – коэффициент влияния на нагрузку горизонтальных и наклонных связей;

d – поперечный размер рейки;

h_3 – высота волны трехпроцентной обеспеченности;

γ – плотность воды;

K_v – коэффициент динамичности волновых нагрузок.

С целью упрощения решения поставленной задачи, для определения стандартного отклонения примем величину размера поперечной рейки для всех рассматриваемых вариантов одинаковой. Тогда коэффициент динамичности для определения стандартного отклонения может быть получен через определение частот собственных колебаний и соотношения с периодом волнения.

Отношение частот собственных колебаний СПБУ с тремя опорами по отношению СПБУ с четырьмя определим из выражения Правил [2]:

$$f = \sqrt{\frac{12n_k E J_k (1 - G_p / n_k P_e) g}{I^3 (4 - 3\alpha) (G_p + 0,5n_k G_k)}} \eta_{d, c}, \quad (3)$$

где n_k – число опорных колонн;

E – модуль упругости материала колонн, кПа;

G_p – масса корпуса, кН;

G_k – масса опорной колонны, кН;

$P_e = \frac{\pi^2 E J_k}{4l^2} (3\alpha + 1)$ – эйлерова нагрузка на опорную колонну в составе

пространственной рамы;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

H – глубина моря в месте постановки, м;

l – расчетная длина опорной колонны, равная отстоянию от пяты опорной колонны до середины расстояния между горизонтальными упорами в понтоне, м;

$\alpha = 1/(1 + AEJ_k / l)$ – коэффициент опорной пары;

A – коэффициент пропорциональности между опорным моментом и углом поворота опорной пяты;

J_k – момент инерции опорной колонны СПБУ, м⁴;

n_d – поправочный коэффициент влияния закрепления опорных колонн в понтоне.

Для определения соотношения коэффициента динамичности волновой нагрузки для СПБУ с тремя колоннами и СПБУ с четырьмя колоннами принимаем для оценки частот, что вес одной опорной колонны G_k трехопорной СПБУ на 13 – 16% больше, чем СПБУ с четырьмя опорами, а момент инерции поперечного сечения J_k при этом больше на 30 – 40%. Численные расчеты по формуле (3) для определения частот показывают, что частота первого тона собственных колебаний СПБУ с тремя опорами примерно на 20% больше, чем у СПБУ с четырьмя. С некоторой допустимой для выполняемой оценки погрешностью принимаем:

$$p_{3\text{опоры}} = 1,2 p_{4\text{опоры}} \quad (4)$$

Величина коэффициента динамичности K_v , зависящая в расчетном диапазоне практически линейно от отношения ω_0/p (где ω_0 – средняя частота поверхностного волнения, p – частота первого тона изгибных колебаний СПБУ), для СПБУ с тремя колоннами больше примерно на 20 % по сравнению с четырехколонной СПБУ.

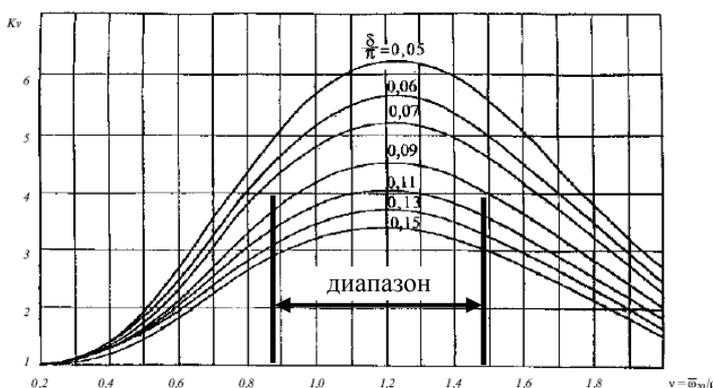


Рис. 4. Коэффициент динамичности волновой нагрузки.

Для возможности сравнения показателей всех четырех типов СПБУ определим взаимосвязь характерных размеров L_3 и L_4 , а также a и b , показанных на рис. 2.

При равенстве весов корпуса, которое было принято, и при введении допущения о равенстве осадок, должно выполняться равенство площадей $S_4 = S_3$. Это дает выражение:

$$L_3 = \frac{2L_4}{\sqrt{\sqrt{3}}} = 1,51L_4 \quad (5)$$

Рассмотрение характеристик поперечного сечения опорных колонн позволяет связать величины a и b между собой. Принятие условия равенства параметров квадратного и треугольного сечений, что свидетельствует о примерно равном вкладе в волновую нагрузку раскосов, приводит к соотношению:

$$a = \frac{4b}{3} \quad (6)$$

По выражению для суммирования составляющей от осевой нагрузки и изгибающего момента напряжения в несущих рейках после подстановки соответствующих значений, напряжения записываются следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{2,08\eta}{F_1} \left(1 + \frac{P_{\text{П}}}{33,2\eta}\right) \\ \sigma_2 &= \frac{2,71\eta}{F_2} \left(1 + \frac{P_{\text{П}}}{32,52\eta}\right) \\ \sigma_3 &= \frac{2,07\eta}{F_3} \left(1 + \frac{P_{\text{П}}}{24,84\eta}\right) \\ \sigma_4 &= \frac{2,74\eta}{F_4} \left(1 + \frac{P_{\text{П}}}{24,66\eta}\right) \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

В представленных выражениях обозначено – $\eta = \frac{Q_0 z_Q}{b}$, а $b/L_4 \approx 0,15$.

Введем соотношение между площадями реек как $F_2=F_3=1,2F_1$ и $F_4=1,4F_1$. Приравнивая напряжения в несущих рейках и принимая первый тип СПБУ за базовый в диапазоне изменения $\frac{P_{\text{П}}}{\eta} = 30 - 45$ получим относительные металлоемкости опорных колонн.

Таблица 4

Относительная металлоемкость опор

Тип 1	Тип 2	Тип 3	Тип 4
1	0,92-0,93	0,90-0,91	0,84-0,86

По итогам рассмотрения вариантов архитектурных типов СПБУ, на примере несложных вычислений установлено, что металлоемкость опорной колонны СПБУ с треугольным корпусом и трехгранными в плане опорными колоннами является наименьшей. На начальных стадиях разработки проектов при рассмотрении возможных вариантов, весовые характеристики опорных колонн ферменного типа, могут быть пересчитаны по соотношениям, представленным в настоящей статье.

Кроме этого следует отметить, что уменьшение количества сварных швов также дает немалый экономический эффект, позволяет уменьшить время строительства СПБУ.

Выводы

1. Современные тенденции развития СПБУ для глубоководных районов заключаются в применении треугольного в плане корпуса с тремя трехгранными ферменными опорными колоннами.

2. По итогам рассмотрения вариантов архитектурных типов СПБУ, на примере несложных вычислений установлено, что металлоемкость опорной колонны СПБУ с треугольным корпусом и трехгранными в плане опорными колоннами является наименьшей.

3. На начальных стадиях разработки проектов при рассмотрении возможных вариантов, весовые характеристики опорных колонн ферменного типа, могут быть пересчитаны по соотношениям, представленным в настоящей статье.

4. Применение наименее металлоемких конструкций ведет к уменьшению количества сварных швов, что также дает немалый экономический эффект и позволяет уменьшить время строительства СПБУ.

Список литературы

1. Технический отчет ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова по договорной работе 349-31, выпуск 19063 // Л. – 1979. – 109 с.
2. Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ / Российский Морской Регистр Судоходства // СПб.: 2008. – 481 с.

УДК 725.

Самонина К.Г. студентка группы ГС-631, **Бабеев К.В.** ассистент кафедры градостроительства.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Развитие экологических технологий в современной архитектуре

В статье проводится анализ сложившейся экологической ситуации, определяется возможность минимизации экологических проблем путем внедрения в архитектурно-планировочную сферу новейших эко-нейтральных технологий на основе применения нетрадиционных источников энергии и внутреннего озеленения зданий и сооружений. Рассматриваются жилые, общественные и административные здания, а также многофункциональные жилые комплексы.

экология, архитектура, экодом, нетрадиционные источники энергии, антисмог, солнечные батареи, ветрогенераторы, волногенераторы.

Введение

Ранее термин «экология» ассоциировался в первую очередь с окружающей средой естественного происхождения – вымирающей флорой и фауной, загрязненными океанами, «дырами» в озоновом слое, отравленным воздухом и пр. Но в последние несколько десятилетий проблемы экологического характера стали неотъемлемой частью повседневной жизни человека как в глобальном смысле, так и в локальном – в городе, офисе и даже и в его собственном жилище.

В современном мире идея необходимости заботы об экологии стала глобальной и универсальной, одной из не многих, почти не встречающих возражений и при этом быстро и широко распространяющихся.

Архитектурные сооружения, как правило, являются местом наиболее длительного пребывания людей в ограниченном объеме пространства. В зависимости от возраста и рода занятий в течение суток человек находится в здании примерно 18-20 часов. Поэтому архитектуре отводится роль поддержания общественного комфорта и здоровья – морального и физического.[1]

Словосочетание «экологическая» или «эко-устойчивая», архитектура («sustainable architecture») стало привычным глазу и уху и занимает значительное место в ряду себе подобных: экологическая еда, экологический туризм, топливо, и так далее. На западе уже прочно вошел в обиход термин «green building», то есть «зеленое здание».[2]

Нововведения в архитектуре на основе экологически-нейтральных и энергоэффективных технологий уже имеют широкое распространение в таких странах как Германия, Англия, Испания, Италия, Япония, Китай и т.д.

Анализ публикаций

Изучением и исследованием проблем экологического характера в современной архитектуре занимается ряд отечественных (Татьяна Эрнст, Ражеп В.Е, Кутузова Т.Н., Тетиор А.Н., Владимиров В.В.) и зарубежных ученых (Жигарде Х., Роджерс Р., Каллебо В.). В 2007 году, 22-26 октября, в г. Ростов-на-Дону, Россия, была проведена Первая Международная Научно-Практическая Конференция «Архитектура и Экология». Спустя

три года в Киеве, 8 - 12 сентября 2010г., в Национальном Авиационном Университете состоялась Вторая Международная Конференция «Архитектура и Экология: проблемы городской среды».

Цель и постановка задачи исследований

Цель статьи – провести анализ применяемых в архитектуре экологически-нейтральных и энергоэффективных технологий.

Задачи исследования:

- проанализировать наиболее актуальные проблемы и вопросы в сфере экологической архитектуры;
- выявить наиболее эффективные и доступные в применении виды экологических технологий;
- выявить оптимальные методы минимизации ущерба для экологии при проектировании и строительстве.

Методика исследований

Методикой исследований является научный анализ и систематизация полученных данных.

Результаты и их анализ

На сегодняшний день, согласно результатам многочисленных исследований, были выявлены наиболее актуальные проблемы и вопросы в сфере экологической архитектуры [3]:

1. Социально-экологические проблемы формирования городов: экология города и пригородов; экологическая безопасность и устойчивое развитие поселений; экологические проблемы при разработке генпланов, правил планировки и застройки населенных мест; направления экологических преобразований городской ткани; формирование застройки исторических центров городов в условиях роста объемов строительства; проблемы размещения жилищного строительства; экология коммуникаций и транспорта в городах.

2. Экологические концепции архитектурного формирования зданий и сооружений: современное состояние, тенденции и перспективы архитектуры экожилища; экологизация и интеллектуализация архитектурных структур; опыт экологического жилищного строительства, пути решения государственных жилищных программ в области доступного жилища; национальные проекты и решение экологических проблем формирования жилой среды; альтернативная энергетика и энергосбережение в архитектуре.

3. Формирование экологически безопасных зданий: архитектура многофункциональных комплексов, торговых, административных и рекреационных центров; современные тенденции стилеобразования и композиции в природосообразной архитектуре; реставрация и реконструкция зданий; формообразующая роль новых технологий строительства и строительных конструкций, новейших инженерных систем и строительных материалов.

4. Экологические проблемы средового дизайна в современном городе: дизайн и экология среды обитания; новые стилевые особенности городской застройки; новейшие технологии в области проектирования оборудования и пространства интерьера; экологически чистые современные отделочные и облицовочные материалы, произведения декоративно-художественного искусства в интерьере города и зданий; экологическая безопасность городской среды.

5. Экологические строительные материалы и конструкции: экология новых строительных материалов; эстетика и возможности бионических конструкций; инновационные технологии в энергосбережении и строительстве; экономика экологического домостроения; экологическое предпринимательство и менеджмент.

6. Архитектурное образование и экология: проблемы развития региональных архитектурных школ; экологические традиции в образовании и архитектуре; роль экологических знаний в процессе обучения; экология и культура; философские проблемы экологического строительства; формирование экологического мышления, экологическое воспитание и образование; нравственно-психологические аспекты экологической безопасности в современном обществе. Исходя из вышеизложенного, можно сформулировать основные задачи экологической архитектуры [4,5]:

- изучение особенностей взаимодействия природной среды и мест расселения (включая все виды человеческой деятельности в местах расселения) и разработка способов экологизации этого взаимодействия с учетом равного инвайронментального пространства, обеспечения устойчивого развития поселений;

- урбоэкологическими, архитектурно-экологическими и строительно-экологическими средствами экологического равновесия между местами расселения и окружающей природной средой и устойчивого развития мест расселения;

- повышение качества жизни в местах расселения и жилых домах путем экологизации жизни и деятельности человека в городе, экореставрации природной среды, приближения к природной среде, фитомелиорации, создания привлекательного образа города, мягкого взаимодействия города и природной среды;

- экологичная оптимизация устойчивых архитектурно-градостроительных, конструкторских, технологических решений с учетом исключения негативных воздействий на окружающую природу и восстановления ранее нарушенной среды, реставрации антропогенных ландшафтов;

- использование биопозитивных (экологичных) зданий и сооружений, а также градостроительных, архитектурных, конструктивных, технологических решений, воспринимаемых природной средой как родственные ей объекты и включаемых ею в экосистемы, помогающие существованию, восстановлению и развитию естественной природной среды;

- экологичная реконструкция ранее созданных городов, отдельных зданий и сооружений; сенсорная экология и экологическая красота зданий и города;

- экономия всех ресурсов, их устойчивое потребление, использование в большей мере возобновимых ресурсов, сокращение и исключение отходов с целью достижения устойчивого развития при равном инвайронментальном пространстве для всех стран;

- применение природных и природоподобных экологичных материалов, а также экологически допустимых отходов производства при изготовлении строительных материалов и изделий с целью исключения поступления отходов в окружающую среду;

- прогнозирование и оценка возможных негативных последствий строительства, эксплуатации новых и реконструируемых мест расселения, зданий и сооружений для окружающей среды;

- своевременное выявление объектов, наносящих ущерб окружающей среде, при помощи эколого-экономического мониторинга и принятие соответствующих решений;

- экологическая паспортизация материалов, изделий, зданий, сооружений с целью выявления их экологичности для города;

- периодический анализ движения города к большей устойчивости развития и к экологичности путем сопоставления предыдущих и текущих значений индикаторов устойчивого развития.

Структурные единицы, они же объекты экологического проектирования и строительства, соответствуют структурным единицам города и подразделяются на

следующие виды: экогород, экорайон, экомикрорайон, экоздание. Экоздания, в свою очередь делятся на жилые, общественные, административные, промышленные и т.д.[6]

В статье особое внимание уделяется экозданиям жилого и общественного назначения, а также многофункциональным жилым комплексам (рис. 1,2,3)



Рис. 1. Многофункциональный эко-комплекс общественного назначения в г. Тайчжун, Тайвань. Архитектурное бюро MAD Architects, Пекин.



Рис. 2. Экоздание общественного назначения, отель Waterworld в местечке Songjiang, Китай. Atkin's Architecture Group



Рис. 3. Жилое экоздание, EDITT Tower, Сингапур.

Экоздания и комплексы по своей функциональности подразделяются на три основные модели: [7,8]

1) Экологически безопасные/ экологически полезные здания, комплексы.

Основные принципы формирования данной модели заключаются в следующем:

- минимизация площади основания здания
- рациональное использование подземного, подводного и надводного пространств
- создание и поддержание искусственного микроклимата внутри здания/комплекса
- устройство подземного или подводного перерабатывающего контейнера для сброса канализационных вод и их переработки
- устройство очистительных приборов для отработанного тепла и газов
- использование экологически чистых материалов при строительстве с максимальным сопротивлением теплопередаче
- установка очистительных фильтров для воды и воздуха
- применение технологии «urban forest» и/или «green building» - устройство внутренних оранжерей, озелененных террас, балконов, зимних садов и пр.
- применение принципа рационального расселения – размещение большого количества жителей на минимальной площади участка.
- увеличение территории рекреации
- совмещение в одном здании/комплексе жилья и рабочих мест.

Пример экологического дома-комплекса, основанного на данной модели, показан на рисунке 4.

2) Энергосберегающие/ энергопроизводящие здания, комплексы.

Модель энергосберегающего/энергопроизводящего здания основывается, в подавляющем количестве случаев, на применении нетрадиционных источников энергии.

- использование разнообразных солнечных батарей и генераторов (например, встроенных в стеклопакет гибких генераторов на основе холодного геля)
- использование энергии перемещения воздушных масс (ветров), разряженного пространства (вентиляторы, турбины и пр.)
- использование энергии морских или речных волн (трубообразные, шарообразные или плоские волновые генераторы)
- устройство фильтров, накопителей, перерабатывающих установок, генераторов различного назначения под землей и под водой
- применение системы зеленого фильтра – «антисмог», представляющей собой коллекцию однолетних, низкорослых кустарников с шарообразной нитевидной корневой системой, обладающих свойством поглощения вредоносных веществ, содержащихся в воздухе
- разработка энергозамыкающей сети в конструкциях здания
- обеспечение круговорота воды, воздуха и энергии без отходов, выбросов, отравления почвы, воды, воздуха
- искусственное поддержание круговорота «кислород – углекислый газ», за счет увеличения площади внутреннего озеленения здания и подбора особых видов растений

Пример энергосберегающего/энергоэффективного здания представлен на рисунке 5.

3) комбинированная модель (экологически безопасные/полезные, энергосберегающие/производящие здания, комплексы).

Комбинированная модель представляет собой совокупность аспектов, принадлежащих двум предыдущим моделям.

Пример комплекса, основанного на комбинированной модели, представлен на рисунке 6.



Рис. 4. Экобосреб – ферма. Нью-Йорк. Vincent Callebaut Architectures



**Рис. 5. Энергоэффективный небоскреб Rotating Tower. Дубай.
Архитектор Дэвид Фишер.**



Рис. 6. Экологически полезный, энергоэффективный жилой многофункциональный комплекс Eye Park. Дубай. Collision Architecture Group

Современная экологическая архитектура рассматривает одной из своих первоочередных задач минимизацию возможного ущерба окружающей среде и экологии в целом во время строительства и в период эксплуатации здания.

Исходя из этого, предпочтение отдается преимущественно экологически нейтральным материалам и нетрадиционным источникам энергии, не требующим расхода природных исчерпаемых источников и электричества. Рассмотрим наиболее широко применяемые и эффективные из них:

- 1) солнечные батареи, генераторы солнечной энергии.**

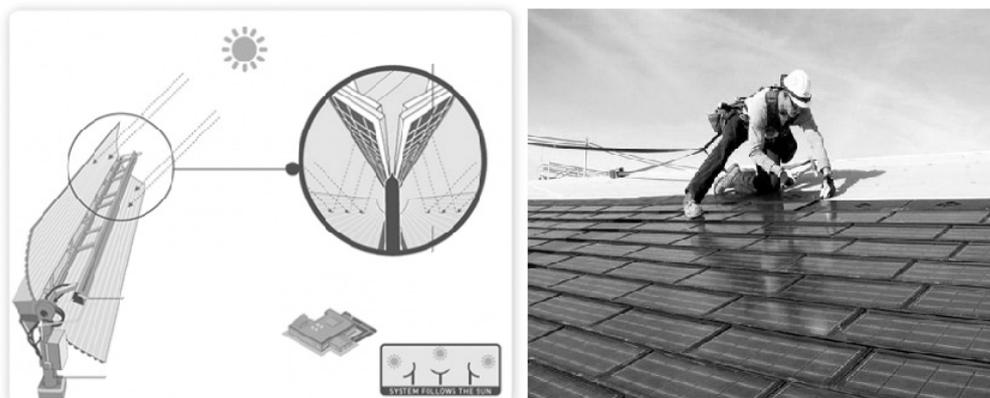


Рис. 7. Система генерации солнечной энергии на основе геля.

Новейшая система генерации солнечной энергии на основе геля (рис. 7), разработана специально для применения в архитектуре жилых и многофункциональных зданий и комплексов. Так как гель – жидкое вещество, он способен легко транспортировать полученную энергию непосредственно к генератору, какую бы форму не имела пластина (даже снизу вверх, при наличии стимулятора), что предоставляет широчайший выбор формы и преумножает возможности проектировщика и строителя.

- Солнечный свет и тепло фиксируются ультрачувствительными частицами.
- Холодный гель принимает полученную энергию и передает её по телу пластины к генератору.
- Двухслойная пластина с отражателями, приемником и гелем выполнена из гибкого, но прочного материала, которому легко придается необходимая форма. [9]

2) ветровые турбины, вентиляторы, ветрогенераторы.

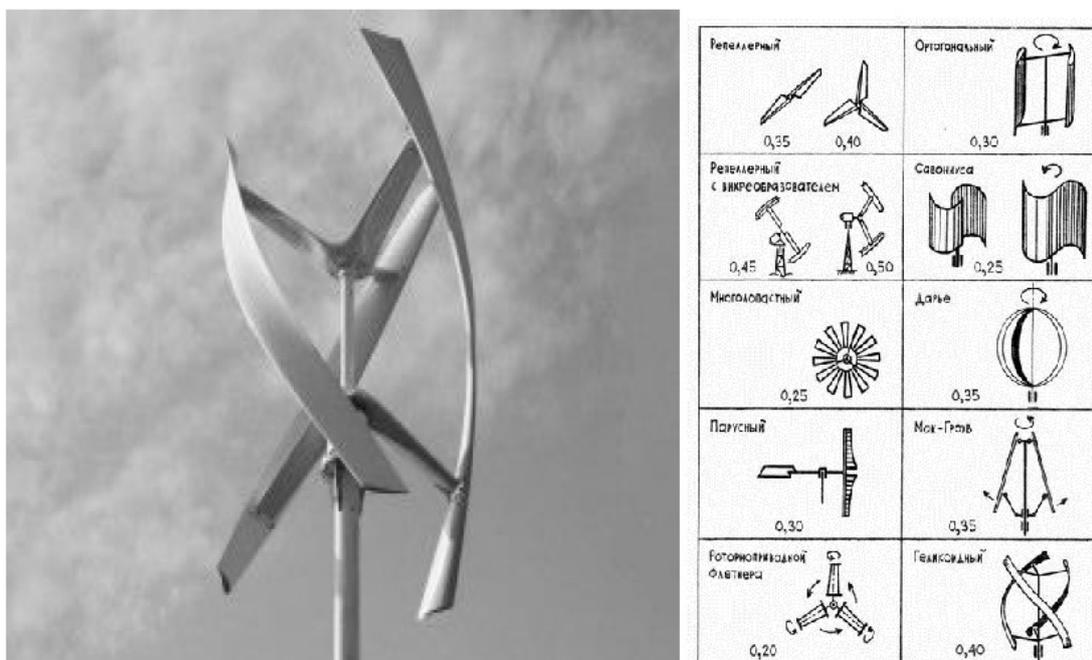


Рис. 8. Ветровые турбины.

Для создания эффективной ветровой турбины (рис. 8) сегодня нет необходимости изготавливать тяжелый вентилятор на массивной опоре, устанавливать его в открытом поле среди десятков других вентиляторов и подводить к ним многометровые кабели, расходуя силы, энергию и деньги. Сейчас «тяжеловесов» прошлого заменили легкие конструкции из пластика или облегченного металла, которые устанавливаются в любом удобном месте (открытой террасе, крыше, в проемах наружных стен и т.д.), главное – наличие передвижения масс воздуха, т.е – ветра. Электроэнергии, вырабатываемой одной турбиной геликоидного типа с размахом лопасти 1.5 метра и при средней скорости ветра 5м/сек., достаточно, чтобы обеспечить электричеством в течение суток одну трехкомнатную квартиру. [9]

3) Генераторы энергии морских и речных волн.

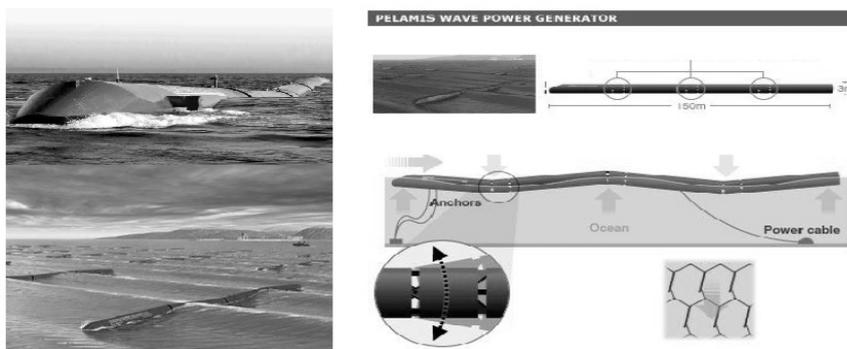


Рис. 9. Генераторы энергии морских и речных волн.

Гибкие волновые генераторы (рис. 9) представляют собой легкие, до трёх метров в диаметре и до двух километров длиной, полые трубы, разделенные на сегменты. Каждый сегмент соединяется с другим подвижным креплением, внутри которого располагаются так называемые «соты» - соединения мельчайших плоскостей, выполненные из материала, нагревающегося при малейшем трении плоскостей друг о друга. При волнении воды, сегменты приходят в движение, идентичное движению волн, и между плоскостями «сот» возникает трение. Выделяется тепло, которое преобразуется в электрический импульс и передается по кабелю, проложенному в полости трубы, к генератору.

Такие генераторы уже широко применяются как в качестве независимых электростанций на воде, так и в качестве энергообеспечивающих единиц жилых и многофункциональных зданий и комплексов. [9]

Выводы

Изучив и проанализировав полученную информацию, можно сделать вывод, что разрешение проблем, связанных с экологией, в области архитектуры осуществимо. Также можно сформулировать основные принципы проектирования и строительства современных экологически безопасных зданий:

- 1) Проектирование на основе учета экологической ситуации в регионе.
 - тщательный выбор места расположения проектируемого здания/сооружения.
 - анализ экологической обстановки
 - анализ состояния окружающей среды
 - выявление экологических проблем на участке
 - проектирование на основе выявленных проблем с учетом максимального их устранения и минимизации предполагаемого урона окружающей среде
- 2) Использование экологически нейтральных видов строительных материалов и конструкций:
 - материалы и конструкции с максимальным сопротивлением теплопередаче (двойное, тройное остекление, тепло- и светоотражатели и пр.)
 - полимерные материалы (примеси, стабилизаторы, катализаторы, наполнители, ПВХ)

- материалы на основе переработанного фосфодигидрата кальция (блоки, панели, системы, облицовочные материалы, краски и пр.)
- материалы на основе нанотехнологий
- алмазные трубы – материал на основе кристаллов алмаза, будущая альтернатива металлической арматуре
- экобетон – керамзитобетонные блоки

3) Использование щадящих методов организации строительства:

- расчистка строительной площадки по схеме сохранения ценных представителей флоры и всех фауны
- использование минимальной площади под стройплощадку
- техника, работающая от экологически нейтральных энергоносителей
- плотное ограждение площадки во избежание распространения пыли и шума
- установка воздушных фильтров и контейнеров сбора отработанных вод

4) Разработка проекта на основе одной из трёх основных моделей экологически безопасных зданий/сооружений/комплексов

Список литературы

1. Режеп В.Е. Архитектурные проблемы экологии в строительстве и реконструкции. Национальный научно исследовательский институт «Урбан Проект». г.Кишинэу, республика Молдова, 2009г.
2. Кутузова Т.Н. Проблема подхода к оценке объектов экологической архитектуры [электронный источник] [www. nbuv.gov.ua/kutuzova](http://www.nbuv.gov.ua/kutuzova)
3. Отчет Первой Международной Конференции Архитектура и Экология (электронный источник) г.Ростов-на-Дону. Россия. 2007г.
4. Тетиор А.Н. Строительная экология. – К.:Будівельник, 1992.- 159-164с.
5. Тетиор А.Н. Здоровые города – основы архитектурно-строительной экологии. – М.:МГУП,1997. – 699с.
6. Тетиор А.Н. Устойчивое проектирование и строительством. – М.:РЭФИА,1998.- 276-280,310с.
7. Girardet H. The Gaia atlas of cities. New directions for sustainable urban living. – London, 1997
8. Rogers R. Cities for a small planet. – London, 1997.- 180p.
9. www.altenergy.com

УДК 725.8:711.558

Сидорова В.В. аспирант, Коломеец Л.А. студентка

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Организация многофункциональных развлекательных комплексов в условиях приморских курортов

Проводится анализ уровня существующих развлекательных учреждений и их соответствия с современными потребностями людей в развлечениях.

Дано определение многофункционального комплекса. Рассмотрены особенности размещения учреждений и комплексов развлечений в структуре приморских курортных городов, определён состав функциональных блоков развлекательных комплексов.

приморские курорты, многофункциональный развлекательный комплекс, прибрежная территория, категории территориальной принадлежности, функциональные зоны.

Введение

Круглый год, особенно в летний период, в Крым приезжает огромное количество отдыхающих. Население курортных городов во время сезона увеличивается, как правило, в 2-3 раза. Основными потребностями курортных жителей, в первую очередь, является снятие жилья, питание и разнообразие развлечений во время отдыха. Как правило, для получения различных услуг и поиска необходимых товаров (питание, развлечения, сувениры и т.п.) приезжим приходится тратить много времени на поиск необходимых учреждений. Это связано с тем, что приморские города Крыма имеют в основном линейную схему развития, и, зачастую, товары и услуги приходится получать в разных учреждениях, часто удаленных друг от друга. Всё это ведет к затратам времени, сил и средств. Эту проблему можно решить благодаря организации многофункциональных развлекательных комплексов, в которых приезжие могли бы получить весь спектр услуг, не выходя за пределы территории комплекса.

На данный момент в приморских курортных городах Украины практически не существует многофункциональных развлекательных комплексов, способных удовлетворить все потребности жителей и гостей города в развлечениях. В основном, все развлекательные учреждения разрознены и имеют узкую специализацию, как правило, включающую 1-3 функции. Но, в связи с возрастающими потребностями людей получить весь спектр услуг, не тратя времени на дорогу и поиск учреждения, встает вопрос о создании многофункциональных развлекательных комплексов, где каждый посетитель сможет найти развлечения по своему вкусу, не выходя из здания. В настоящее время существует дефицит развлекательных сооружений, соответствующих требованиям современной развлекательной индустрии и, которые были бы выполнены с учетом современных функциональных и объемно-планировочных принципов. Поэтому эта тема является актуальной в настоящее время.

Анализ публикаций

Проблемам организации многофункциональных развлекательных комплексов на данный момент уделяется не достаточно внимания. В современных публикациях часто рассматриваются торговые и торгово-развлекательные комплексы, но для прибрежных территорий этот тип комплексов является не целесообразным. То есть торговая функция на прибрежной территории не должна быть преобладающей. Более важным является организация активного отдыха и развлечений для гостей и жителей курорта, а торговля должна ограничиваться сувенирной и пляжной продукцией. Не смотря на это, многие разработки торгово-развлекательных комплексов могут быть успешно применены для многофункциональных развлекательных комплексов и на прибрежных территориях.

Проблема заключается в том, что на данный момент (и это было отмечено Х. А. Бенаи и О. И. Фетисовым в статье [1]) никаких разработок, связанных с градостроительной и архитектурно-планировочной организацией многофункциональных развлекательных комплексов в Украине не существует.

Цель и постановка задачи исследований

Цель статьи – провести анализ существующих развлекательных учреждений в соответствии с современными потребностями людей в отдыхе и развлечениях.

Задачи: 1. Систематизировать многофункциональные развлекательные комплексы в зависимости от территориальной принадлежности. 2. Выявить основные функциональные зоны многофункционального развлекательного комплекса и состав его помещений.

Методика исследования

Методикой исследования является научный анализ и систематизация полученных данных.

Результаты и их анализ

Согласно классификации Urban Land Institute (США), многофункциональный или мультифункциональный (mixed-use) комплекс - это объект, который получает доход от трех и более функциональных назначений, имеющих независимый спрос [7].

Единое определение понятия многофункционального развлекательного комплекса в Украине еще не сложилось, но, изучив все характерные особенности подобных комплексов, можно сказать, что:

Многофункциональный развлекательный комплекс предполагает наличие нескольких функциональных назначений, связанных между собой единым пространством, с целью создания максимально комфортной среды для потребителей, технического обслуживания и максимально эффективного использования территории и энергоносителей.

Многофункциональные развлекательные комплексы (МФРК) могут находиться в различных частях города и, в зависимости от этого, иметь различную вместимость, проходимость и состав.

Выделим три основных категории территориальной принадлежности МФРК:

1. МФРК, относящиеся к городу;
2. МФРК, относящиеся к курортной или рекреационной зоне;
3. МФРК, относящиеся к учреждениям или комплексам учреждений отдыха.

Рассмотрим особенности каждой категории.

1. МФРК, относящиеся к городу, как правило, располагаются на пересечении основных магистральных путей (как автомобильных, так и пешеходных) в общественных центрах городов, районных и микрорайонных центрах и работают на весь город, район города, микрорайон и прилегающие территории.

Для этой категории более целесообразно размещение торгово-развлекательных центров, так как комплекс будет примыкать к жилой застройке и местам работы людей, что позволит, за счет внесения торговой функции, увеличить его посещаемость.

2. МФРК, относящиеся к курортной или рекреационной зоне находятся, как правило, на набережных, в курортных залах, парках и работают на отдыхающих и жителей прилегающих территорий.

Размещение торговли в данных объектах должно классифицироваться как сопутствующая функция и предполагать размещение небольших магазинчиков и сувенирных лавок, т.к. размещение торговых рядов одежды, обуви, и т.п. не является целесообразным в курортных районах.

3. МФРК, относящиеся к учреждениям или комплексам учреждений отдыха располагаются на территории учреждений или комплексов учреждений и работает исключительно на их отдыхающих.

Зарубежный опыт строительства многофункциональных комплексов представлен разнообразными сочетаниями функций. Рассмотрим некоторые примеры.

Выставочно-развлекательный комплекс «Город искусств и наук» в центре Валенсии, Испания, архитектор Сантьяго Калатрава (Рис. 1). Площадь комплекса составляет 350 тыс. м². Основные элементы комплекса: театр оперы, музей естественных наук, планетарий, дельфинарий, океанариум (самый большой в Европе) и огромный бассейн, окружающий комплекс. Планетарий оснащен самой современной техникой. Его свод полностью открывается для наблюдений неба, а в непогоду космическая панорама демонстрируется на огромном дисплее [9].



Рис. 1. Выставочно развлекательный комплекс, г.Валенсия (Испания).

Бюро Фостер и Партнерс (Foster + Partners) завершило проект развлекательного центра Хан Шатир (Khan Shatyr) в Астане (рис. 2). Его высота 150 м, а общая площадь 10 тыс. м². Трехслойное покрытие тента готово выдержать экстремальный климат места, где летом устанавливается +35⁰ жара, а зимой - 35⁰ морозы. В здании предложен целый комплекс досуговых услуг. Общественные зоны – кинотеатры, рестораны, общественные парки. Ландшафт местности был использован для формирования террас, на самой высокой из которых расположен водный парк.



Рис.2. Развлекательный центр Хан Шатир (г.Астана).

В ходе исследований отечественного и зарубежного строительства был сформулирован состав универсальной структуры МРФК, относящегося к курортной зоне приморского города. Можно выделить следующие функциональные зоны территории комплекса (рис. 3): зона входов, автостоянки, парковая зона, спортивная зона, зона загрузки, зона водных развлечений (элементов аквапарка), пляжная зона, набережная. Выделим основные функциональные зоны здания комплекса: общественно-представительная, коммуникационная, познавательно-развлекательная, информационно-деловая, зрелищная, развлекательная, рекреационная, зона общественного питания, зона торговли, зона водных развлечений и административно-хозяйственная зона. Для наглядности составлена схема функционального зонирования помещений комплекса (рис. 4).

Каждая зона, в свою очередь, имеет свои структурные элементы. Рассмотрим основные из них:

- а) общественно-представительная зона – площадки перед входами, вестибюль, кассовый зал (или залы);
- б) коммуникационная зона – лестничные клетки, лифты, эскалаторы;
- в) познавательно-развлекательная – аквариум, тропический зимний сад, планетарий, выставочный зал и другое;
- г) информационно-деловая зона – интернет-клуб, конференц-зал, и другое;
- д) зрелищная – кинозалы, универсальные залы, демонстрационные залы;
- е) развлекательная зона – боулинг, бильярд, игровые автоматы и симуляторы, клубы, лазер-таг, лазер-френзи, ледовый каток, детские лабиринты, аттракционы и прочее;
- ж) рекреационная зона – зимний сад, видовые площадки, террасы и другое;



Рис.3. Схема функционального зонирования территории комплекса.



Рис.4. Схема функционального зонирования помещений развлекательного комплекса. (А – главный вход; Б – второстепенный, боковой входы; В – служебный вход)

- з) зона общественного питания – буфет, кафе, ресторан, бар, спорт-бар, столовая для персонала;
- и) зона торговли – сувенирные магазины, магазин пляжных товаров, магазин продуктов;
- к) зона водных развлечений – бассейны, элементы аквапарка, сауны, пляжные развлечения и другое;
- л) административно-хозяйственная зона – администрация комплекса, бухгалтерия, зона загрузки, складские помещения, ремонтные мастерские, помещения технического обслуживания комплекса;
- м) хозяйственно-бытовая зона – санитарные узлы, душевые, переодевательные, гардероб.

Состав структурных элементов зон может быть изменен и дополнен в зависимости от расположения участка, доступа к водным ресурсам и прочих различных условий.

Выводы

1. Определены основные категории территориальной принадлежности многофункциональных развлекательных комплексов и их особенности.
2. Выявлены основные функциональные зоны территории многофункционального развлекательного комплекса и его здания.
3. Разработаны схемы функционального зонирования территории комплекса и функционального зонирования многофункционального развлекательного комплекса.
4. Определен состав каждой зоны многофункционального развлекательного комплекса.

Список литературы

1. Бенаи Х. А., Фетисов О. И. Анализ функционально-планировочных особенностей торгово-развлекательных центров / Бенаи Х. А., Фетисов О. И. // Вісник ДонНАБА. Серія : Проблеми архітектури і містобудування. — Макіївка, 2010. — випуск 2010—02(82). — С. 25—31.
2. Боков А.В. Многофункциональные комплексы и сооружения. – М.: Стройиздат, 1973. – 178 с.
3. Гайкова Л.В. Крупные многофункциональные общественные центры как объект системного проектирования / Л.В. Гайкова / Строительство. – 2002. – № 9. – С.110-117.
4. Городской В.Я. Градостроительные основы развития курортно-рекреационных районов СССР / В.Я. Городской, Т.Ф. Панченко, А.А. Мазуркевич и др. – М.: Стройиздат, 1990. – 196 с.
5. Панченко Т.Ф. Рекомендації з планування території прибережної смуги морів. Проект співпраця щодо довкілля Чорного моря. Друга редакція / Т.Ф.Панченко. – Киев: EuropeAid, 2009. – 32 с.
6. Цайдлер Э. Многофункциональная архитектура / Э. Цайдлер.– М.: Стройиздат, 1988. – 264 с.
7. Соловей О. Многофункциональные комплексы: особенности девелопмента [Электронный ресурс] / Ольга Соловей // Commercial Property. – 2007. - №5 (45). - Режим доступа к электронной статье:
http://commercialproperty.ua/analytics/top/detail.php?IBLOCK_ID=11&ID=33914
8. Архивности. Новости архитектуры и дизайна. Развлекательные центры [Электронный ресурс] / ред. О.О.Блонд/ Архивности – 2010. - Режим доступа к онлайн-журналу: <http://www.arhinovosti.ru/2010/07/07/>
9. Город искусств и наук. Испания. [Электронный ресурс] / ред. Д.Авас / 1001 чудо света – 2011. - Режим доступа к электронному ресурсу:
http://archi.1001chudo.ru/spain_1233.html

Сидорова В.В. аспирант, Терпугова Е.Р. студентка
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Планировочная организация современных приморских пляжей

В статье анализируется существующая функционально - планировочная организация современных приморских пляжей мира различного значения. Рассматриваются общественные, лечебные, курортные пляжи. Выявлены основные проблемы развития пляжных территорий курортов. Предложены некоторые пути выхода из сложившейся проблемной ситуации.

пляж, пляжная зона, общественный пляж, лечебный пляж, курорт, набережная, дефицит пляжных территорий.

Введение

Несмотря на разнообразие элементов природного рекреационного потенциала, важной его составляющей для любого приморского региона является морской берег, особенно пляжи. Наличие пляжей способствует созданию условий для максимального использования рекреационного потенциала [3].

Пляжи являются наиболее универсальным источником рекреации. При комплексной оценке территории пляжа учитывают: гигиенические качества воды, характер рельефа местности, наличие зеленых насаждений, характер ветров, степень благоприятности транспортных и инженерно-строительных условий, расположение мест сточных вод, возможность обособления купания от других рекреационных мероприятий (спорта, рыбной ловли и др.), влияние судоходства и другие факторы [2].

Проблема охраны жизни и здоровья людей в условиях экологических сдвигов приобрела в настоящее время большое значение. Быстрое развитие урбанизации, расширение средств комфорта, изменение природно-биологической среды, искусственный ландшафт, наряду со своими положительными качествами, негативно воздействуют на здоровье людей. Охрана природы в каждой стране имеет государственное значение. В связи с этим возрастает значение различных форм рекреации в жизни современного общества.

С ростом численности населения, изменением социально-экономических условий и дальнейшим развитием научно-технического прогресса возрастает и потребность в рекреационных территориях для лечения и массового отдыха.[1]

Курортные зоны в зависимости от характера использования рекреационных ресурсов делят на: курортные зоны, используемые для лечебных целей; туристические - для массового туризма; зоны отдыха для местного населения. Некоторые местности могут быть одновременно отнесены ко всем типам.

Анализ публикаций

Проблемами устройства и развитием пляжных территорий занимаются исследователи и учёные мира. В 2009 году в Новосибирске была проведена международная конференция на тему: «Создание и использование искусственных земельных участков на берегах и акватории водных объектов». Большое внимание проблематике пляжей уделяют российские учёные (Крыленко В.В., Крыленко М.В., Есин Н.В, Косьян Р.Д., Пешков В.М., Макаров К.Н., Подымов И.С., Рябкова О.И., Рыбка В.Г., Секурова З.А.) [4,6,9,11,13-15]; украинские учёные (Долотов В.В., Иванов В.А.) [3,5,16]и другие.

Цель и постановка задачи исследований

Цель статьи – провести анализ функциональной и планировочной организации современных пляжей мира.

Задачи: 1. Выявить лучшие функционально-планировочные решения пляжей мира для организации полноценного отдыха для людей различных возрастов; 2. Выявить способы расширения пляжных территорий с учетом природно-климатических условий.

Методика исследования

Методикой исследования является научный анализ и систематизация полученных данных.

Результаты и их анализ

Пляжная зона - часть прибрежной защитной полосы морей (как на суше, так и в морской акватории), планирование, размеры, границы и режим использования которой определяются в соответствии с требованиями Закона Украины «О курортах» и ДБН 360-92 ** «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».

По своему назначению пляжи делятся на:

- общекурортные, предназначенные для всего контингента отдыхающих;
- общегородские - для постоянного населения;
- специализированные лечебные, предназначенные для лиц, которые проходят лечение в санаториях и пансионатах и принадлежащие учреждениям отдыха.

По нашему мнению можно выделить в отдельную группу дикие пляжи, так называемые «нудистские», которые пользуются довольно большой популярностью у отдыхающих. Как правило, это пляжи расположенные далеко от центра курорта. Хотя эти пляжи часто не оборудованы, отдыхающих привлекает чистая морская вода и безлюдность.

В качестве примера рекреационного использования прибрежных зон и планировочной организации общественных пляжей рассмотрим прибрежную зону Копакабана в Рио де Жанейро (Бразилия) (рис.1).



Рис. 1. Набережная и пляж Копакабана в Рио де Жанейро (Бразилия).

Знаменитая набережная Копакабана имеет протяженность 3,5 км и играет роль буферной зоны. С одной стороны вдоль набережной расположены современные отели, банки, рестораны и офисы, а с другой широчайший пляж с чистейшим песком, площадками для волейбола, футбола, которые размещаются 30м. Рядом с набережной шириной 8,5 м велосипедная дорожка шириной 3 м. Средняя ширина пляжа составляет

85 м, максимальная -150 м. Каждые 200-300 м на границе пляжа и набережной располагаются мобильные пункты питания типа MacDonal'd's, рядом с которыми находятся столики и стулья под навесами. Здесь довольно часто расставлены мусорные баки, отдельные для различных отходов. На пляже и набережной постоянно патрулируют стражи порядка в спецформе. Пляж не загроможден постройками. Возле пунктов питания на прокат сдаются палатки-навесы, шезлонги, которые самостоятельно можно перенести в удобное для отдыха место. Остальная часть отдыхающих использует зонты. Вход на пляж свободный. Набережная не ограждена даже самым низким забором. Набережная и пляж хорошо освещаются в вечернее и ночное время. Вдоль набережной вблизи дороги (для хорошего обзора проезжающим) располагается экспозиция скульптур и скульптурных групп, сделанных из песка.

Рассмотрим общественные пляжи г. Канн. Самый известный пляж - Cannes Beach (рис.2 - 3). Средняя ширина пляжа, протяженностью 1 км - 26 м, а максимальная ширина составляет 43 м. Набережная шириной 10 м разделяет пляж от проезжей части. На 2,5 м ниже относительно набережной располагается сам пляж. На полосе шириной 12 м расположены временные и капитальные постройки: летние кафе, кинотеатры, пункты проката шезлонгов, зонтов, ширм.



Рис.2. Канн. Cannes Beach.

Пирсы длиной 60 м и шириной 10м служат в сезонное время соляриями (азариями). Здесь размещают шезлонги и зонты для более состоятельных отдыхающих. Пляж имеет 2 % озеленения (чаще это пальмы в кадках), набережная - 30% озеленения. На 300 м длины пляжа предусмотрено по одному санитарному узлу (биотуалеты и души). Здесь представлены морские развлечения: водные лыжи, парашюты, парусники и виндсерфинг.

В Испании все пляжи имеют Голубые флаги экологической чистоты, гарантирующие соответствие европейским экологическим нормам и высоким стандартам благоустройства. Наибольшей популярностью пользуются пляжи Лос Локос и де Кура, расположенные в центральной части города и примыкающие к красивым прогулочным набережным. Пляжи Испании - идеальное место для занятия водными видами спорта, такими как водные мотоциклы или парусные катамараны. Развитая пляжная инфраструктура позволяет отдыхать у моря с высоким комфортом.



Рис.3. Канны. Cannes Beach. Съемка Google

Отели любой категории, своего пляжа не имеют. Здесь все морские побережья, включая пляжи, являются общенациональным достоянием. Никто не может их купить, огородить забором или другим способом ограничить свободный доступ к пляжу. Все испанские пляжи бесплатные.

Эталоном планировочной и функциональной организации общественных пляжей вполне может быть пляж, примыкающий к набережной Корниш в Абу-Даби (рис. 4-5). От проезжей части пляж отделяет широкая парковая зона с многочисленными архитектурными строениями. В парке размещены несколько десятков водных аттракционов, включая фонтаны, водопады и искусственное озеро площадью 10 тыс. кв. метров. Также в парке построен амфитеатр, игровые и выставочные павильоны, две большие мечети, множество ресторанов и кафе, детских площадок и площадок для пикников, а также пешеходные дорожки. В каждом из кварталов, расположенных рядом, предусмотрено большое количество вместительных автостоянок. Вдоль дороги стоянка автомашин запрещена.



Рис. 4. Набережная Корниш в Абу-Даби (ОАЭ)



Рис. 5. Набережная Корниш в Абу-Даби (ОАЭ). Съемка Google.

Перейдем к рассмотрению организации лечебных пляжей. Требования к планировочной организации и зонированию лечебных пляжей строже, чем к общественным пляжам. В зависимости от функции пляжа меняется структура организации.

Основными функциональными зонами лечебного пляжа являются лечебная зона и зона обслуживания.

В лечебной зоне пляжа должны быть предусмотрены: солярии, аэрации, площадки ЛФК и обучения плаванию; участок акватории в обозначенных границах, выделенный для купания; участок акватории, выделенный для ЛФК, гребли на лодках, катания на гидровелосипедах, занятий на водных тренажерах.

Лечебная зона пляжей санаториев для взрослых и родителей с детьми должна иметь три сектора. В составе сектора 1 для размещения 20 % больных с предписанием лечения по режиму 1 (слабого воздействия) должны быть предусмотрены: аэрарий сплошной тени (50 % от вместимости сектора), солярий (50 % от вместимости сектора), оборудованные лежаками. В секторе необходимо выделить участок строгого медицинского контроля с постом дежурной медицинской сестры, 5 % лежаков для больных, проходящих адаптацию к климату курорта. Сектор 2 - вместимостью 30 % для больных, находящихся на лечении по режиму 2 (умеренное воздействие климатических факторов). Сектор 3 - вместимостью 50 % для больных, находящихся на лечении по режиму 3 (выраженное воздействие климатических факторов), должны иметь в своем составе аэрарий рассеянной радиации, солярий и быть оборудованы лежаками [7].

Талассотерапия – лечебное применение морских купаний. Включает в себя использование природных физических факторов, связанное с пребыванием на побережье морей и других водоёмов [12, с. 121]

Соблюдение схемы с тремя режимами (рис. 6) чаще всего отсутствует. Существующее оборудование находится в плачевном состоянии. Навесов и стационарных лежаков, душей, туалетов на всех не хватает, нет питьевых фонтанчиков. Количество отдыхающих намного превышает допустимое. В связи с вышеперечисленным необходимы меры по расширению территории пляжей.

Лучшими курортами мира являются известные курорты ОАЭ. Примером могут послужить курортные отели Madinat Jumeirah (рис. 7), Jumeirah Beach и Burj Al Arab расположены на песчаном пляже Джумейра на берегу Персидского залива. Курорт Madinat Jumeirah выдержан в арабском стиле. По всему курорту проложены каналы, что позволяет отдыхающим добираться до всех точек курорта на старинных арабских лодках абра. На пляже работает центр водных видов спорта, недалеко расположены гольф-поля. Рядом находится водный парк Wild Wadi. В парке размещены: специальный детский бассейн, игровая площадка, детский клуб Sinbad's Kid's Club.

Структурная схема лечебных пляжей для взрослых



Структурная схема лечебных пляжей для родителей с детьми



Рис.6. Структурные схема лечебных пляжей

Частный пляж комплекса протянулся вдоль побережья Персидского залива на 3,5 км. Средняя ширина пляжа составляет 72 м. Здесь отдельные беседки для 2-3 человек, навесы с лежаками, пункты выдачи полотенец. Рационально решено функциональное зонирование. В зоне отдыха исключительно навесы и лежаки. Зона активного отдыха

прилегает к зеленой зоне и включает спортивные площадки (настольный теннис, волейбол), поля для мини футбола, детские площадки и бассейны для детей. На пляже и в море всегда находятся спасатели. Выполненные в арабском стиле души и мойки для ног с рациональным расходом воды располагаются рядом с пляжами вдоль прогулочной аллеи в карманах.



1. Dar Al Masyaf-Gulf summer houses; 2. Dar Al Masyaf-Arabian summer houses; 3. SPA центры; 4. Спортивные площадки; 5. Ресторан в заливе; 6. Комплекс бассейнов для взрослых и детей; 7. Пляж; 8. Прогулочная аллея с возможностью проезда;

Рис.7 . Отель Madinat Jumeirah в Дубаи.

В связи с ухудшением экологической ситуации в мире во всех лечебно-оздоровительных учреждениях, комплексах, отелях, гостиницах, все чаще сооружают крытые и открытые бассейны. Вероятно на данный момент это является необходимостью.

К примеру курорт San Alfonso del Mar в Чили (рис.8). Здесь находится самый большой в мире бассейн, занесенный в книгу рекордов Гиннеса. Это искусственно созданная лагуна, выполненная в форме природной лагуны, заполнена чистой водой. Протяженностью в 1 км и площадью 8 гектаров, лагуна-бассейн вмещает 250 тыс. кубометров воды и эквивалентна по размеру 6 тысячам стандартных бассейнов. Поэтому в чилийском бассейне иногда даже устраивают парусные соревнования. Вокруг бассейна устроены несколько искусственных песчаных пляжей, которые подогреваются для ночного купания. В искусственном водоеме летом поддерживается температура 26 градусов Цельсия, что на 9 градусов выше температуры воды в океане.

По результатам социологического опроса среди отдыхающих ЮБК, проведенного в 2010 году, было выделено две большие группы людей. Для первой группы отдыхающих (в основном молодежь) лучший пляжный отдых связан с наличием всех благ и активным насыщением территории разнообразными водными аттракционами, спортивными зонами, пунктами питания, клубами. Для второй группы (40-70лет) предпочтительным является пляж с наличием минимального и достаточного количества благ для полноценного отдыха, с минимальным количеством людей, отсутствием шумных зон, с зоной обслуживания удаленной от пляжей.



Рис.8. Курорт San Alfonso del Mar в Чили

Проблемы дефицита пляжных территории решаются разнообразными способами: досыпки пляжа, устройства бун, волноломов и сооружение понтонных пляжей на воде, насыпных и плавучих островов (рис. 9). На насыпных островах часто размещаются жилые здания, многофункциональные центры, курорты, гостиницы, аквапарки.

Для улучшения состояния качества воды рекомендовано размещать в зонах наибольшего скопления людей искусственные рифы. На стадии проектирования следует уделять особое внимание вопросам экологии. Конструкции сооружений должны не только сохранять, но и воссоздавать искусственную среду обитания прибрежных водных организмов.

1. Как правило, в развитых странах, учитывая важность привлечения туристов, серьезно относятся к организации пляжей и прилежащим к ним территориям. Выдерживаются все нормативные показатели, а где-то и завышаются. Соблюдается 100-метровая санитарно-защитная зона, в отличие от пляжей в Украине, России. В мировой практике устройства пляжей существует четкое функциональное зонирование. Высокий уровень обслуживания. Удобные пешеходные и транспортные связи

2. При организации, проектировании пляжей и курортов в целом следует обращаться к зарубежному опыту, использовать новейшие достижения в проектировании и строительстве. Как показывает мировая практика, наиболее рационально во все времена - учитывать природно-климатические условия, подчеркивать их, восстанавливать, а не изменять.

3. Следует более четко и рационально решать функционально - планировочную организацию пляжей: выделять зоны тихого и активного отдыха, насыщать пляж необходимым оборудованием.

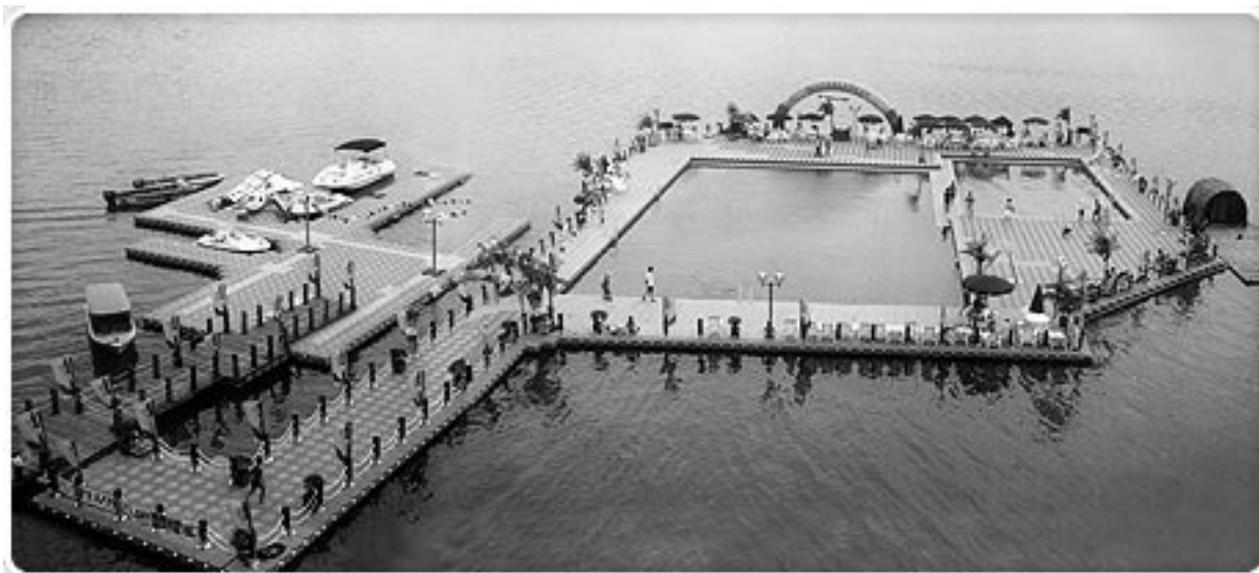


Рис.9. Многофункциональный плавучий пляж из модулей.

4. Для защиты морских берегов от разрушения штормами, необходимы естественные пляжи, где сохранялось бы максимальное количество наносов. О таких пляжах говорят, что они обладают профилем динамического равновесия. Но гальки и песка не хватает из-за использования их на строительные нужды. В результате, для защиты пляжей и набережных от разрушения традиционно применяют два типа удерживающих сооружений: поперечные сооружения (буны, шпоры, траверсы) и продольными сооружения (сплошные волноотбойные стены, волноломы, бермы). В последнее время для защиты берегов всё чаще стали использовать продольные сооружения сквозной конструкции, подводные траншеи и искусственные острова. Ввиду того, что экологическое состояние прибрежных территорий значительно ухудшилось за последние десятилетия, необходимо применять биопозитивные конструкции, сооружения и материалы для обустройства морских берегов.

Список литературы

1. Вергунов А.П. Архитектурно-ландшафтная организация крупного города / А.П. Вергунов. - Ленинград: Стройиздат, 1982. -280 с.
2. Городской В.Я. Градостроительные основы развития курортно-рекреационных районов СССР / В.Я. Городской, Т.Ф. Панченко, А.А. Мазуркевич и др. – М.: Стройиздат, 1990. – 196 с.
3. Долотов В.В., Иванов В.А. Повышение рекреационного потенциала Украины: кадастровая оценка пляжей Крыма, Морской гидрофизический институт НАН Украины, Севастополь, 2007, 194 с.
4. Есин Н.В. О принципах деградации песчаных пляжей Черноморского побережья России / Есин Н.В., Косьян Р.Д., Пешков В.М. // Создание и использование искусственных земельных участков на берегах и акватории водных объектов : междунар.конф., 20-25 июля 2009 г.: тезисы докл. – Новосибирск., 2009. – С. 34-41.
5. Кицак Н.А. Инженерная подготовка пляжей / Н.А.Кицак. – К.: Будівельник, 1979. – 121 с.
6. Крыленко В.В. Искусственный пляж как элемент рекреационного ландшафта / Крыленко В.В., Крыленко М.В., Алейникова А.М. // Создание и использование

искусственных земельных участков на берегах и акватории водных объектов : междунар.конф., 20-25 июля 2009 г.: тезисы докл. – Новосибирск., 2009. – С. 1-9.

7. Лечебные пляжи. Санитарные правила устройства оборудования и эксплуатации. СанПиН 4060-85. - [Действующий от 1985-02-25]

8. Лисенко В.А. Плавающие сооружения в аспекте развития туризма на Черноморском побережье [Электронный ресурс] / Лисенко В.А., Мишутин А.В., Енина Т.А., Конарева И.А. // Экология окружающей среды.

9. Макаров К.Н. Искусственные островные сооружения на Черноморском побережье России / Макаров К.Н. // Создание и использование искусственных земельных участков на берегах и акватории водных объектов : междунар.конф., 20-25 июля 2009 г.: тезисы докл. – Новосибирск, 2009. – С. 25-33.

10. Панченко Т.Ф. Рекомендації з планування території прибережної смуги морів. Проект співпраця щодо довкілля Чорного моря. Друга редакція / Т.Ф.Панченко. – Киев: EuroAld, 2009. – 32 с.

11. Подымов И.С. Искусственные пляжи и острова Нордерней и мониторинг их состояния / Подымов И.С., Подымова Т.М. // Создание и использование искусственных земельных участков на берегах и акватории водных объектов : междунар.конф., 20-25 июля 2009 г.: тезисы докл. – Новосибирск., 2009. – С. 15-25.

12. Пономаренко Г.Н. Курортология : энциклопедический словарь / Пономаренко Геннадий Николаевич. - СПб.: Человек, 2008.- 256 с.; ил.

13. Рыбка В.Г. Планирование берегозащитных мероприятий / Рыбка В.Г. // Создание и использование искусственных земельных участков на берегах и акватории водных объектов : междунар.конф., 20-25 июля 2009 г.: тезисы докл. – Новосибирск., 2009. – С. 49-59.

14. Рябкова О.И. Опыт создания искусственных пляжей на Калининградском побережье Балтийского моря / Рябкова О.И. // Создание и использование искусственных земельных участков на берегах и акватории водных объектов : междунар.конф., 20-25 июля 2009 г.: тезисы докл. – Новосибирск., 2009. – С. 42-48.

15. Секурова З.А. Многофункциональный искусственный остров в прибрежной зоне г.Сочи / Секурова З.А. // Создание и использование искусственных земельных участков на берегах и акватории водных объектов : междунар.конф., 20-25 июля 2009 г.: тезисы докл. – Новосибирск., 2009. – С. 60-65.

16. Сидорова В.В. Проблемы развития приморских пляжей Крыма / Сидорова В.В. // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: науково –технічний збірник. – К.: КНУБА. – 2010. - № 24 – С.214-221.

17. Тетиор А.Н. Строительная экология.-Киев: УМК ВО, 1991.

18. Бассейн в Чили [Электронный ресурс] - Режим доступа к электронному ресурсу <http://www.novate.ru/blogs/070910/15485/>

Раздел 2. **СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ**

УДК 624.072.327.621.874

Ажермачев С.Г. к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Приближенный метод расчета шпренгельных подкрановых балок

Рассматривается графоаналитический метод расчета шпренгельных балок на подвижную нагрузку. Даются рекомендации для более эффективной работы жесткого верхнего пояса.

здания, краны, балка, груз, изгибающий момент, элемент, усилия.

Введение.

Решетчатые подкрановые балки достаточно широко применяются в промышленных зданиях. Они могут быть в виде ферм или шпренгельных конструкций. Оба типа балок имеют верхний жесткий пояс, на который укладывается подкрановый рельс. Особенностью шпренгельных балок является то, что верхний пояс подкрепляется только стойками. Шпренгельные подкрановые балки проще в изготовлении, чем подкрановые фермы.

Анализ существующих рекомендаций.

Рекомендации [1,2] не всегда позволяют законструировать и рассчитать шпренгельные подкрановые балки. Такие подкрановые балки применяют под краны легкого и среднего режимов работы при шаге колонн $6\div 18$ м для кранов грузоподъемностью $5\div 20$ т. Эти конструкции имеют, обычно, верхний пояс из двутавра прокатного или сварного, двух швеллеров, усиленных листом, нижний пояс и стойки, как правило, применяют из двух уголков.

Верхний пояс испытывает значительные изгибающие моменты, напряжения от которых могут превышать напряжения от сжатия. Расчетная схема такой решетчатой конструкции не может быть представлена по типу обычных ферм – решетчатая система с шарнирами в узлах. Обычно расчет шпренгельных подкрановых балок вызывает определенные трудности.

Цель настоящей работы – дать приближенный способ расчета с допущениями, которые не влияют на прочность конструкции.

Шпренгельная балка (рис. 1) представляет собой геометрически неизменяемую однажды статически неопределимую систему.

Метод исследования.

Для подбора сечения верхнего пояса, нижнего пояса и стоек необходимо определить изгибающие моменты в любом сечении балки.

Рассмотрим шпренгельную балку (рис. 1). Пусть к верхнему поясу балки АВ приложена сила Р в сечении **n**. Эта сила вызывает в затяжке усилия Х. Разрежем затяжку в точке **a** и приложим в этих местах противоположные силы, равные $X=1$.

Пусть под влиянием этих сил разрезанные концы затяжки в сечении **a** разойдутся на величину δ_1 (рис. 2).

В результате этой деформации ось верхнего пояса АВ прогнется и примет положение АкВ (рис. 3). В этом случае сила Р, приложенная к точке **n**, переместится в точку **n₁**.

На основании теоремы Максвелла [3] можем записать, что работа силы X на пути δ_1 , будет равняться работе силы P на пути η_1 , где η_1 равняется перемещению \mathbf{nn}_1 , т. е.

$$X \cdot \delta_1 = P \cdot \eta_1 \quad (1)$$

или

$$X = \frac{P \cdot \eta_1}{\delta_1} \quad (2)$$

Изгибающий момент в сечении \mathbf{m} от действия силы P будет:

$$M_m = M_{AB} - X \cdot y_m, \quad (3)$$

где M_{AB} - изгибающий момент в сечении \mathbf{m} простой балки пролетом L ;

X – усилия в затяжке от силы P ;

y_m – расстояние от оси верхнего пояса до оси затяжки в рассматриваемом сечении.

Подставим (2) в (3), получим

$$M_m = M_{AB} - \frac{P \eta_1}{\delta_1} y_m. \quad (4)$$

Вынесем за скобки $\frac{y_m}{\delta_1}$ и приравняем $P=1$, найдем изгибающий момент в сечении \mathbf{m} от силы, равной единице

$$M_{m1} = \frac{y_m}{\delta_1} \left(M_{AB1} \frac{\delta_1}{y_m} - \eta_1 \right), \quad (5)$$

где M_{AB1} - изгибающий момент в сечении \mathbf{m} балки пролетом L от $P=1$.

Уравнение (5) представляет собой линию влияния изгибающего момента. Это уравнение можно изобразить графически. Первый член в скобках представляет собой произведение момента простой балки на постоянную (для данного сечения) величину $\frac{\delta_1}{y_m}$.

Линия влияния для момента простой балки выражается прямой с ординатой на левой опоре для линии влияния, выражающей первый член, будет $X_m \cdot \frac{\delta_1}{y_m}$ (рис. 4).

Второй член в скобках представляет собой прогиб балки под силой P от действия в сечении \mathbf{a} затяжки силы X , равной единице (рис. 3).

Накладывая кривую по рис. 3 в соответствующем масштабе на чертеж рис. 4, получаем площадь (заштрихованную), выражающую линию влияния изгибающего момента для сечения \mathbf{m} шпренгельной балки.

Для получения окончательного момента ординаты линии влияния (рис. 4) должны быть умножены на величину $\frac{y_m}{\delta_1}$.

Величину η_1 прогиба балки проще всего получить графически, пользуясь известным из графической статики способом построения веревочного многоугольника на силах, соответствующих разбивке на отдельные грузовые площади эпюры изгибающих моментов от силы $X=1$. Эпюра эта для рассматриваемого случая имеет вид на рис. 5. Кроме величины η_1 , в выражение для определения изгибающего момента и силы X входит еще величина δ_1 . Она может быть найдена графически или аналитически.

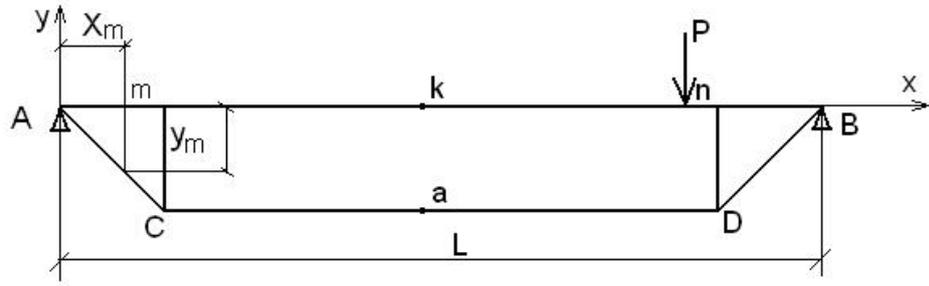


рис. 1

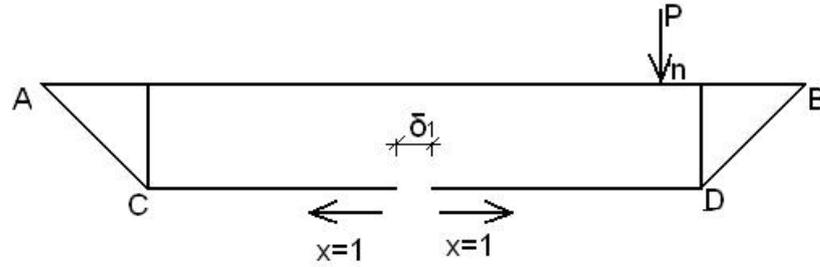


рис. 2

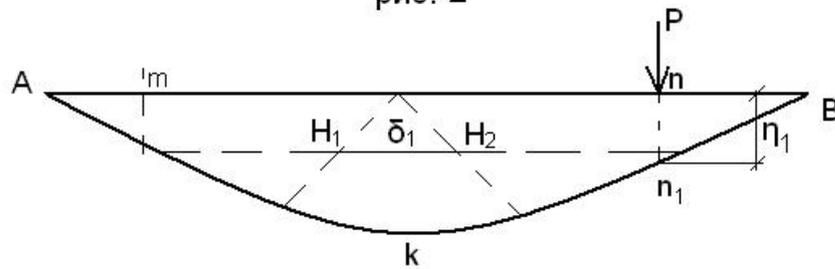


рис. 3

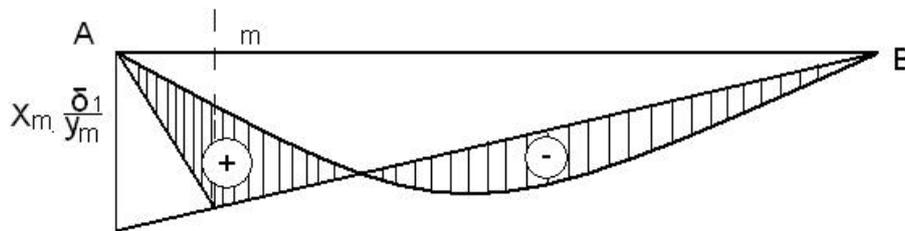


рис. 4

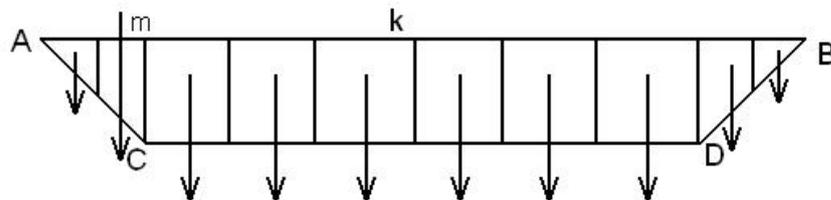


рис. 5

Графически она получается из положения изогнутой оси балки следующим образом. Находят точку H_1 (рис. 3) прогиба балки для сечения, совпадающего с крайней стойкой. Через эту точку проводят прямую, параллельную оси балки. Затем через точку k на середине пролета оси верхнего пояса проводят две прямые, перпендикулярные крайним

направлениям затяжки AC и DB, до пересечения их с горизонтальной прямой в точках H_1 и H_2 . Отрезок H_1-H_2 в масштабе прогибов балки, изобразит величину δ_I .

Аналитическое выражение величины δ_I для часто применяемых схем шпренгельных балок приведено в таблице (рис. 6).

Таблица

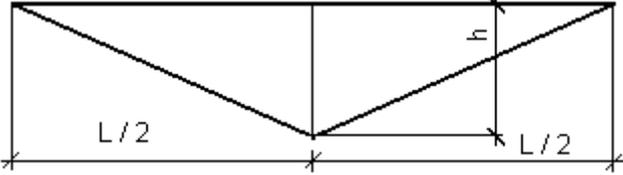
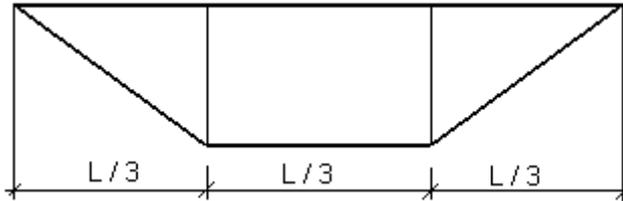
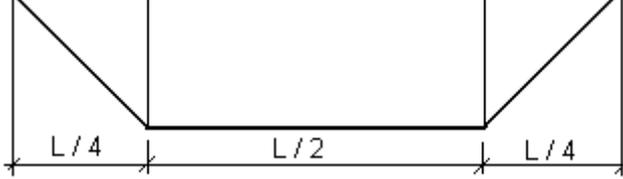
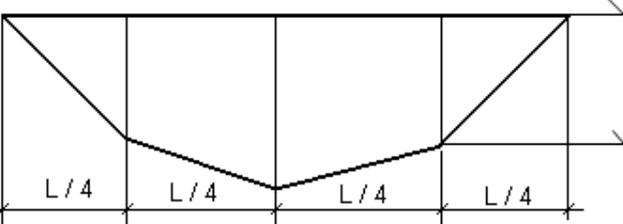
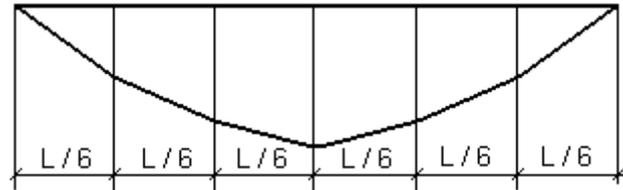
NN n / n	Схема шпренгельной балки	δ_1
1		$\delta_1 = \frac{h^2 L}{3EI}$
2		$\delta_1 = \frac{5 h^2 L}{9 EI}$
3		$\delta_1 = \frac{2 h^2 L}{3 EI}$
4		$\delta_1 = \frac{23 h^2 L}{48 EI}$
5		$\delta_1 = \frac{89 h^2 L}{136 EI}$
6		$\delta_1 = \frac{8 h^2 L}{15 EI}$

Рис. 6

Результаты исследования. Расчет шпренгельной балки ведется в следующей последовательности. Сначала задаются геометрической схемой и размерами. Высоту балки (расстояние между осями поясов) принимают $h = (\frac{1}{10} \div \frac{1}{8}) L$. Разбивку на панели производят с таким расчетом, чтобы она была кратной и составляла 1,5÷3м в зависимости от пролета и грузоподъемности крана. После этого строят эпюру изгибающих балку моментов от силы, равной единице, приложенной в сечении середины затяжки.

Разбивая эту эпюру на $8 \div 10$ грузовых площадей (рис. 5), строят при помощи веревочного многоугольника изогнутую ось балки. Получив величину δ_1 , строят на основании уравнения (5) линии влияния для различных сечений балки.

На основании полученных линий влияния, путем перестановок колес крана находят максимальное значение изгибающего момента для каждого сечения.

Наибольшее усилие в середине затяжки при небольших грузах определится по формуле:

$$X = \frac{l}{\delta_1} \sum P \eta_1 \quad (6)$$

При разной величине давления колес крана наибольший груз необходимо располагать в середине пролета.

Найдя усилия в середине затяжки, находят усилия в стойках и остальных панелях нижнего пояса, разложив силы в каждом узле. Зная усилия в крайних панелях нижнего пояса, находят максимальную продольную силу, сжимающую верхний пояс.

При определении прогиба балки жесткость ее (величина EI) может быть выбрана произвольной, т.к. при последующих вычислениях она исключается.

В предлагаемом способе расчета не учитываются деформации затяжки, т.к. влияние их на окончательный результат незначительно. Оно может быть с достаточной для практических целей точностью учтено увеличением на 10% окончательных усилий, полученных вышеуказанным способом.

Для уменьшения влияния изгибающего момента от местного и общего изгиба верхнего пояса в вертикальной плоскости ось затяжки крайней панели следует центровать на ось нижней полки жесткой балки верхнего пояса.

Дополнительные усилия в верхнем поясе шпренгельной подкрановой балки от горизонтальных тормозных сил определяются точно так же, как и для балок со сплошной стенкой.

На основании найденных наибольших изгибающих моментов и соответствующих им сжимающих сил от действия затяжки и торможения, подбирают по известным формулам размеры сечения верхнего пояса. При определении коэффициента продольного изгиба ϕ в этом случае принимают гибкость верхнего пояса относительно вертикальной оси в зависимости от длины панели тормозной фермы. Сечения элементов затяжки и стоек определяют обычными приемами при действии продольных сил. Некоторую особенность в этом случае представляет только определение гибкости стоек при расчете их на продольный изгиб.

Следует иметь в виду, что жесткость нижнего пояса (затяжки), не обеспечивает закрепления узлов стоек в горизонтальной плоскости. Вследствие этого стойки при расчете на продольный изгиб следует рассматривать как сжатые стержни, заделанные у верхнего пояса, со свободными нижними концами. При таких условиях расчетная длина стойки при определении гибкости должна быть принята равной $2h$, где h – длина стойки. Однако если конструктивное решение тормозной фермы обеспечивает закрепление опорных стоек шпренгельной подкрановой балки от горизонтальных перемещений за счет подкосов и т. п., то расчетная длина стойки при определении гибкости может быть принята равной h .

Предложенная методика расчета может быть применена и при усилении обычных сплошных балок за счет постановки шпренгеля.

Выводы

1. Шпренгельные подкрановые балки могут применяться под краны легкого и среднего режимов работы при грузоподъемности их до 20т.

2. Для повышения эффективности работы верхнего пояса шпренгельной подкрановой балки оси крайних панелей затяжки следует центровать на ось нижней полки верхнего пояса.

3. Предложенная методика расчета шпренгельных подкрановых балок может быть применена при усилении сплошных подкрановых балок за счет постановки шпренгеля.

Список литературы

1. Металлические конструкции. Под общей редакцией Е. И. Беленя. М., Стройиздат, 1985г. – 560с.

2. Металлические конструкции. Т.2. Стальные конструкции зданий и сооружений. (Справочник проектировщика). Под общей редакцией В.В. Кузнецова. ЦНИИПСК им. Н.П. Мельникова. М., изд. АСВ, 1998г. – 520 с.

3. Строительная механика. Под общей редакцией А. В. Даркова. Учебник для ВУЗов. М., Высшая школа, 1976г. – 600с.

УДК 624.21.016

Балакчина О.Л., инженер, **Сребняк В.М.**, к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Выбор монтажных кранов и опалубочных конструкций при строительстве сталежелезобетонных мостов

Даны практические рекомендации по выбору кранов для монтажа конструкций пролетного строения, предложены опалубочные конструкции для бетонирования железобетонных плит ездового полотна сталежелезобетонных мостов

строительство, технология, монтаж, опалубочные конструкции, монтажные краны, пролетное строение

Введение. Сеть автодорог через мелиоративную систему Крыма была построена в 60-70 годы прошлого столетия. Транспортные потоки определялись централизованно крупными государственными предприятиями. В настоящее время производственные отношения в сельскохозяйственном производстве значительно изменились: изменилась форма собственности, появились новые сельхозпредприятия, изменилась номенклатура вырабатываемой продукции. Все это привело к изменению транспортных потоков, что обусловило необходимость строительства дополнительных мостов, переходов через каналы мелиоративной системы Крыма.

Цель и задачи исследования. Целью является повышение эффективности технологии возведения сталежелезобетонных мостов.

Достижение поставленной цели осуществляется на основе решения следующих задач:

- провести анализ схем установки монтажных кранов для процессов возведения сталежелезобетонных мостов;

- дать рекомендации по выбору кранов для монтажа конструкций пролетного строения;

-разработать опалубочный комплект для бетонирования железобетонных плит ездового полотна сталежелезобетонных мостов.

Методы исследования. Для решения задач используется метод анализа и обобщения существующих способов ведения строительства с формированием предложений по выбору монтажного крана и опалубочного комплекта для возведения сталежелезобетонных мостов.

Результаты. Разработаны основные положения методики выбора монтажных кранов и опалубочных конструкций при возведении сталежелезобетонных мостов.

Наиболее эффективны пролетные строения, в которых железобетонная плита ездового полотна включается в совместную работу с металлическими главными фермами или балками. Такое совмещение функций плиты уменьшает затраты стали на 15...20%, приводит к снижению строительной высоты пролетного строения до $1/20$ пролета при разрезных балках и до $1/25 \dots 1/50$ при неразрезных балках или фермах и существенно повышает экономичность сооружения. Мосты с такой конструкцией плиты ездового полотна называют сталежелезобетонными.

Основным требованием к строящимся мостовым переходам через русла каналов является минимальное влияние на техническое состояние и эксплуатационные показатели существующих каналов. Этому требованию наиболее отвечают однопролетные сталежелезобетонные мосты, в которых опорные конструкции находятся за пределами поперечных контуров каналов.

Имеется практический опыт проектирования и строительства в Крыму сталежелезобетонного моста через русло канала. В 2009 году при расчетно-аналитической поддержке сотрудников Национальной академии природоохранного и курортного строительства введен в эксплуатацию не типовой мостовой переход пролетом 36м под нагрузку от автомобиля общей массой 10 т.

Важными вопросами технологии строительства пролетных строений аналогичных мостов являются вопросы выбора монтажных кранов и разработка конструкций опалубки для бетонирования железобетонных плит ездового полотна.

Определяющим при выборе монтажных кранов является экономический фактор, а при назначении схем опалубочных систем определяющим является несущая способность и жесткость несущих конструкций опалубки.

Выбор типа монтажного крана зависит от габарита моста и веса монтажных марок конструкций моста. При выборе монтажных кранов предпочтение отдается самоходным полноповоротным кранам общего назначения на автомобильном или пневмоколесном шасси [1]. Особенностью этих кранов является наличие автономных двигателей и пониженная трудоемкость приведения кранов из транспортного положения в рабочее.

Необходимые параметры кранов выбирают путем детального анализа технологических схем, включающих схемы установки кранов, последовательность подачи элементов и их подъема, порядок передвижения крана в процессе возведения моста.

На выбор крана влияют в основном масса монтируемых элементов, высота их подъема, место и метод установки элементов в сооружении. Масса монтируемых элементов зависит от принятой схемы укрупнения этих элементов перед установкой в проектное положение. Сборку металлических пролетных строений можно полностью выполнять универсальными стреловыми кранами.

Подбор крана следует производить по трем основным параметрам: грузоподъемности, вылету и высоте подъема.

Грузоподъемность крана (Q) должна быть больше или равна суммарной массе поднимаемого груза - $P_{гр}$, массе грузозахватного приспособления - $P_{гр.пр.}$, массе навесных монтажных приспособлений - $P_{н.м.пр}$ и массе конструкций усиления жесткости поднимаемого элемента - $P_{к.у.}$

$$Q \geq P_{гр} + P_{гр.пр} + P_{н.м.пр} + P_{к.у.} \quad (1)$$

При выборе крана для монтажа главных балок или ферм сталежелезобетонных мостов массу балок и ферм определяют по рабочим чертежам металлоконструкций, при отсутствии этих данных массу конструкций можно определять по обобщенным данным, так масса 1п.м. балок составляет 100...175кг, масса 1п.м. ферм – 125...200кг.

Массу грузозахватных приспособлений, надевающихся непосредственно на крюк крана, определяют в зависимости от типа приспособления, так масса универсального

стропа составляет 90...150кг, масса траверс длиной от 6 до 12 метров изменяется от 80 до 1200кг.

Навесные монтажные приспособления и конструкции усиления при монтаже главных балок и ферм чаще всего не применяют.

Необходимый рабочий вылет L крана определяется расстоянием от оси вращения поворотной части крана до вертикальной оси грузозахватного приспособления (рис.1)

$$L = \frac{L_{оп}}{2} + C + l, \quad (2)$$

где: $L_{оп}$ - размер опорного контура крана с выносными опорами; C - расстояние от основания откоса канала до ближайшей опоры крана; l - расстояние от основания откоса до вертикальной оси грузозахватного приспособления.

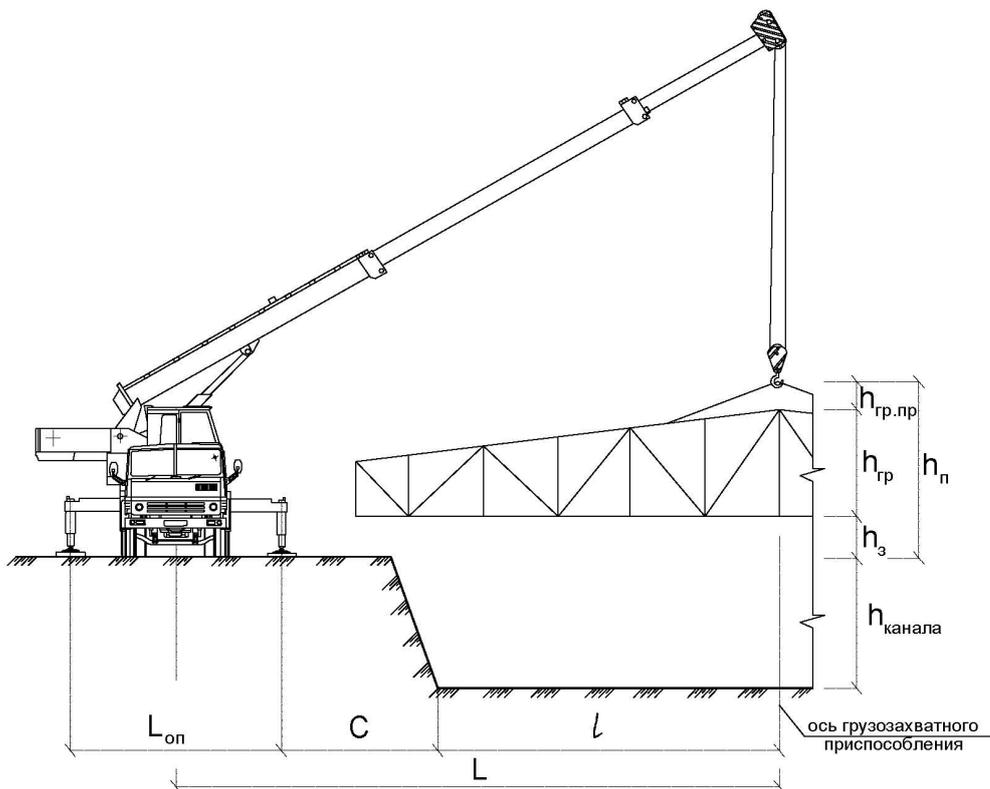


Рис.1. Схема размещения стрелового крана при монтаже главных балок или ферм мостового перехода

Размер опорного контура крана $L_{оп}$ определяют по техническим характеристикам монтажного крана. При определении минимального расстояния от основания откоса до ближайшей опоры крана, должно соблюдаться условие – опора крана должна находиться за пределами призмы обрушения грунта. Размеры призмы обрушения грунта зависят от глубины канала и вида грунта. Эти размеры можно определить из графиков (рис.2), полученных по данным нормативных требований [4].

Длину заложения призмы обрушения грунта a рекомендуется определять по формуле

$$a = h / \operatorname{tg} \alpha, \quad (3)$$

где: h - глубина канала; $\operatorname{tg} \alpha$ - принимается равным: для песчаных грунтов – 0,8; для супесчаных грунтов – 0,9; для суглинков – 1,0; для глинистых грунтов – 1,4.

Расстояние от основания откоса канала до вертикальной оси грузозахватного устройства l определяется выражением

$$l = \frac{L_{np}}{2} - C, \quad (4)$$

где L_{np} – пролет главной балки или фермы; C – фактическое расстояние от основания откоса канала до ближайшей опоры крана.

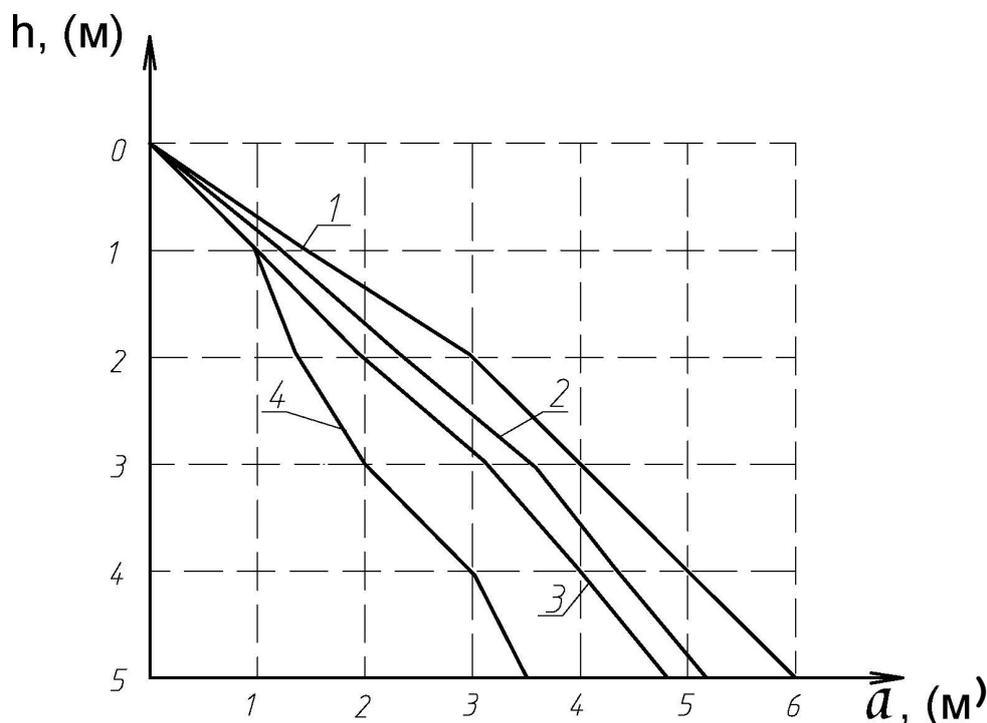


Рис.2. Зависимость длины заложения призмы обрушения грунтов a от глубины выработки котлована h . 1 – для песчаных грунтов; 2 – для супесчаных грунтов; 3 – для суглинистых грунтов; 4 – для глинистых грунтов.

Требуемая высота подъема $h_{п}$ складывается из высоты перемещаемого груза $h_{гр.с}$ с монтажными приспособлениями, высоты грузозахватного приспособления $h_{гр.пр}$ и запаса по высоте для обеспечения безопасности монтажа h_3

$$h_{п} = h_{гр.с} + h_{гр.пр} + h_3. \quad (5)$$

Высоту перемещаемого груза $h_{гр}$ определяют по рабочим чертежам конструкций моста, при отсутствии этих данных высоту $h_{гр}$ рекомендуется принять не менее $1/10$ пролета моста, при монтаже ферм и не менее $1/20$ пролета моста при монтаже балок. Высоту грузозахватного приспособления $h_{гр.пр}$ при применении траверс принимать 2 - 3 м. Запас по высоте h_3 принимается не менее 1 м.

Окончательный выбор оптимального типа монтажного крана производится с учетом себестоимости, трудоемкости и продолжительности ведения работ.

При выполнении опалубочных работ для возведения монолитных бетонных и железобетонных конструкций основным требованием к опалубке является обеспечение ею требуемой прочности, жесткости и устойчивости. Кроме этого к опалубке предъявляются еще и дополнительные требования такие как: обеспечение удобной установки арматурных изделий и укладки бетонной смеси; возможности быстрой установки и легкого снятия после окончательного твердения при хорошем качестве поверхности бетона.

Для устройства железобетонной монолитной плиты пролетного строения мостов можно применять способ установки опалубки на подмостях или применять метод подвески опалубки на смонтированные фермы или балки пролетных строений мостов [5].

Технология бетонирования плиты пролетного строения на подмостях практически не отличается от технологии бетонирования конструкций перекрытия зданий. При

бетонировании подвесным методом возникает дополнительный прогиб от собственного веса подвесных подмостей и веса свежесушенной бетонной смеси плиты. При возможности установки опалубки на подмостях такому способу надо давать предпочтение.

Технико-экономическое обоснование выбора метода бетонирования плиты показало, что для выполненного сталежелезобетонного моста пролетом 36м, дополнительный прогиб пролетного строения при подвесном методе в 2,1 раза больше чем прогиб при бетонировании плиты на подмостях.

Для опалубки традиционно используется древесина в виде досок, брусков, брусев. В настоящее время для опалубки применяют специально разработанные опалубочные системы, в которых используют водонепроницаемые древесно-стружечные плиты различной толщины, клеодощатые поддерживающие балки прямоугольного или двутаврового сечения разных размеров, стандартные стальные телескопические стойки, а также другие металлические элементы оснастки. Применяемые опалубочные системы многократно используются при ведении монолитного строительства.

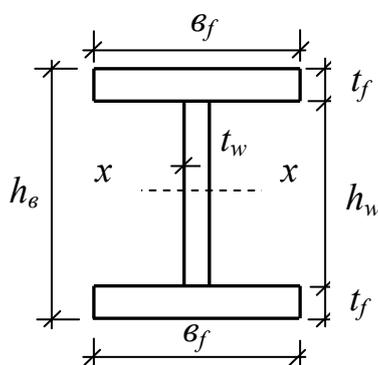
При использовании современных опалубочных систем необходимо обеспечить достаточную прочность и жесткость опалубки. Прочность и жесткость опалубки зависит от толщины плиты, геометрических характеристик поддерживающих балок и принятых расстояний между балками и опорными стойками, следовательно, для каждого объекта необходимо разрабатывать конкретные расчетные схемы опалубочных конструкций, т.е. надо определить требуемые толщины опалубочных плит, размеры сечений поддерживающих балок, шаг балок и стоек. Расчет прочности и жесткости элементов опалубочных систем производится согласно требованиям строительных норм [2, 3].

Авторы статьи предлагают применять опалубочные системы для бетонирования плит ездового полотна аналогичные опалубочным системам используемым для бетонирования плит перекрытия зданий гражданского назначения. Основными элементами этих опалубочных конструкций являются клеодощатые балки, телескопические опорные стойки и плиты покрытия OSB. В предлагаемом комплекте используются плиты OSB со следующими прочностными и деформативными характеристиками: предел прочности при изгибе плит толщиной до 12мм $R_u = 22$ МПа, при больших толщинах плит $R_u = 18$ МПа ; модуль упругости для плит любой толщины $E = 3500$ МПа.

Разработан комплект клеодощатых балок двутаврового сечения высотой 175 и 200мм. Клеодощатые балки выполняются из сосновых или еловых стандартных досок с обязательной фрезеровкой пластей и кромок с двух сторон. Размеры поперечного сечения двутавровых балок и их геометрические характеристики приведены в таблице 1.

Таблица 1

Геометрические характеристики клеодощатых балок двутаврового сечения



№ типа балки	h_e , мм	b_f , мм	t_f , мм	t_w , мм	h_w , мм	J_x , см ⁴	W_x , см ³	M_R , кНм
I	175	90	18	15	139	2341,0	267,5	3,48
II	175	90	25	18	125	2847,6	325,4	4,33
III	200	115	33	18	134	5721,7	572,2	7,44
IV	200	115	36	25	128	6093,8	609,4	7,92

Примечание: несущая способность балок по предельному изгибающему моменту M_R определена для прочности $R_u = 13,0$ МПа.

Шаг балок, поддерживающих плиты опалубки OSB, зависит от толщины плит OSB и толщины железобетонной плиты ездового полотна пролетного строения моста. Рекомендуемые предельные расстояния между поддерживающими балками в зависимости от принятой толщины плиты OSB и толщины железобетонной плиты приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Предельные расстояния между балками опалубки
плиты ездового полотна моста**

Толщина плиты OSB, мм	Расстояние между балками при толщине плиты ездового полотна, м		
	$t_{pl}=100\text{мм}$	$t_{pl}=200\text{мм}$	$t_{pl}=300\text{мм}$
10	$\frac{1,0}{0,35}$	$\frac{0,7}{0,3}$	$\frac{0,6}{0,25}$
12	$\frac{1,2}{0,4}$	$\frac{0,9}{0,35}$	$\frac{0,7}{0,3}$
16	$\frac{1,4}{0,55}$	$\frac{1,0}{0,45}$	$\frac{0,8}{0,4}$
18	$\frac{1,5}{0,6}$	$\frac{1,1}{0,5}$	$\frac{0,9}{0,45}$
20	$\frac{1,8}{0,65}$	$\frac{1,2}{0,55}$	$\frac{1,0}{0,5}$
25	$\frac{2,2}{0,8}$	$\frac{1,5}{0,7}$	$\frac{1,3}{0,65}$
30	$\frac{2,2}{1,0}$	$\frac{1,8}{0,8}$	$\frac{1,5}{0,7}$

Примечание: в числителе приведены предельные расстояния, полученные по условиям прочности плит OSB; в знаменателе по условиям изгибной жесткости плит (предельные относительные прогибы плит OSB $\frac{f}{l} \leq \frac{1}{250}$).

Шаг опорных стоек, поддерживающих балки опалубки, зависит от несущей способности клеодощатых балок, их шага и толщины железобетонной плиты ездового полотна. Рекомендуемые предельные расстояния между опорными стойками клеодощатых балок в зависимости от типа балок, шага балок и толщины железобетонной плиты ездового полотна моста приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Предельные расстояния между опорными стойками
балок опалубки плиты ездового полотна моста**

Шаг балок, м	Расстояние между опорными стойками балок, м			
	I тип балок, толщина ж/б плиты 100мм	II тип балок, толщина ж/б плиты 200мм	III тип балок, толщина ж/б плиты 300мм	IV тип балок, толщина ж/б плиты 300мм
0,35	$\frac{5,6}{4,0}$	$\frac{4,8}{3,5}$	$\frac{5,6}{4,0}$	$\frac{5,8}{4,3}$
0,55	$\frac{4,5}{3,5}$	$\frac{3,9}{3,0}$	$\frac{4,4}{3,5}$	$\frac{4,6}{3,7}$
0,80	$\frac{3,7}{3,0}$	$\frac{3,1}{2,5}$	$\frac{3,5}{3,0}$	$\frac{3,6}{3,1}$
1,00	$\frac{3,3}{2,7}$	$\frac{2,9}{2,4}$	$\frac{3,3}{3,0}$	$\frac{3,4}{2,9}$

Примечание: в числителе приведены предельные расстояния, полученные по условиям прочности материала балок; в знаменателе по условиям изгибной жесткости балок (предельный относительный прогиб балок $\frac{f}{l} \leq \frac{1}{750}$).

Выводы:

1. Для монтажа несущих конструкций пролетного строения сталежелезобетонных мостов рекомендуется применять самоходные полноповоротные краны общего назначения на автомобильном или пневматическом шасси.
2. Для бетонирования плит ездового полотна сталежелезобетонных мостов целесообразно использовать опалубочные системы, применяемые для бетонирования плит перекрытий зданий гражданского назначения.
3. Разработан комплект клеодощатых балок двутаврового сечения для опалубочных конструкций, даны практические рекомендации по устройству опалубки плит ездового полотна сталежелезобетонных мостов.

Список литературы

1. Вейнблат Б.М., Елинсон И.И., Каменцев В.П. Краны для строительства мостов: Справочник.- 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. 240с.
2. ДБН В.2.6.-14-97 Конструкции зданий и сооружений. Покрытия зданий и сооружений. Том 1. Проектирование/ государственный комитет Украины по делам градостроительства и архитектуры Киев 1998. – 9с.
3. ДСТУ Б В.1.2-3: 2006 Прогибы и перемещения. Требования проектирования.
4. СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты
5. Соколов Г.К., А.А. Гончаров. Технология возведения специальных зданий и сооружений: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 352с.

УДК 614.841.4

Гайковая О.Н., Савченко О.В.

Украинский НИИ пожарной безопасности МЧС Украины

Проблема сохранения огнезащитной эффективности вспучивающихся покрытий для металлических конструкций

Приведены результаты анализа методов оценки срока службы огнезащитных покрытий. Обоснована необходимость проведения исследований, направленных на разработку методики прогнозирования сохранения огнезащитной эффективности вспучивающихся покрытий для металлических конструкций.

Пожарная безопасность, огнезащитные вспучивающиеся покрытия, прогнозирование эффективности.

Введение

Актуальность проблемы пожарной безопасности в строительстве при применении огнезащитных покрытий, как важного элемента пожарной безопасности объектов строительства, основывается на повышении огнестойкости строительных конструкций до уровня, регламентируемого *ДБН В.1.1-7* [1] в зависимости от степени огнестойкости здания.

Наряду с традиционными средствами огнезащиты широкое применение находят огнезащитные вспучивающиеся покрытия. Их используют в строительной индустрии, начиная с 80-х годов XX века. Эти тонкослойные покрытия под воздействием высоких температур и открытого пламени увеличиваются в объемах в 20-100 раз, создавая

вспененную поверхность с низкой теплопроводностью, препятствующую быстрому нагреву металлической конструкции. Механизм вспучивания огнезащитных вспучивающихся покрытий не имеет четких объяснений, так как это связано с тем, что в теплоизолирующем слое происходят различные физико-химические процессы. В отличие от других составов, для повышения пределов огнестойкости металлических конструкций (штукатурки, мастики) данная система, при равной степени огнезащиты, имеет крайне малый вес и практически не оказывает дополнительной нагрузки на несущие конструкции. Покрытие наносят на конструкцию с такой толщиной сухого слоя, которая обеспечивала бы заданную в строительном проекте степень огнестойкости здания. При разработке огнезащитных вспучивающихся покрытий наиболее важным показателем является максимальная толщина вспучивающегося слоя. В технической документации указываются толщина слоя покрытия и время достижения предельных состояний конструкцией, обработанной данным покрытием. Учитывая, что срок эксплуатации зданий исчисляется десятилетиями, возникает проблема сохранения огнезащитной эффективности покрытий в процессе длительной эксплуатации в различных условиях эксплуатации. В связи с расширением применения на практике вспучивающихся покрытий существует необходимость исследования сохранения их огнезащитной эффективности в различных эксплуатационных условиях.

Анализ публикаций

К решению этой задачи обращался еще в 1982 г. в своей статье доктор технических наук профессор Жуков В.В. [2]. Сохранение эффекта огнезащиты покрытий в процессе длительной эксплуатации важно потому, что со временем он может быть частично или полностью, без видимых изменений самого покрытия, утрачен. В результате снижается предел огнестойкости конструкций и нарушается условие безопасности, регламентируемое *ДБН В.1.1-7* [1], согласно которому фактический предел огнестойкости конструкций должен быть не ниже требуемого (минимально допустимого).

В отечественных источниках отсутствуют общепринятые методы испытаний по оценке долговечности огнезащитной эффективности применяемых покрытий. Это является одной из причин ограниченного проведения таких испытаний. Их выполняют отдельные исследователи с помощью выбранных ими методов, с учетом воздействия атмосферных агрессивных факторов, характерных для определенных климатических регионов [3-6].

Специальные требования, регламентированные стандартами и нормами пожарной безопасности к огнезащитным покрытиям для их эксплуатации в обычных условиях, пока не разработаны [7]. Вспучивающиеся тонкослойные покрытия - это лакокрасочные материалы (ЛКМ). Поэтому для оценки их свойств используются требования, изложенные в нормативных документах, предназначенных для продукции лакокрасочной промышленности [8],

ISO 12944-6 [9]. Тем не менее, по существующим нормативным документам огнезащитные ЛКМ стоят в особом ряду. В соответствии с ГОСТ 9.032 [10] и ГОСТ 9825 [11] применительно к условиям эксплуатации основные покрывные лакокрасочные материалы (лаки, эмали, краски) делятся на девять групп:

- атмосферостойкие;
- ограниченно атмосферостойкие;
- консервационные;
- водостойкие;
- специальные;
- маслобензостойкие;
- химически стойкие;
- термостойкие;
- электроизоляционные и электропроводные.

Ни к одной из представленных групп невозможно отнести вспучивающиеся огнезащитные покрытия. К пятой группе «специальные» относятся покрытия со специфическими свойствами: стойкие к рентгеновским и другим видам излучений, светящиеся, терморегулирующие, противообрастающие, для пропитки тканей,

окрашивания кожи, резины, пластмасс, гигиенические, противоскользящие. К восьмой группе «термостойкие» их тоже нельзя отнести, потому что их механизм защиты подложки от воздействия высоких температур основан на других принципах и называть их термостойкими некорректно. Нормативные документы, устанавливающие требования к огнезащитным покрытиям: *ГОСТ 23791* [12] и *ГОСТ 25131* [13] сегодня морально устарели и в Украине отменены. В таблице 1 представлены рекомендуемые *ГОСТ Р 12.3.047* [14] требования для огнезащитных вспучивающихся покрытий.

Таблица 1

Технические требования

Основной показатель	Значение	Метод испытаний
Прочность пленки при ударе по прибору У-1А, см, не менее	20	<i>ГОСТ 4765</i> [15]
Адгезия по методу решетчатых надрезов, балл, не менее	1	<i>ГОСТ 15140</i> [16]
Твердость пленки по маятниковому прибору М-3, усл. ед., не менее	0,15	<i>ГОСТ 5233</i> [17]
Коэффициент вспучивания, раз, не менее	10	Согласно Ф.4.4 [14]

В п.п. Ф.4.2.3, Ф.4.3.1 Ф.4.3.2 *ГОСТ Р 12.3.047* [14] указывается, что покрытие должно быть грибостойким и фунгицидным по *ГОСТ 9.049* [18] и *ГОСТ 9.050* [19], гарантийный срок хранения покрытия составляет не менее 6 месяцев (в компонентах, в укупорке). Гарантийный срок службы покрытия, нанесенного на конструкцию, должен быть равен расчетному сроку эксплуатации оборудования (до капитального ремонта), но не менее 10 лет. Гарантийный срок подтверждается методом ускоренных климатических испытаний по *ГОСТ 9.401* [20].

Несмотря на то, что *ГОСТ Р 12.3.047-98* [14] рекомендует определять некоторые физико-механические характеристики огнезащитных лакокрасочных материалов, для прогнозирования сохранения огнезащитной эффективности их не достаточно. Кроме того, как уже выше отмечалось, использование представленных в таблице 1 стандартов, показывает условность адаптации изложенных в них методик к оценке сохранения эффективности огнезащиты.

Производители в технической документации на выпускаемые средства огнезащиты, не зная заранее условий эксплуатации этих материалов, некорректно предоставляют данные о гарантийном сроке их службы. При этом употребляются следующие термины: «гарантийный срок службы», «срок службы», «прогнозируемый срок службы». В технической документации на средства огнезащиты целесообразнее предоставлять прогнозируемые сроки службы, которые получены по результатам проведения специальных испытаний в соответствии с установленными методами с учетом условий эксплуатации конструкций, подлежащих огнезащите. Среди огнезащитных вспучивающихся покрытий отечественного производства, срок сохранения огнезащитной эффективности которых подтверждался результатами определения сохранения эффективности огнезащиты после проведения климатических и натуральных испытаний можно выделить лишь покрытия торговой марки «Эндотерм» производства НПП «Спецматериалы». В качестве критерия оценки огнезащитной эффективности при проведении ускоренных климатических испытаний определялся коэффициент вспучивания, а при проведении натуральных испытаний определялась огнестойкость колонн, хранящихся в ООО «ТЕСТ» (г. Киев).

Что касается изучения Европейского опыта по оценке срока службы огнезащитных покрытий, то такими работами занимаются специалисты испытательного центра Warrington (Великобритания). В соответствии с требованиями стандарта *ETAG 018* [21] проводится оценка сохранения огнезащитной эффективности вспучивающихся покрытий для

металлических конструкций. После ускоренных климатических испытаний определяется предел огнестойкости образца конструкции, обработанной огнезащитным покрытием, в соответствие с методикой, изложенной в стандарте *BS 476-20* [22].

Цель и постановка задачи исследований

Задача исследований заключается в раскрытии особенностей влияния факторов, характеризующих условия эксплуатации, на качество огнезащиты металлических конструкций и установлении прогнозируемого срока сохранения эффективной огнезащиты металлических конструкций, эксплуатируемых в разных категориях размещения. Результат исследований – метод оценки долговечности огнезащитной эффективности вспучивающихся покрытий. Суть метода оценки долговечности огнезащитной эффективности применяемого покрытия заключается в получении достоверных результатов, соответствующих результатам, полученным при проведении натуральных испытаний.

Методика исследований

Метод определения долговечности огнезащитной эффективности применяемого покрытия должен быть основан на установлении критериев оценки воздействия на него ультрафиолетового излучения, величины и перепадов температур, изменения влажности, а также совокупности этих эксплуатационных факторов. Исследование и анализ перечисленных факторов позволят создать модель эксплуатационных условий в климатических камерах, где имитируется естественное старение образцов. В зависимости от эксплуатационных требований физико-механические свойства и огнезащитная эффективность покрытий для металлических конструкций определяются до и после испытания образцов в климатических камерах.

Для большинства огнезащитных покрытий характерны следующие условия эксплуатации (категория размещения):

- 1) на открытом воздухе или под навесом (под воздействием совокупности климатических факторов, характерных для данного макроклиматического района, или колебаний температуры и влажности воздуха, несущественно отличающихся от колебаний на открытом воздухе, и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха);
- 2) в закрытом неотапливаемом помещении (без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха существенно меньше, чем на открытом воздухе);
- 3) в закрытом отапливаемом помещении (с искусственно регулируемыми климатическими условиями, положительной температурой и относительной влажностью воздуха не более 70 %).

Результаты и их анализ

Основными физико-механическими свойствами огнезащитных покрытий, от которых в большей степени зависит долговечность эффективности огнезащиты, являются коррозионная устойчивость, прочность при ударе и адгезионная прочность. Результаты испытаний не должны быть ниже установленных нормативно-техническими документами. Долговечность огнезащитной эффективности покрытия определяется количеством циклов испытаний в климатических камерах, при которых изменение физико-механических свойств материала не превышает нормируемых значений. Методика позволит прогнозировать долговечность эффективности огнезащиты, что будет способствовать повышению качества и сроков эксплуатации огнезащитных покрытий. Долговечность эффективности огнезащиты необходимо оценивать и в натуральных условиях при эксплуатации объектов защиты. Для этого проводятся обследования таких объектов, мониторинг состояния металлических конструкций, обработанных огнезащитным покрытием, и сравнение с величинами долговечности эффективности огнезащиты, полученными по результатам испытаний в климатических камерах. Срок сохранения эффективной огнезащиты металлических конструкций, обработанных огнезащитными

покрытиями, обеспечивается несколькими факторами: в первую очередь стабильностью химического состава покрытия и неизменностью во времени механизма огнезащитного действия. Для прогнозирования в натуральных условиях можно исследовать некоторое количество огнезащитного покрытия, отобранное прямо с объекта (с подложки материала) с помощью рентгенофазового анализа (РФА), высокотемпературной микроскопии (ВТМ) и термического анализа (ТА), включающего в себя методы:

термогравиметрический (ТГ);

термогравиметрический по производной (ДТГ);

дифференциально-термический анализ (ДТА) или дифференциально-сканирующую калориметрию (ДСК).

В Российской Федерации и странах Европейского союза эти методы анализа уже применяются *ГОСТ Р 53293-2009* [23 21] и *ETAG 028* [24 22]. Кроме того, можно, одновременно с огнезащитной обработкой объекта, подготовить металлические пластины, которые будут там и храниться. При этом по результатам оценки внешнего вида покрытий, наличия растрескиваний, вздутий, налета определять адгезионную прочность и коэффициент вспучивания в соответствии с методикой ВСК-04 [25], применяемой для идентификации огнезащитных вспучивающихся покрытий при проведении сертификационных испытаний.

Анализ методов прогнозирования срока службы огнезащитных покрытий показывает, что они базируются на испытании образцов, размеры которых меньше размеров реальных строительных конструкций. Последнее обстоятельство обусловлено тем, что испытать конструкцию реальных типоразмеров в искусственных условиях старения практически невозможно. Но этого и не нужно, так как и на небольших образцах можно моделировать все необходимые виды воздействий условий эксплуатации. При этом минимальные размеры одного образца определяются из условий обеспечения надежной оценки изменения критерия оценки, при достижении предела которого можно установить срок прогнозируемого периода сохранения качественной огнезащиты конкретного материала в условиях, которые отвечают определенному режиму натуральных испытаний или искусственного старения. В России разработана и применяется для оценки теплоизолирующих свойств огнезащитных покрытий методика [26]. Эта методика позволяет использовать небольшие по размеру образцы (стальная пластина 140 мм × 80 мм, толщиной до 1,0 мм). Испытательная установка имеет конструктивную возможность программировать тепловые режимы, а потому можно точно воспроизводить условия испытаний. В Украине создана лабораторная установка, позволяющая проводить полностью автоматизированные испытания по оценке огнезащитной эффективности вспучивающихся покрытий для металлоконструкций [27]. Из условия теплового и геометрического подобия образцов и металлоконструкций предложено применение уменьшенного экспериментального образца в виде пустотелого стального цилиндра с теплоизолированной полостью сменного радиуса. Размеры и конструкция данной установки позволяют проводить испытание разнообразных образцов на огнестойкость и варьировать режимы нагрева.

Необходимо учитывать, что подтвердить данные о сохранении эффективности огнезащиты, полученные в лабораторных условиях, можно только при проведении натуральных испытаний. Сопоставление результатов, полученных по результатам испытаний в климатических камерах и в натуральных условиях, позволит установить зависимость для определения долговечности эффективности вспучивающихся огнезащитных покрытий.

Что касается проведения натуральных испытаний, то для их организации можно принять существующие контрольные методы оценки огнезащитной эффективности покрытий *ГОСТ Р 53295* [28] и *DIN 4102-8* [29], нанесенных на металлические пластины и подвергнутых воздействию климатических факторов, соответствующим условиям их реальной эксплуатации. Суть метода испытаний заключается в тепловом воздействии на опытный образец и определении времени от начала теплового воздействия до наступления предельного состояния опытного образца. Для проведения испытаний изготавливается один образец стальной пластины размером 600 мм × 600 мм × 5 мм с нанесенным на нее

средством огнезащиты. Необогреваемая поверхность образца должна быть теплоизолирована. Испытания проводятся на установке для теплофизических исследований и испытаний малогабаритных фрагментов плоских конструкций. Для оценки огнезащитной эффективности покрытий, нанесенных на несущие строительные конструкции в соответствии с требованиями *ДСТУ Б В.1.1-17:2007 (ENV 13381-4:2002, NEQ)* [30] на хранение можно заложить образцы колонн длиной 1000 мм.

Выводы

Итак, существует необходимость более детальной классификации вспучивающихся огнезащитных покрытий для металлических конструкций, которая должна регламентироваться общим самостоятельным нормативным документом, включающим не только показатели качества, полученные по результатам проведения ускоренных климатических испытаний, но и специфические показатели для ЛКМ: коэффициент вспучивания, показатели при РФА, ВТМ и ТА. Несмотря на актуальность проблемы долговечности огнезащитной эффективности покрытий, исследований в данной области выполнено недостаточно. Очевидна необходимость их расширения, в том числе совместно с организациями-производителями, которые заинтересованы в их организации и проведении.

В Украинском НИИ пожарной безопасности МЧС Украины запланировано со 2-го полугодия 2011 года проведение исследований по разработке методики определения прогнозируемой продолжительности сохранения показателей качества огнезащиты строительных конструкций с учетом условий их эксплуатации. В задачу данной работы будет входить проведение исследований, позволяющих установить (спрогнозировать) срок сохранения эффективной огнезащиты металлических конструкций, обработанных огнезащитным покрытием и эксплуатируемых в разных категориях размещения.

Список литературы

1. ДБН В.1.1-7-2002 Защита от пожара. Пожарная безопасность объектов строительства.
2. Жуков В. В. Пути повышения огнестойкости строительных материалов и конструкций: Материалы семинара. - М.: Знание, 1982. - С. 3-16.
3. Ямщикова С.А. Повышение огнезащитной способности вспучивающихся покрытий для объектов нефтегазовой отрасли. – Автор. диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 05.26.03 – “Пожарная и промышленная безопасность” (нефтегазовая отрасль); 05.02.01 – Материаловедение (машиностроение в нефтегазовой отрасли). ГОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, 2009 г.
4. Т.Ю. Бибахина, В.Н. Демехин. Об испытании новых огнезащитных покрытий на долговечность, 1992. Научный Инновационный Центр Строительства и Пожарной Безопасности [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stopfire.ru/content/295/652>.
5. Провести исследование влияния эксплуатационных условий на эффективность огнезащиты металлических конструкций морских нефтегазопромысловых сооружений, обработанных покрытием “УКРТЕРМ-М2”. Отчет о научно-исследовательской работе. / УкрНИИПБ МЧС Украины – Руководитель Гайковая О.Н., 2007. – 419 с.
6. Гайковая О.Н. Определение срока службы огнезащитных покрытий. // Строительство и техногенная безопасность / Сб. научных трудов НАПКС, вып. 24-25. – Симферополь: НАПКС, 2008. - С.36-40.
7. Еремина Т.Ю. Состояние и перспективы решения проблемы повышения пожарной безопасности строительных конструкций и материалов для зданий и сооружений. - СПб.: Welcome, 2003. - С. 57-65.
8. Вахитова Л.Н. Огнезащита "Эндотерм". Опыт, перспективы и цена решения [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.endoterm.com.ua/publish/obzor.php>.
9. ISO 12944-6:1998 Краски и лаки. Антикоррозийная защита стальных конструкций с помощью защитных лакокрасочных систем. Часть 6. Лабораторные методы испытаний для определения рабочих характеристик.

10. ГОСТ 9.032-74 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения.
11. ГОСТ 9825-73 Материалы лакокрасочные. Термины, определения и обозначения.
12. ГОСТ 23791-79 Покрытие по стали фосфатное огнезащитное. Технические требования.
13. ГОСТ 25131-82 Покрытие по стали вспучивающееся огнезащитное ВПМ-2. Технические требования.
14. ГОСТ Р 12.3.047-98 ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
15. ГОСТ 4765-73 Материалы лакокрасочные. Метод определения прочности при ударе.
16. ГОСТ 15140-78 Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии.
17. ГОСТ 5233-89 Материалы лакокрасочные. Метод определения твердости по маятниковому прибору.
18. ГОСТ 9.049-91 Единая система защиты от коррозии и старения. Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов.
19. ГОСТ 9.050-75 ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов.
20. ГОСТ 9.401-91 Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов.
21. ETAG 018 - Часть 2: Вспучивающиеся покрытия для огнезащиты стальных конструкций.
22. BS 476 - Часть 20:1987. Материалы и конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Часть 20. Метод определения огнестойкости элементов конструкции (основные принципы).
23. ГОСТ Р 53293-2009 Пожарная опасность веществ и материалов. Материалы, вещества и средства огнезащиты. Идентификация методами термического анализа.
24. ETAG 028 Огнезащитные средства. Область применения указаний по техническому одобрению в Европе.
25. ВСК-04-2001 Методика испытаний по определению коэффициента вспучивания огнезащитных покрытий и материалов.
26. Баженов С.В., Наумов Ю.В., Мотина Л.В. Определение теплоизолирующих свойств огнезащитных покрытий по металлу: Методика. – М.: ВНИИПО, 1998. – 19 с.
27. Рыбка Е.А., Андронов В.А. Лабораторная установка для оценки огнезащитной эффективности вспучивающихся покрытий для металлических конструкций с учетом параметров развития реального пожара. Пожаровзрывобезопасность, т. 19, № 10, 2010. С. 19-23.
28. ГОСТ Р 53295-2009 Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности.
29. DIN 4102-8-2003 Огнестойкость строительных материалов и конструкций. - Часть 8: Малогабаритный испытательный стенд для определения изменения характеристик при горении.
30. ДСТУ Б В.1.1-17:2007 (ENV 13381-4:2002, NEQ) Огнезащитные покрытия для строительных несущих металлических конструкций. Метод определения огнезащитной способности.

Колесникер И.М., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Строительство в курортной зоне

На основе новых нормативных документов (Закона Украины «О туризме» введенном в действие с 1.01.2003 года, ДБН-380-92**, ДБН В.3.2-20 2008, ДСТУ 4259) рассматриваются основные требования к планировке и строительству в курортной зоне. Дана классификация туристических зданий, требования к размещению санитарно-курортных учреждений, жилой застройки, строительству и расширению действующих промышленных предприятий, проектированию уличной дорожной сети.

Законы Украины, туризм первая зона защиты, размещение жилой застройки

Актуальным для развития экономики Украины, Крыма становится проектирование и строительство в курортной зоне, развитие туризма.. Индустрия туризма занимает значительное место в экономике большинства стран. Число туристических поездок во всем мире приближается к 600 млн. Всемирная туристическая организация (ВТО) прогнозировала в 2010 году .917 млн. туристических поездок.

Туризм входит в число трех крупнейших отраслей, уступая лишь нефтеперерабатывающей и автомобильной отрасли.

Ситуация в Украине резко отличается от мировой. Средняя обеспеченность гостиничными номерами составляет всего 2.38 гостиничных номера на тысячу жителей, что значительно ниже других стран Европы и остального мира.

Цель работы рассмотреть методику проектирования территории и строительства в курортной зоне.

Курортная зона должна быть размещена на территориях, обладающих природными лечебными факторами, наиболее благоприятными микроклиматическими, ландшафтными санитарно-гигиеническими условиями.

В ее пределах следует размещать санаторно-курортные и оздоровительные учреждения, учреждения отдыха и туризма, учреждения и предприятия обслуживания лечащихся и отдыхающих, формирующие общественные центры, включая общекурортный центр, курортные парки и другие озелененные территории общего пользования, пляжи.

При проектировании курортных зон следует предусматривать:

- размещение санаторно-курортных учреждений длительного отдыха на территориях с допустимыми уровнями шума;
- размещение детских санаторно-курортных и оздоровительных учреждений изолированно от учреждений для взрослых с отделением их полосой зеленых насаждений шириной не менее 100м;
- вынос промышленных и коммунально-складских объектов, жилой застройки и общественных зданий, не связанных с обслуживанием лечащихся и отдыхающих;
- ограничение движения транспорта и полное исключение транзитных транспортных потоков.

Гостиница – один из основных видов временного жилья, обеспечивающий приехавших в данный населенный пункт или данную местность.

Курортные гостиницы предназначаются для относительного длительного отдыха на одном месте в ряде случаев с возможностью профилактического лечения или долечивания. Для этого при курортных гостиницах часто предусматривают помещения лечебно-оздоровительного назначения.

Уровень комфорта любой гостиницы определяется по категориям, характеризующими материально-технической оснащенностью и уровнем предоставляемых услуг.

Они обозначаются символами (звезда). Согласно требованиям ДСТУ 4269 гостиницы классифицируются по пяти категориям от высшей до низшей - *****, ****, ***, **.

Размещение жилой застройки для расселения обслуживающего персонала санаторно-курортных и оздоровительных учреждений следует предусматривать вне курортной зоны, при условии обеспечения затрат времени на передвижение до мест работы в пределах 30 мин.

Расстояние от границ земельных участков, вновь проектируемых санаторно-курортных и оздоровительных учреждений, следует принимать не менее:

- до жилой застройки учреждений коммунального хозяйства и складов (в условиях реконструкции не менее 100м) - 500м

- до автомобильных дорог категорий:

I, II, III 500м

IV 200м

- до садоводческих товариществ - 300м.

Размеры территорий общего пользования курортных зон следует устанавливать из расчета m^2 на одно место, в санаторно-курортных и оздоровительных учреждениях: общекурортных центров – $10m^2$.

В курортных зонах сложившихся приморских, а также горных курортов размеры озелененных территорий общего пользования допускается уменьшать, но не более чем на 50 процентов.

Размеры территорий пляжей, размещаемых в курортных зонах и зонах отдыха, следует принимать m^2 на одного посетителя не менее:

- для взрослых 6

- для детей 4.

Размеры территории специализированных лечебных пляжей для лечащихся с ограниченной подвижностью следует принимать из расчета $8 - 12m^2$ на одного посетителя.

Минимальную протяженность береговой полосы пляжа на одного посетителя следует принимать не менее: для морских пляжей – 0,2м, речных и озерных – 0,25м.

Рассчитывать число единовременных посетителей на пляжах с учетом коэффициентов одновременной загрузки:

- пляжей санаториев 0,6-0,8

- учреждений отдыха и туризма 0,7-0,9

- внешкольных лагерей 0,5-0,9

- общего пользования

- для местного населения 0,2

- отдыхающих без путевок 0,5.

В приморских курортах подлежит охране зона строгого режима (первая зона санитарной охраны), включающая прибрежную зону моря, пляжи и территорию, прилегающую к пляжам, шириной не менее 100метров, которая должна использоваться преимущественно для организации зеленых насаждений общего пользования, набережных, бульваров, скверов, спортивных и детских площадок.

Однородные и близкие по профилю санаторно-курортные и оздоровительные учреждения, размещаемые в пределах курортных зон, как правило, следует объединять в комплексы, обеспечивая централизацию медицинского, культурно-бытового и хозяйственного обслуживания в единое архитектурно-пространственное решение.

Отнесение природных территорий к курортной зоне осуществляется Верховной Радой Украины и Верховной радой Автономной республики Крым в соответствии с законодательством Украины.

Застройка территории курортной зоны согласно статье 12 Закона о курортах осуществляется в соответствии с утвержденными в установленном законодательством порядке генеральными планами, другой градостроительной документацией.

Выводы

Современные нормативные документы предъявляют довольно жесткие требования к планировке территории и строительству в курортной зоне. Выполнение этих требований усложняется тем, что проектировать и строить придется в условиях существующей застройки курортной территории, которая не всегда соответствует этим требованиям.

Список литературы

1. Закон Украины «О туризме» введенный в действие с 1.01.2003 года.
2. ДБН 380-92** «Планировка и застройка городских и сельских поселений».
3. ДБН В. 2.2-20 2008 «Здания и сооружения. Гостиницы».
4. ДСТУ 4259: «Классификация гостиниц».
5. Крыжановская Н.Я. «Эколого-градостроительные принципы проектирования ландшафтно-рекреационных территорий Украины» -К. 1992.
6. Байлик С.И. «Проектирование и эксплуатация гостиниц» - К. 1995

УДК 614.041.45:624.016.

Панюков Э.Ф., д.т.н. профессор, Панюков С.Э., к.т.н.
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Огнесохранность железобетонных колонн с учётом пространственной работы каркасов в жилых многоэтажных зданиях

Разработан метод оценки огнесохранности железобетонных колонн с учётом пространственной работы каркаса многоэтажных зданий, значительно влияющей на перераспределение усилий между нагретыми и не подвергавшимися воздействию локального пожара конструкциями при действии ветровых или сейсмических нагрузок.

Здания, пожары, каркас, железобетон, колонны, огнестойкость, огнесохранность, пространственная работа, усилия, перераспределение.

Введение. Воздействие высоких температур при пожаре снижает эксплуатационные качества строительных конструкций вследствие изменения прочностных характеристик, нарушения совместной работы материалов, уменьшения геометрических размеров сечений или изменения расчётной схемы работы элементов, конструкций и всего каркаса [1].

Если огнестойкость конструкции соответствует нормативной, предполагается, что пожар либо будет потушен, либо выгорит вся пожарная нагрузка до обрушения конструкции. В этом случае ущерб от пожара будет локальным, а здание, вероятнее всего, после ремонта может подлежать дальнейшей эксплуатации. Для жилого помещения в здании II степени огнестойкости, принятой для зданий серии ИИС-04 [2], это время в зависимости от ответственности и расположения в пространстве конструкции составляет 0,75 ч для перекрытий и 1,5 ч для колонн и диафрагм при стандартном температурном режиме, эквивалентном длительности реального пожара [3].

При разнообразных условиях реальных пожаров воздействие пожара может распространяться как на отдельный элемент каркаса, так и на различные группы элементов. В таких ситуациях важное значение приобретает пространственная работа элементов в каркасе.

Ранее расчёт огнестойкости и огнесохранности конструкций, в связи с его высокой сложностью, выполняли для отдельного элемента без учёта пространственной работы каркаса [4, 5].

Социально-экономическая эффективность повышения точности расчёта неоспорима [6]. С использованием современной компьютерной техники и программных комплексов можно успешно решить эту задачу.

Необходимо изучить поведение железобетонных каркасов многоэтажных зданий при различных условиях обогрева его элементов в условиях локального пожара: при нагреве сечений колонн всестороннем, трёх- двух- или одностороннем, при нагреве диафрагм жёсткости с одной или двух сторон, при нагреве сечений ригелей и плит снизу и сверху одновременно или по отдельности. Рассмотреть различные сочетания нагретых конструкций: отдельных элементов, отдельных рам, зон, этажей, их групп и всей несущей пространственной системы. Несущую способность элементов раньше оценивали по рекомендациям [7], т. е. методом суперпозиции. В настоящее время появилась возможность это делать при одновременном восприятии N , M и Q , используя пространственную область несущей способности колонн [8, 9].

Цель - разработать метод оценки огнесохранности железобетонных колонн с учётом пространственной работы каркаса многоэтажных зданий

Задачи - предложить метод расчёта усилий в колоннах многоэтажных зданий с учётом их перераспределения после нагрева при локальном пожаре; - построить область несущей способности нагретых при пожаре колонн при одновременном восприятии N , M и Q .

Методы исследования - анализ, дедукция, численный эксперимент.

Методика и результаты расчёта. Определение усилий в элементах здания выполняли средствами САПР с использованием ПК "Лири" (Рис. 1).

В расчётной схеме сечения слои бетона (условно принятые нагретыми до средней для каждого слоя температуры) задавали отдельными конечными элементами с приобретёнными после нагрева характеристиками слоя. Расчётные сочетания нагрузок на каркас приняты по рекомендациям [10].

Опасные расчётные сочетания усилий (PCY) выбирали по известным принципам [$N_{\max, \min}$ - соответствующие значения M и Q ; $M_{\max, \min}$ и $Q_{\max, \min}$ - соответствующие значения N].

Расчётные схемы неравномерно нагретых сечений колонн (Рис. 2) и оценку их прочности при восприятии отдельных усилий N , M и Q выполняли по рекомендациям [11]. Достаточность несущей способности колонн после нагрева при локальном пожаре проверяли по новому способу расчёта внецентренно сжатых (сжато изогнутых) элементов [8, 9]. Длительность действия пожара в стандартном температурном режиме принята равной пределу огнестойкости для колонн в зданиях II степени 1,5 ч, регламентированном в [3, табл. 4]. Распределение температуры нагрева материалов по сечению колонны принимали по [11, Прилож. Б]. Размеры частей сечения, нагретые условно до средней для каждой части (слоя) температуры, назначали по рекомендациям [11] с учётом рекомендаций [12]. Коэффициенты условий работы по материалам, определённые по [11, табл. 5.1, 5.5], приведены в табл.1, 2.

Таблица 1.

Коэффициенты условий работы бетона при расчете огнесохранности

Температура t , °C	≤ 50	100-300	400	500	600	700	800
$\gamma_{b,te}$	1,0	0,93	0,80	0,70	0,50	-	-
$\beta_{b,te,i}$	1,0	0,75	0,40	0,30	0,2	0,10	0,05

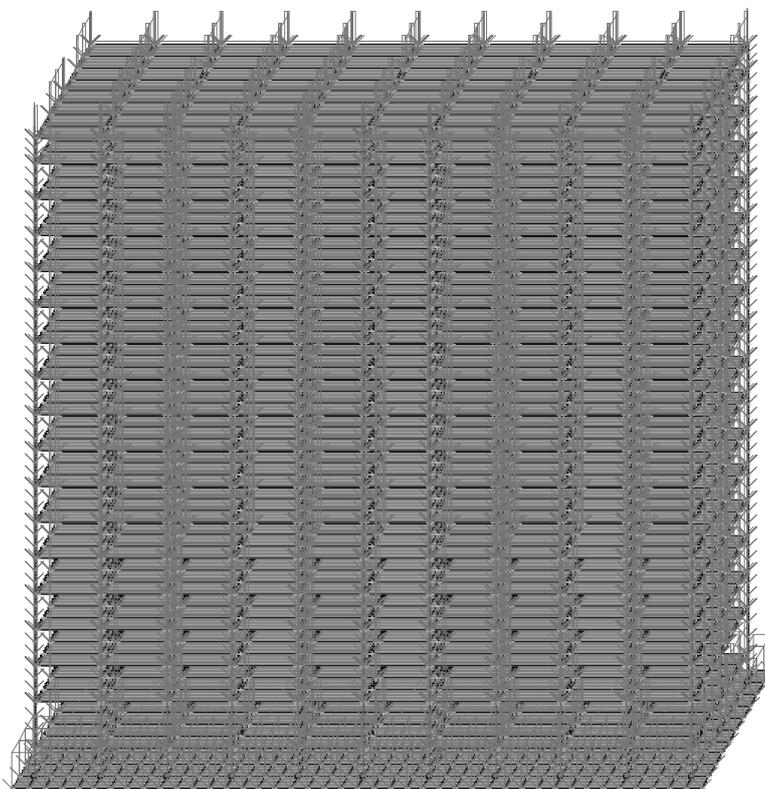


Рис. 1. Расчетная схема каркаса 16-этажного здания с подвалом и техническим этажом

Таблица 2.

Коэффициенты условий работы арматуры при расчете огнесохранности

Температура $t, ^\circ\text{C}$	≤ 100	200	300	400	500	600	700
$\gamma_{s,te}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,92
$\beta_{s,te}=1/(1+\varphi_{b,cr})$	1,0	0,25	0,15	0,10	0,07	0,05	0,00

Расчёт прочности сечений после четырёхстороннего огневого воздействия на внецентренно сжатые колонны при эксцентриситете продольной силы $e_0 \leq h/30$ и гибкости $\lambda = l_0/h \leq 20$ выполняли по условию:

$$N_u = \varphi[\Sigma R_{bi,te}A_{redi} + \Sigma R_{sc,te}A_{si}]. \quad [1]$$

где N_u - прочность нормального сечения колонны; A - площадь сечения элемента; φ - коэффициент продольного изгиба для нагретых прямоугольных колонн при $l_0/h = 3,3/0,4 = 8,25 \leq 10$ $\varphi = 0,90$ [11, п. 8.14, табл. 8.1]

В наиболее нагруженных колоннах серии ИИС-04 применено косвенное армирование в виде сеток с шагом 100 мм из 6 стержней $\text{Ø}10\text{AIII}$ в каждом направлении. Значение расчётного сопротивления бетона с косвенным армированием по прочности на осевое сжатие, вычисленное по [7, п. 3.22], равно 384 кгс/см^2 .

Пространственная работа системы вызывает перераспределение значительной части усилий с нагретой колонны на колонны, не подвергавшиеся нагреву. Например, для 4-х стороннего нагрева средней колонны при равенстве общего усилия во всех колоннах рамы в подвале по оси 4 до и после воздействия пожара при ветровой (N_B, M_B, Q_B) нагрузке распределение усилий в колоннах следующее:

до воздействия пожара

после воздействия пожара

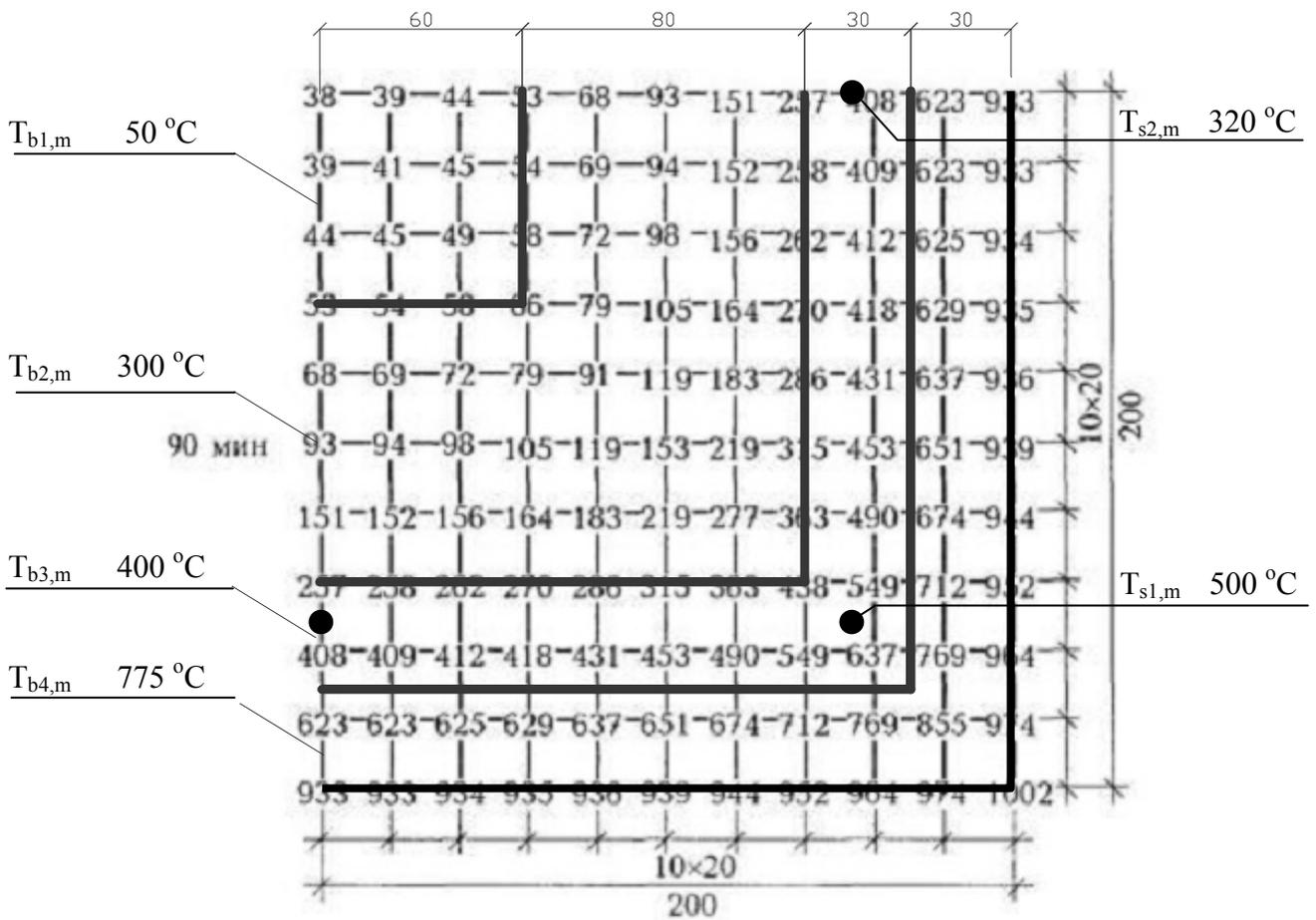


Рис. 3. Расчетная схема сечения после нагрева в течение 90 мин.

$$\begin{aligned}
 N_B &= 266,6 + 455,0 + 446,6 = 1168 \text{ тс} & \dots N_B &= 307 + 374 + 487 = 1168 \text{ тс} \\
 M_B &= 12,7 + 19,5 + 15,4 = 47,6 \text{ тс'м} & \dots M_B &= 19,4 + 0,9 + 25,3 = 45,6 \text{ тс'м} \\
 Q_B &= 5,8 + 16,3 + 11,7 = 33,8 \text{ тс} & \dots Q_B &= 9,3 + 2,3 + 22,2 = 33,8 \text{ тс}
 \end{aligned}$$

План 16-этажного жилого здания с подвалом и техническим этажом, на колонны которого определяли внешние усилия, показан на рис. 3.

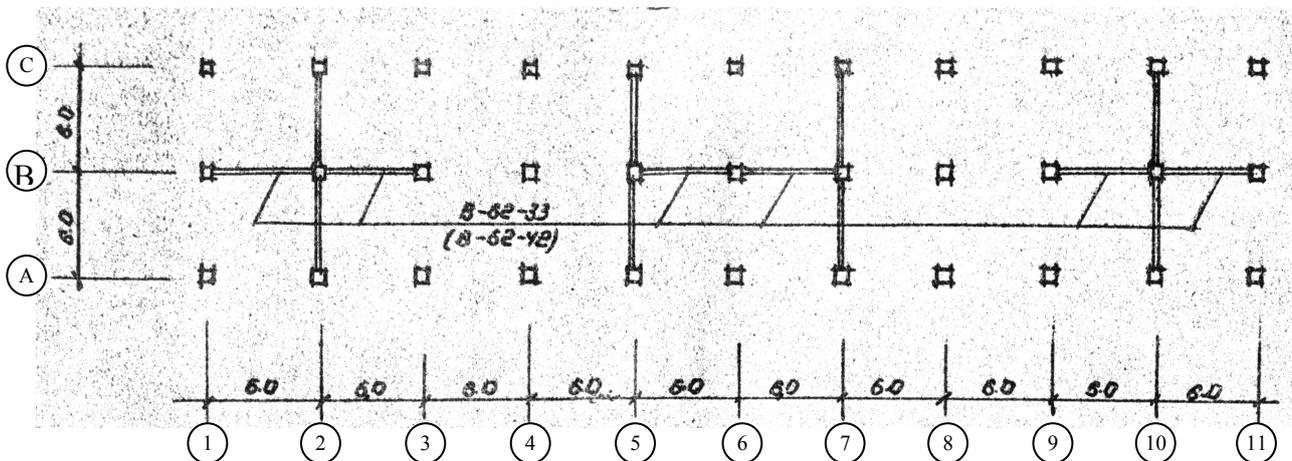


Рис. 3. План вертикальных несущих конструкций 16-этажного здания серии ИИС-04 [2].

Полученные РСУ для колонн подвала до воздействия пожара на среднюю колонну приведены в табл. 3, после воздействия пожара в табл. 4.

Таблица 3.

РСУ в колоннах подвала 16-этажного жилого здания до воздействия пожара на среднюю колонну.

Колонна	Усилия				
	№ элем	N (Т)	Mz (Т*М)	Qy (Т)	№№ загрузж
a-4	482	-266.6	12.7	5.8	1 2 3 4
	482	-164.7	14.8	7.8	1 4
	482	-145.9	13.6	6.9	1 5
	482	-214.8	13.2	6.1	1 2 3 5
b-4	542	-455.0	19.5	16.3	1 2 3 4
	542	-326.1	21.7	18.1	1 4
	542	-390.0	19.4	16.0	1 2 3 5
	542	-293.5	19.4	16.0	1 5
c-4	734	-446.6	15.4	11.7	1 2 3 4
	734	-364.6	16.4	11.7	1 4
	734	-330.4	15.1	10.4	1 5
	734	-399.2	15.5	11.1	1 2 3 5

В связи с повышенным деформированием нагретой при пожаре средней колонны воспринимаемое ею осевое усилие составило 72 %, поперечная сила 60-85 %, а изгибающий момент - 5 %.

Если локальный пожар происходит на пятом этаже, воспринимаемое средней колонной осевое усилие составляет 72 %, изгибающий момент и поперечная сила 18 %; на 9 этаже 80 %, 18 %; на 12 этаже - 84 %, 18 %; на 16 этаже - 90 %, 18 % соответственно.

Для построения пространственной области несущей способности нагретой при пожаре колонны в относительных координатах $N/N_u \leq 1$; $Q/Q_u \leq 1$ и $M/M_u \leq 1$ назначили параметрические точки. Использование такой области удобно при расчёте значительного количества колонн. Несущую способность колонны по каждому усилию определяли по рекомендациям [7] с помощью MS "EXEL".

Площади выделенных слоёв бетона и арматуры $A_{b1}=144 \text{ см}^2$, $A_{b1}=640 \text{ см}^2$, $A_{b1}=372 \text{ см}^2$, $A_{b1}=444 \text{ см}^2$; $A_{s1}=40,72 \text{ см}^2$, $A_{s2}=40,72 \text{ см}^2$. Коэффициенты условий работы материалов при нагреве $\gamma_{b1,te}=1$, $\gamma_{b2,te}=0,93$, $\gamma_{b3,te}=0,80$, $\gamma_{b4,te}=0,0$; $\beta_{b2,te}=1/(1+\varphi_{b,cr})=1/(1+3)=0,25$, $\beta_{b3,te}=1/(1+9)=0,1$, $\beta_{b4,te}=0,0$; $\gamma_{s1,te}=1,0$, $\gamma_{s2,te}=1,0$.

Несущая способность колонны по осевому усилию ($M=0$)

$$N_u = \varphi (R_b b h_0 + R_{sc} A_s) = 500,0 \text{ тс.}$$

Таблица 4.

РСУ в колоннах подвала 16-этажного жилого здания после воздействия пожара на среднюю колонну.

Колонна, подвергающаяся пожару	Усилия				
	№ элем	N (Т)	Mz (Т*М)	Qy (Т)	№№ загрузж
a-4	482	-193.6	22.9	13.1	1 4
	482	-307.0	19.4	9.3	1 2 3 4
	482	-422.9	-22.4	-19.2	1 2 3 5
	482	-345.4	-21.6	-17.6	1 5

b-4п (ядро)	542	-256.9	1.0	4.9	1 2 3 4
	542	-184.1	1.1	5.5	1 4
	542	-220.2	-0.9	-4.3	1 2 3 5
	542	-165.7	-0.9	-4.3	1 5
с-4	734	-487.1	25.3	22.2	1 2 3 4
	734	-393.6	26.8	21.9	1 4
	734	-422.9	22.4	19.2	1 2 3 5
	734	-345.4	21.6	17.6	1 5
b-4п (2 слой)	11051	-68.3	-0.1	-1.9	1 4
	11051	-95.2	-0.1	-1.7	1 2 3 4
	11051	-61.4	-0.1	-1.5	1 5
	11051	-81.6	-0.1	-1.5	1 2 3 5
b-4п (3 слой)	11054	-15.9	-0.1	-0.9	1 4
	11054	-22.2	0.0	-0.8	1 2 3 4
	11054	-14.3	0.0	-0.7	1 5
	11054	-19.0	0.0	-0.7	1 2 3 5
b-4п (4 слой)	11057	-0.1	0.0	0.0	1 4
	11057	-0.1	0.0	0.0	1 2 3 4
	11057	-0.1	0.0	0.0	1 5
	11057	-0.1	0.0	0.0	1 2 3 5
Суммарная b-4п		-268.4	1.0	2.6	1 4
		-374.4	0.9	2.3	1 2 3 4
		-241.5	-1.0	-6.5	1 5
		-320.9	-1.0	-6.5	1 2 3 5

Несущая способность колонны при $\xi = \xi_R$ [7, п. 3.20].

$\xi_R = \omega / [1 + \sigma_{sR}(1 - \omega/1,1) / \sigma_{sc,u}] = 0,51$ [7, п. 3.12],

где ω – характеристика сжатой зоны бетона $\omega = \alpha - 0,008R_b = 0,65$.

Средняя прочность бетона нагретого сечения $R_{bm} = 384(1 \cdot 144 + 0,93 \cdot 640 + 0,8 \cdot 372) / 1600 = 249$ кгс/см² = 24,4 МПа; σ_{sR} – напряжение в арматуре класса АIII-365 МПа; $\sigma_{sc,u}$ – предельное напряжение в арматуре сжатой зоны 500 МПа.

При симметричном армировании сталью АIII ($R_s \leq 400$ МПа)

$N = R_b b \xi_R h_0 = 172,3$ тс; $M = R_b b \xi_R h_0 (h_0 - 0,5 \xi_R h_0) + R_{sc} A_s' (h_0 - a') = 83,3$ тс·м.

Несущая способность колонны по изгибающему моменту $M = R_s A_s z_s = 35,7$ тс·м.

Несущая способность колонны при восприятии поперечной силы [7, п. 3.31]. $R_{sw} = \gamma_{s,te} R_{sw} = 36500 \text{ тс/м}^2$; $A_{sw} = 6 \cdot 0,0000785 = 0,000471 \text{ м}^2$; $s = 0,1 \text{ м}$; $\varphi_{n0} = 0$; $c_{00} = (\varphi_{b2}(1 + \varphi_{n0} + \varphi_f) \gamma_{b,te} R_{bt} b h_0 / q_{sw})^{0,5} = 0,33 \text{ м}$; принимаем $c_{00} = 0,36 \text{ м}$. $Q_{b0} = \varphi_{b2}(1 + \varphi_{n0} + \varphi_f) R_{bt} b h_0 / c = 45,1 \text{ тс}$; $Q_{sw0} = q_{sw} c_{00} = 45,1 \text{ тс}$; $q_{sw} = R_{sw} A_{sw} / s = 136,6 \text{ тс/м}$; $Q_{sw0} / Q_u = 0,41$; $(Q_{b0} + Q_{sw0}) / Q_u = 0,82$. При $\varphi_n = 0,5$; $N = 0,5 \gamma_{b,te} R_{bt} b h_0 / 0,1 = 100,6 \text{ тс}$; $N / N_u = 0,20$; $c_{01} = (\varphi_{b2}(1 + \varphi_{n1} + \varphi_f) R_{bt} b h_0 / q_{sw})^{0,5} = 0,40 \text{ м}$.

По найденным параметрическим точкам сначала построили зависимости при восприятии двух усилий $N/N_u - M/M_u$; $N/N_u - Q/Q_u$ (Рис. 4 а, 4 б).

Так как благоприятное влияние обжатия при действии изгибающего момента на бетон конструкции будет проявляться только в сжатой зоне бетона, значение φ_n следует умножить на ξ_R . $\varphi_m = \varphi_n \cdot \xi_R = 0,5 \cdot 0,68 = 0,34$.

При $M = 0$; $Q_{sw0} / Q_u = 0,45$; $(Q_{b0} + Q_{sw0}) / Q_u = 0,9$.

$c_{00} = 0,33$; принимаем $c_{00} = 0,36 \text{ м}$. $c_{01} = 0,37 < 0,7$; $c_{01} = 0,37 \text{ м}$. $Q_{sw1} = q_{sw} c_{01} = 50,5 \text{ тс}$; $Q_{b1} = 50,5 \text{ тс}$. $Q_u = 101,0 \text{ тс}$. $(Q_{b1} + Q_{sw1}) / Q_u = 1$.

Зависимость $M - Q$ строили для уровней осевого усилия 0, 0,2, 0,4, 0,6 и 0,8. Она меняет направление в уровне 0,20 и в уровне верхней границы микротрещинообразования 0,66, так как благоприятное влияние обжатия на восприятие поперечной силы в этих уровнях будет исчерпано (Рис. 4 в).

$$R_{tv} / R_b = 0,351 g R_b - 0,175 = 0,351 g 249 - 0,175 = 0,35 \cdot 2,396 - 0,175 = 0,66.$$

Сопоставление действующих от внешней нагрузки усилий с областью несущей способности нагретой при пожаре колонны выполнено на рис. 5. Выявлен запас несущей способности колонн после воздействия на них стандартного пожара в течение 1,5 ч. при восприятии как эксплуатационных (основное сочетание), так и предельных (особое сочетание) видов нагрузок [10].

Для проверки условия (2.12) норм [13] увеличим усилия от действия сейсмической нагрузки делением на произведение коэффициентов γ_m

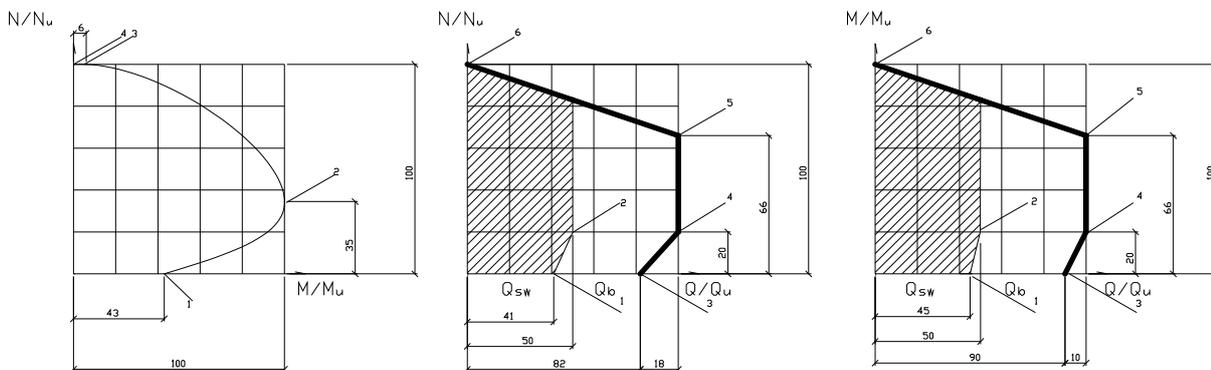


Рис. 4. Область несущей способности колонн подвала через 90 мин. воздействия пожара при восприятии двух усилий

$N/0,84$	$M/0,84$	$Q/0,63$	№ загруз.
-428,1	3,2	15,7	1 2 3 5
-322,1	3,2	15,7	1 5

Выводы. 1. Разработан метод оценки огнесохранности железобетонных колонн с учётом пространственной работы каркаса многоэтажных зданий.

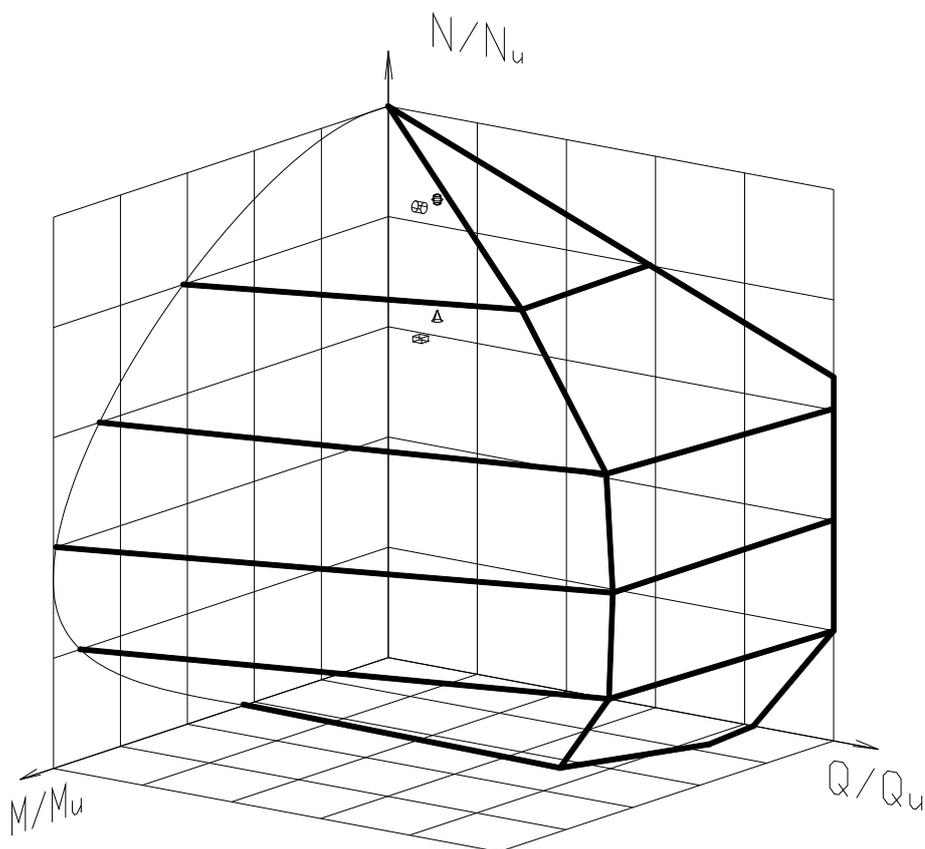


Рис. 5. Область несущей способности колонн подвала через 90 мин. воздействия пожара.

	PCY	N/N_u	M/M_u	Q/Q_u
	- 1 2 3 4	0,84	0,04	0,11
а	- 1 4	0,6	0,04	0,12
б	- 1 2 3 5	0,86	0,04	0,14
в	- 1 5	0,64	0,04	0,14

д

2. Влияние пространственной работы каркаса на перераспределение усилий в элементах в результате локального пожара при действии ветровых или сейсмических нагрузок значительно, его оценка необходима.

3. В колоннах 16-этажного жилого здания серии ИИС-04 выявлен ощутимый резерв огнесохранности. Если такие колонны не накопили значительных дефектов при эксплуатации и не получили механических повреждений во время пожара, они могут быть оставлены для дальнейшей эксплуатации без усиления.

1. Панюков Э.Ф. Восстановление зданий и сооружений, повреждённых пожаром: Учебн. пособие / Э.Ф. Панюков. К.: УМК ВО, 1989. - 123 с.

2. Серия ИИС-04. Рабочие чертежи для строительства каркасно-панельных общественных зданий и жилых домов в районах с сейсмичностью 6, 7, 8 и 9 баллов. М.: ЦНИИТЭП, 1971.

3. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Київ: Держбуд України. 2003. - 43 с.

4. Рекомендации по расчёту пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций. - М.: НИИЖБ, 1986. - 24 с.

5. Инструкция по расчёту фактических пределов огнестойкости железобетонных строительных конструкций на основе применения ЭВМ. - М.: ВНИИПО МВД, 1975. - с. 222.

6. Жуков В.В., Панюков Э.Ф. Обследование и восстановление зданий и сооружений после пожара с экономической оценкой огнестойкости строительных конструкций. - Киев: Общество "Знание" Украины. 1991.-25 с.
7. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. /Госстрой. – М.: ЦИТП Госстроя, 1998. – 80 с.
8. Панюков С.Э. Новый метод расчета внецентренно сжатых железобетонных элементов при восприятии поперечной силы. /Зб. наук. праць "Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди", вип. 21. Рівне: НУВГП. -2011. - С. 289-296.
9. Панюков Э.Ф., Панюков С.Э. Огнестойкость железобетонных колонн с учётом пространственной работы каркаса в жилых многоэтажных зданиях. /Зб. наук. праць "Будівництво, реконструкція та дизайн сучасного містобудування". Луцк: . -2011. - С.
10. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. К.: Минбуд України. 2006. – 60 с.
11. СТО 36554501-006-2006. Правила по обеспечению огнестойкости и огнесохранности железобетонных конструкций. М.:ФГУП "НИЦ "Строительство". -2006. - 78 с.
12. СНиП 2.03.04-84. Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур. /Госстрой. – М.: ЦИТП Госстроя, 1985. – 53 с.
13. ДБН В. 1.1-12:2006. Строительство в сейсмических районах Украины. Министерство строительства, архитектуры и жилищно- коммунального хозяйства Украины. Киев, 2006, - 84 с.

УДК 624.21.036.4;005.935.34

Сребняк В.М., к.т.н., доц., Литовченко П.А., к.т.н., доц., Жигна В.В., к.т.н., доц.,
Жигна М.В., инженер
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Результаты испытаний сталежелезобетонного моста пролетом 36 м через мелиоративный канал

Приведен опыт проектирования и строительства сталежелезобетонного моста пролетом

36 м через оросительный канал и результаты его испытания статической нагрузкой. Результаты испытаний хорошо согласуются с параметрами напряженно-деформированного состояния конструкций моста под нагрузкой, полученными путем численного моделирования с помощью вычислительного комплекса «ЛИРА».

Мост, сталежелезобетон, испытания

Введение. Государственная мелиоративная система Крыма с сетью прилегающих автодорог была сформирована в 60-70е годы прошлого столетия. Ее централизованно эксплуатировали крупные сельхозпредприятия, осуществляя перевозки в пределах своих регионов. Перевозки продукции между предприятиями выполнялись по автодорогам районного и областного значения.

В настоящее время коренным образом изменились производственные отношения в сельскохозяйственном производстве: изменилась форма собственности, произошло дробление старых и появились новые узкоспециализированные сельхозпредприятия; изменилась номенклатура вырабатываемой продукции. Все эти факторы повлияли на

внутрирайонные грузопотоки, их направление и интенсивность транспортировки продукции. Для уменьшения транспортных расходов возникла необходимость оптимизации внутрирайонных транспортных потоков, что обусловило необходимость строительства дополнительных мостовых переходов через каналы мелиоративных оросительных систем. Основным требованием к новым мостовым переходам, помимо габаритных параметров и относительно небольшой грузоподъемности, является их незначительное влияние на техническое состояние и эксплуатационные показатели существующих каналов.

Указанным требованиям отвечают однопролетные сталежелезобетонные мосты, в которых основные несущие балки или фермы выполнены из стали, а плиты ездового полотна железобетонные. Благодаря включению в совместную работу железобетона ездовой части и основных стальных пролетных конструкций существенно повышается экономичность сооружения. Опирание пролетного строения осуществляется на отдельно стоящие железобетонные опоры, расположенные за пределами русла каналов.

Анализ публикаций. Примером такого конструктивного решения может служить индивидуальный не типовой мостовой переход пролетом 36 м под нагрузку от одиночного автомобиля общей массой 10 т, разработанный и выполненный в 2009 году при расчетно-аналитической поддержке сотрудников академии (рис.1).



Рис.1 Мостовой переход пролетом 36 м

Мостовой переход представляет собой сталежелезобетонный мост пролетом 36 м с ездой по низу, шириной 4 м, габаритной высотой проезжей части 3,35 м. В состав мостового перехода входят земляные насыпи подходов к мосту.

Несущими конструкциями пролетного строения моста являются две главные металлические фермы высотой 3 м. Нижние пояса ферм выполнены из прокатных балок двутаврового сечения №22, верхние пояса - из двух квадратных труб сечением 100х5 мм, решетка - из двух прямоугольных труб сечением 80х30х5 мм. По нижнему поясу фермы соединены поперечными балками двутаврового сечения, образованные двумя швеллерами №14, шаг балок 6 м. Верхние пояса ферм объединены в пространственную конструкцию поперечными распорками из квадратных труб сечением 100х5 мм с шагом 6 м и наклонными связями из квадратных труб сечением 50х3 мм. Все соединения узлов конструкций выполнены на сварке.

Все металлоконструкции изготавливали в заводских условиях, после изготовления проводили контрольную сборку конструкций моста. Главные фермы выполняли из двух отправочных марок длиной 18 м. Вес одной марки составил 2,45 т. Монтажный стык выполнен на фланцах болтами нормальной точности класса 4.6. Транспортировку к месту монтажа металлоконструкций производили автотранспортом.

Монолитная железобетонная плита ездового полотна толщиной 180 мм включена в совместную работу с главными фермами пролетного строения моста. Железобетонная

плита армирована двойными сетками из стержней диаметром 14 мм арматуры класса А400С с размером ячеек 150х150 мм. Совместная работа железобетонной плиты с нижними поясами главных ферм обеспечивается сваркой арматуры плиты с арматурными выпусками, приваренными к нижним поясам ферм и поперечным балкам [1]. Арматурные выпуски того же диаметра, что и арматура сеток плиты, приваривали на заводе изготовителя металлоконструкций.

Конструкции моста опираются на две монолитные железобетонные опоры, выполненные в виде ребристой уголковой подпорной стенки. Высота опор составила 3,6 м, ширина -3,55 м, длина -5 м. Каждая опора состоит из фундаментной и вертикальной плиты постоянной толщины, которые дополнительно связаны между собой наклонными ребрами (контрфорсами). Плиты и ребра опор выполнены из монолитного тяжелого бетона класса В20 и армированы двойными сетками из арматуры класса А400С, диаметром 12 мм. Толщина вертикальных плит принята 500 мм, фундаментной- 400 мм, ребер- 300 мм.

Конструктивная схема сталежелезобетонного моста приведена на рис. 2.

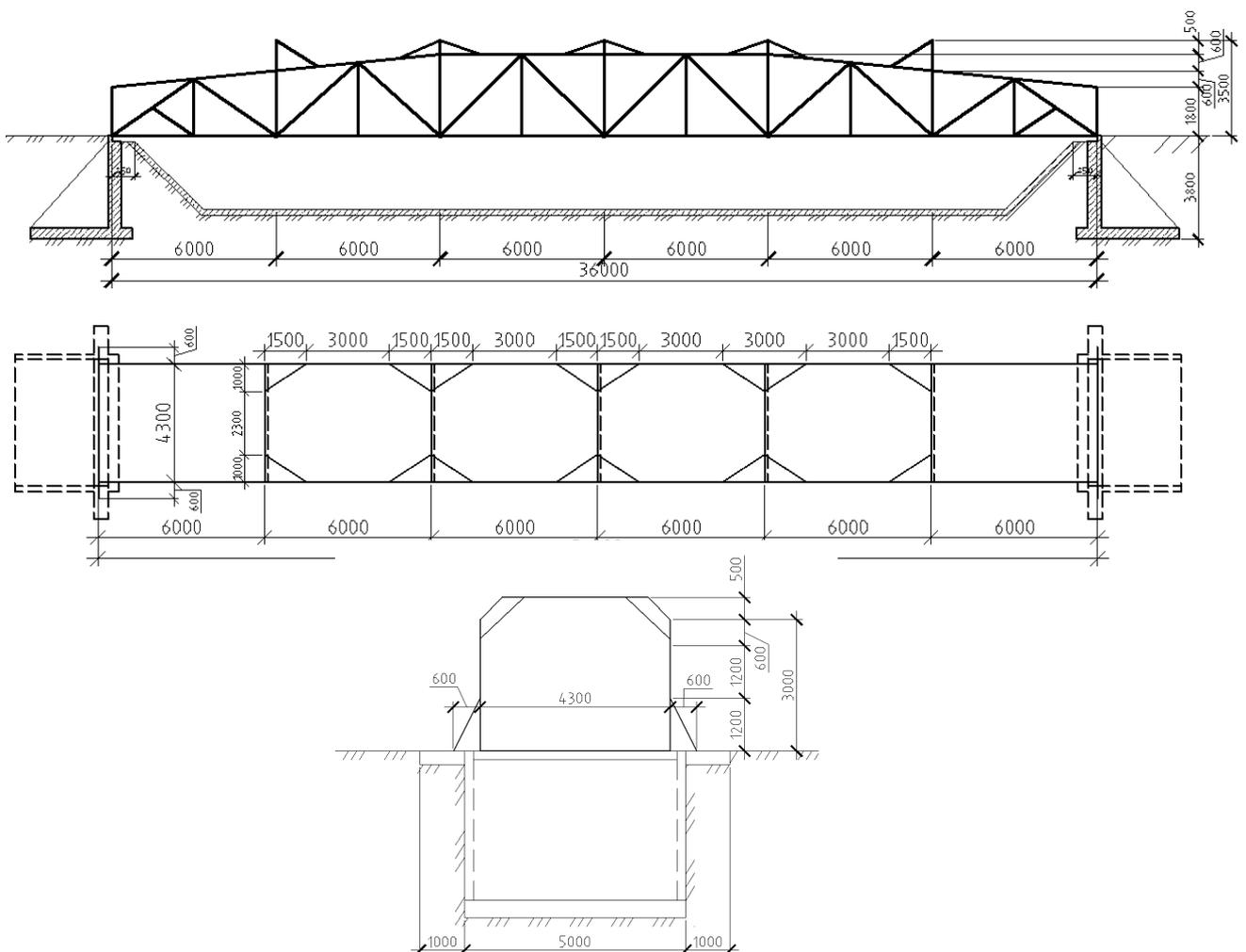


Рис.2 Конструктивная схема моста

Для законченного строительством моста, согласно нормам [2], проведено его испытание для оценки технического состояния и поведения основных несущих конструкций моста под нагрузкой, по результатам которого назначены условия эксплуатации сооружения. Кроме того, конструкции моста и узловые соединения выполнены по индивидуальному проектному решению, что требовало экспериментальной проверки их прочности и работоспособности.

Цель работы. При проведении испытаний помимо нагружения моста пробной нагрузкой [2] дополнительно решали следующие вопросы:

- проверяли соответствие проектных расчетных параметров конструкций сооружения фактическому напряженно-деформированному состоянию основных конструкций при действии испытательной нагрузки;

- оценивали степень влияния совместной работы монолитной железобетонной плиты ездового полотна с несущими металлическими фермами на изгибную жесткость сооружения в целом.

Методика исследований. В соответствии с нормативной методикой [2] критерием оценки результатов испытаний и работы конструкций моста является соответствие упругих параметров (усилий, напряжений, деформаций), измеренных в конструкциях при воздействии испытательной нагрузки, значениям, которые определены теоретическим расчетным путем от этой нагрузки. Значение этого критерия определяется конструктивным коэффициентом k , его значение вычисляется по формуле

$$k = S_e/S_{cal},$$

где: S_e - параметр, измеренный под воздействием испытательной нагрузки;

S_{cal} - тот же параметр, определенный расчетным путем.

Кроме этого, для мостов законченных строительством дополнительным критерием является соотношение остаточных и упругих деформаций, прогибов по результатам первого нагружения конструкций испытательной нагрузкой. Значение этого критерия определяется показателем α , равным

$$\alpha = f_2/f_{el},$$

где: f_2 - значение остаточного прогиба, определенного после стабилизации деформаций;

f_{el} - размер упругого прогиба, определенного при тех же условиях.

В соответствии с указаниями [2] при испытаниях статической нагрузкой в случаях, если контролируемым параметром приняты прогибы пролетных строений мостов, конструктивный коэффициент k должен находиться в пределах 0,7...1,0. Если k больше 1, то это указывает на существенное отличие работы элементов моста от принятых в расчетах предпосылок и тогда необходимо выявлять причины отклонений и принимать дополнительные меры по обеспечению надежной работы элементов. Меньшие значения коэффициента k могут указывать на наличие резервов несущей способности элементов мостов. Возможность использования этих резервов рассматривается только после изучения причин появления низких значений величин коэффициента k .

Результаты и их анализ. Испытания моста проводили статической нагрузкой [3]. Значение испытательной нагрузки назначили 70,0 кН (70% от максимальной расчетной нагрузки на мост). Нагрузку создавали с помощью загруженного и заранее взвешенного автомобиля. Автомобиль устанавливали последовательно в пяти местах вдоль пролетного строения моста таким образом, чтобы равнодействующая осевых нагрузок автомобиля проходила по средней части ездового полотна и находилась на линии соединяющей нижние узлы металлических ферм.

В процессе испытаний измеряли прогибы моста в четвертях и в середине пролета с помощью прогибомеров 6ПАО ЛИСИ с ценой деления шкалы 0,01 мм. Перемещения контролировали в середине ездовой плиты и по линии пролетных ферм. С помощью индикаторов часового типа МИГ-1 с ценой деления шкалы 0,001 мм измеряли деформации верхних волокон поясов ферм в средней части их пролета. Деформации определяли на базе 250 мм. Схема расстановки приборов при испытаниях приведена на рис.3.

Теоретические расчетные значения усилий, напряжений, деформаций и перемещений определяли на основе компьютерного моделирования сооружения с использованием ПК «Ли́ра». Элементы ферм, поперечные балки, поперечные распорки, элементы связей моделировали стержневыми элементами; монолитная железобетонная плита –

пластинчатыми элементами типа плита-оболочка. При этом учитывали совместную работу монолитной железобетонной плиты с элементами нижнего пояса ферм и поперечными балками.

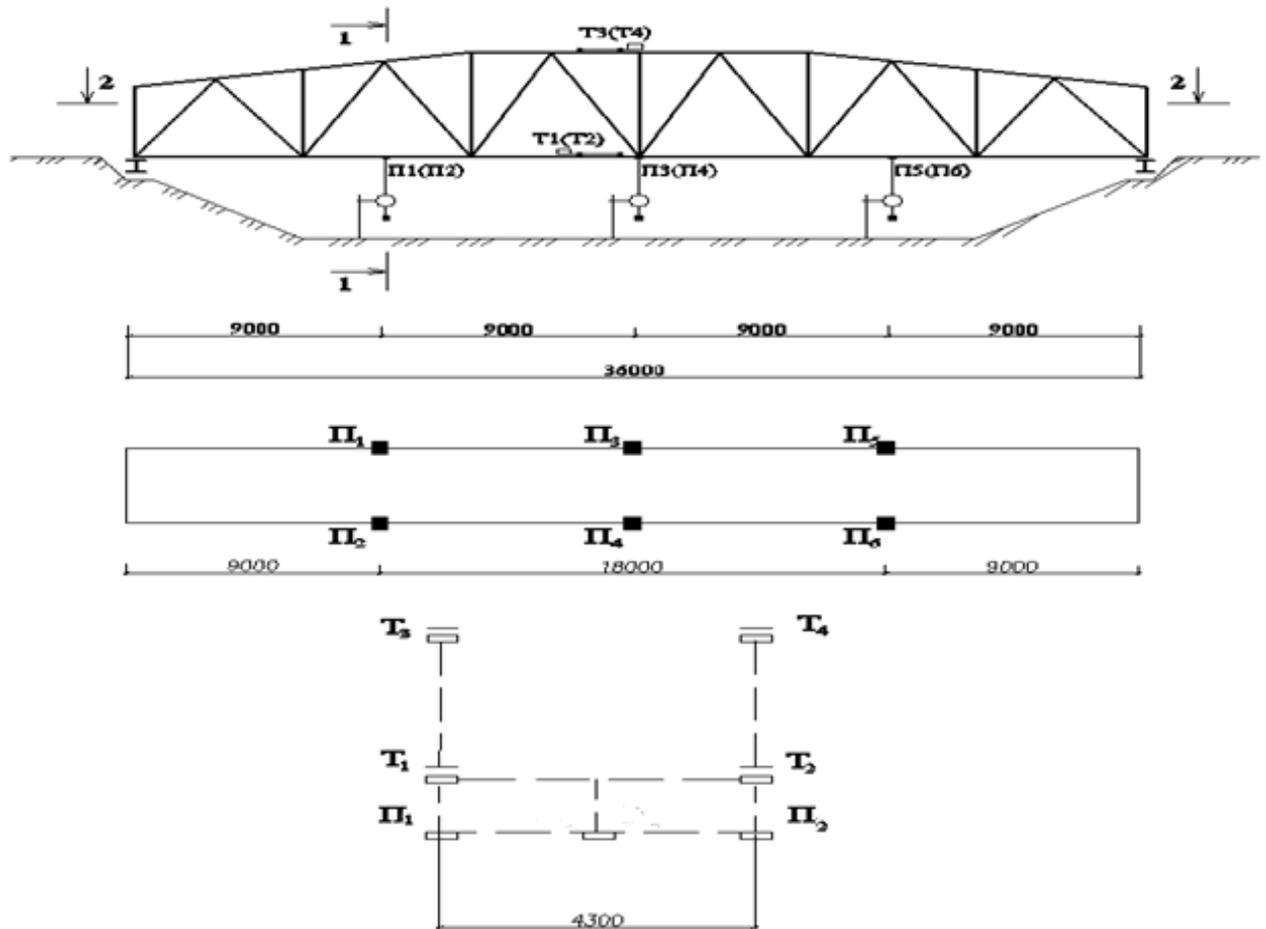


Рис.3 Схема расположения измерительных приборов при испытании моста (П1-П6 – прогибомеры БПАО и Т1-Т4 – индикаторы МИГ1 на базе 250 мм)

Геометрические параметры сечений, номера профилей приняты в соответствии с проектными данными. При назначении прочностных и деформативных характеристик прокатного металла и бетона учитывали данные, приведенные в сертификационных документах и результаты лабораторных испытаний завода-изготовителя бетонной смеси.

Конечно-элементная модель мостового сооружения показана на рис. 4.

При расчете учитывали нагрузки от собственного веса сооружения моста, а также временную нагрузку от транспорта с различными вариантами её расположения. С этой целью было сформировано 7 загрузений:

1 загрузение – нагрузка от собственного веса конструктивных элементов мостового сооружения;

2 загрузение - постоянная нагрузка от покрытия дорожного полотна;

3 загрузение - временная нагрузка от автомобиля, расположенного в 1/6 пролета;

4 загрузение - временная нагрузка от автомобиля, расположенного в 1/3 пролета;

5 загрузение - временная нагрузка от автомобиля, расположенного в 1/2 пролета;

6 загрузение - временная нагрузка от автомобиля, расположенного в 2/3 пролета;

7 загрузение - временная нагрузка от автомобиля, расположенного в 5/6 пролета.

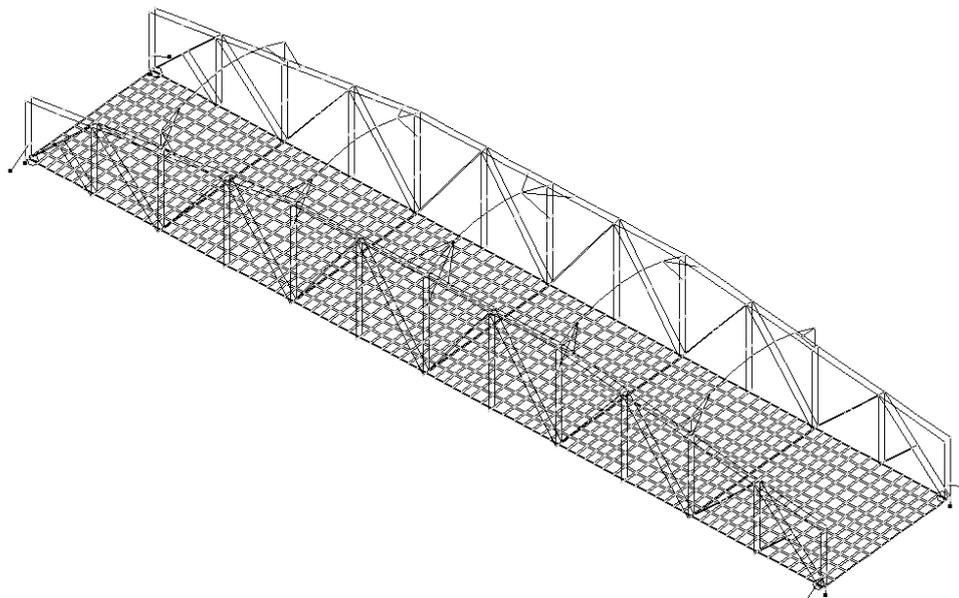


Рис. 4. Конечно-элементная модель мостового сооружения

В результате расчета получены все компоненты напряженно-деформированного состояния от отдельных загрузок и от расчетных сочетаний нагрузок при различном расположении временной нагрузки. На их основе получены необходимые параметры и критерии для оценки результатов испытаний.

На рис.5 показаны средние значения опытных и теоретических прогибов в четвертях и в середине пролета моста при различном положении равнодействующей испытательной нагрузки, а также приведены соответствующие значения конструктивного коэффициента **k**.

Опытные значения усилий в средних панелях верхних поясов ферм определяли через относительные деформации верхних фибр поясов в предположении упругой работы материала. Результаты сравнения опытных и расчетных усилий в поясах и значения конструктивного коэффициента **k** приведены в таблице.

Анализ результатов испытания показал, что среднее значение конструктивного коэффициента **k** для прогибов пролетного строения составило 0,9 при среднеквадратическом отклонении $\sigma=0,057$ и коэффициенте вариации $v=6,31$ %. Для усилий в верхних поясах ферм среднее значение конструктивного коэффициента **k** составило 0,96 при коэффициенте вариации равном 1,9 %. Значение коэффициента **a**, учитывающего соотношение остаточных и упругих прогибов пролетного строения, изменяется в пределах от 0,11 до 0,13.

Таблица

Усилия в средних панелях верхних поясов несущих ферм и значения конструктивного коэффициента **k**

Положение равнодействующей испытательной нагрузки (N=68,2 кН)		N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅
Усилия в верхнем поясе ферм (кН)	расчетные	32,80	68,20	110,40	68,20	32,80
	Вычисленные по измеренным деформациям	32,67	65,40	107,10	64,02	31,56
Конструктивный коэффициент (k)		0,99	0,96	0,97	0,94	0,96

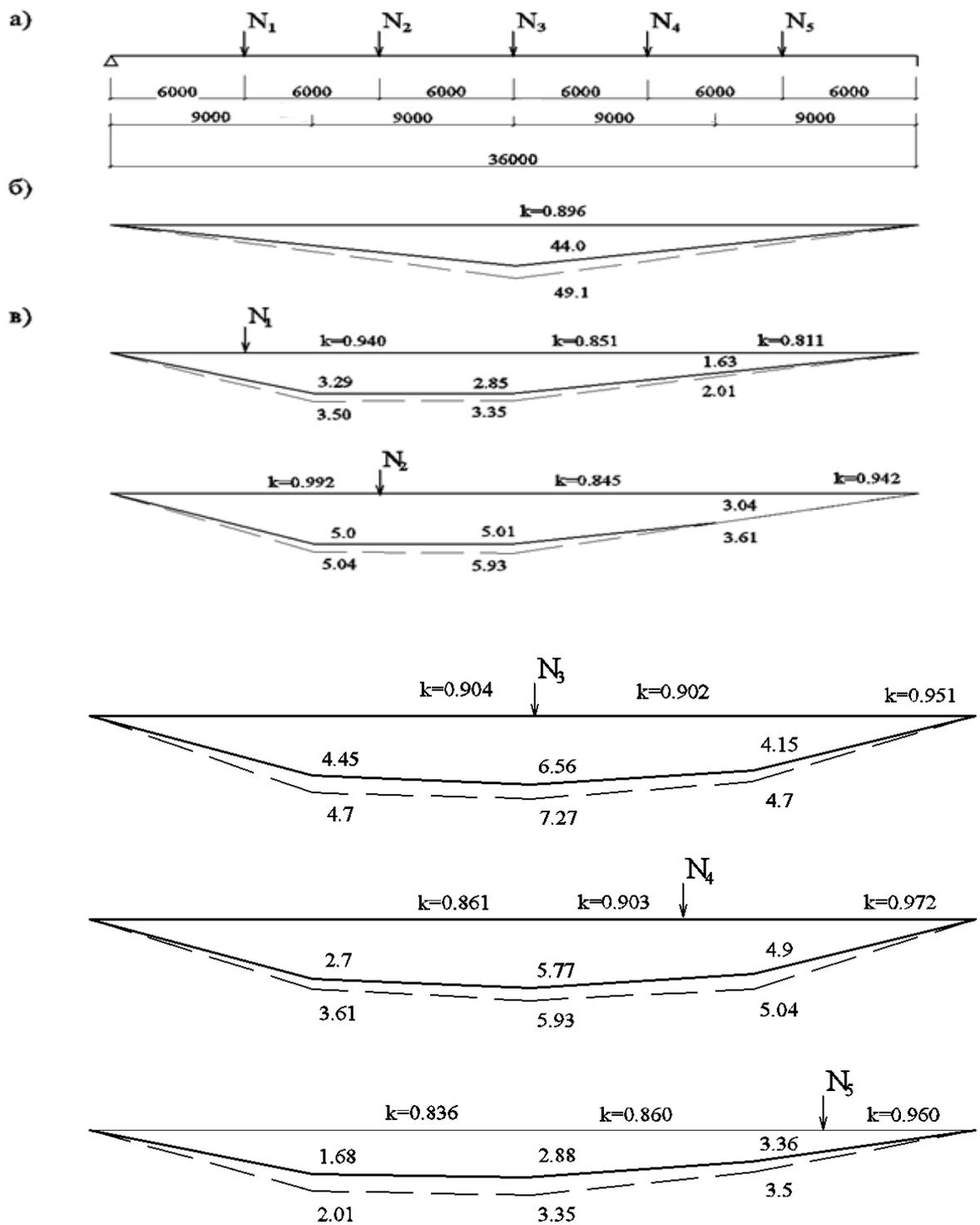


Рис. 5 Прогибы пролетного строения моста (мм) и соответствующие конструктивные коэффициенты:
 а – этапы загрузки испытательной нагрузкой N ;
 б – прогибы от собственного веса конструкций;
 в – прогибы от испытательной нагрузки.
 ----- - опытные значения;
 --- --- - расчетные значения.

Выводы

1. Предложенное конструктивное решение сталежелезобетонного мостового перехода позволяет эффективно решать транспортные проблемы локального характера. При этом вновь возводимые конструкции не оказывают влияние на существующие конструкции каналов, имеют относительно низкую себестоимость и не изменяют технические параметры русла канала.

2. Полученные результаты средних значений коэффициента α для прогибов сооружения свидетельствует о соответствии принятых расчетных схем фактической работе конструкции моста при эксплуатационных нагрузках.

3. Средние значения конструктивного коэффициента k для прогибов и усилий в верхних поясах главных ферм показывают высокую степень совпадения расчетных и опытных параметров напряженно-деформированного состояния несущих конструкций моста при эксплуатационных нагрузках.

4. Проведенные испытания показали достаточную прочность и работоспособность узлов соединения металлических конструкций и сопряжений железобетонной плиты с продольными фермами моста.

Список литературы

1. Металеві конструкції./За ред. Ф.Є. Клименка.-2-ге вид., випр. і доп.,-Львів, «СВІТ», 2002.-312 с.

2. ДБН В.2.3-6-2002. Сооружения транспорта. Мосты и трубы. Обследование и испытание./Государственный комитет Украины по строительству и архитектуре (Госстрой Украины).-К.: Укрархстройинформ, 2002.-29с.

3. ДСТУ Б В.2.6-7-95 (ГОСТ 8829-94). Конструкції будинків і споруд. Вироби будівельні бетонні та залізобетонні збірні. Методи випробувань навантажуванням. Правила оцінки міцності, жорсткості та тріщино-стійкості./ Державний комітет України у справах містобудування і архітектури.- К.: Укрархбудінформ, 1996.-45с.

4. ГОСТ 24452-80 Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона./Госстрой СССР - М: Издательство стандартов, 1985.- 16 с.

Раздел 3. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК: 666.9: 691.511: 691.316

Любомирский Н.В., к.т.н., доцент, Воробьев Д.М., аспирант
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Мировой опыт исследований в области искусственной карбонизации известковых систем

Проведен анализ исследований искусственной карбонизации в различных странах Мира. Установлены общие тенденции развития ускоренной искусственной карбонизации как эффективного инновационного метода борьбы с глобальным потеплением. Проанализированы экспериментальные данные ведущих бельгийских, японских, итальянских, австралийских и испанских ученых по изучению процесса искусственной карбонизации известковых систем и растворов, представленных на международных конференциях АСЕМА. Отмечены практические внедрения технологий производства строительных материалов на основе известки путем их искусственной карбонизации.

Строительные материалы и изделия, карбонизация, углекислый газ, известь.

Ускоренный процесс поглощения углекислого газа изучается учеными многих стран Мира в качестве перспективного процесса, применяемого к большому числу веществ и материалов различного происхождения и для различных целей. Интенсивное увеличение концентрации в атмосфере парниковых газов, вызывающих глобальное потепление, в настоящее время заставляет международное сообщество разрабатывать и применять эффективные технологии улавливания и хранения газа CO_2 [14]. Были предложены многочисленные щелочные материалы для использования их в качестве сорбентов для обеспечения безопасного и постоянного секвестрирования («хранения») диоксида углерода в результате применения ускоренной карбонизации. Са- и Mg-содержащие минералы, включая воллстонит, оливин, серпентин, известь и тальк, а также промышленные отходы, такие как угольные золы, зола-унос, доменный шлак, отходы целлюлозной промышленности и др. были определены как потенциально пригодные для этих целей [3].

Ускоренная карбонизация выше упомянутых отходов производств, а также материалов на основе цемента и извести, выступает как реальный способ улучшения свойств материала с точки зрения физико-механических характеристик и повышения их стойкости к воздействию окружающей среды. Кроме того, ускоренная карбонизация загрязненных почв была исследована как возможный шаг в процессе рекультивации, направленный на химическую стабилизацию неорганических загрязнителей, сокращению их выщелачивания из почвы, а также для улучшения геотехнических свойств почвы [2, 9, 12]. Недавние исследования также определили карбонизацию как перспективный путь для повышения качества биогаза [14, 18].

В европейском сообществе уделяется большое значение искусственной карбонизации, как одному из наиболее эффективных методов улавливания и использования диоксида углерода. В начале августа 2007 года университет Ноттингема (University of Nottingham) получил грант на общую сумму порядка 2,2 млн. долларов США на создание Центра инноваций по улавливанию и захоронению углерода (Center for

Innovation in Carbon Capture and Storage – CICC). Одной из программ Центра является использование углекислого газа для производства строительных материалов на основе полученного магнезита при искусственной карбонизации серпентина ($3\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$). К 2012 году после полной разработки данного процесса планируется использовать инновационное производство совместно с нефтедобывающими, химическими предприятиями, электростанциями и производителями строительных материалов для дальнейшей коммерциализации технологии.

С 2006 года проводится Международная конференция по ускоренной карбонизации для окружающей среды и материаловедения (International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering – ACEMA). Первая конференция ACEMA состоялась в 2006 году в Великобритании (Лондон), вторая – в 2008 году в Италии (Рим), третья – в 2010 году в Финляндии (Турку).

В конференциях ACEMA приняли участие более 100 ученых и инженеров из 23 стран, включая Австрию, Австралию, Бельгию, Бразилию, Канаду, Данию, Эстонию, Финляндию, Францию, Германию, Италию, Японию, Мексику, Норвегию, Польшу, Корею, Словакию, Испанию, Швецию, Швейцарию, Нидерланды, Великобританию и США.

Конференции посвящены теоретическим и прикладным исследованиям искусственной карбонизации различных видов природных материалов и промышленных отходов. Одним из основных направлений конференций была оценка условий и ограничений в применении карбонизации в технологиях улавливания и использования углекислого газа. Целью конференций было также поощрение научных исследований и опытно-конструкторских работ по ускоренной карбонизации на международном уровне.

Традиционно конференции проводятся по 11 направлениям:

- Principles of accelerated carbonation (Принципы ускоренной карбонизации);
- Soils treated by carbonation (Карбонизированные почвы);
- Kinetics of accelerated carbonation (Кинетика ускоренной карбонизации);
- Accelerated carbonation of alkaline wastes (Ускоренная карбонизация щелочных отходов);
- Accelerated carbonation of minerals (Ускоренная карбонизация минералов);
- CO₂ capture by carbonation of raw materials (Улавливание CO₂ карбонизацией сырья);
- CO₂ storage by mineral carbonation (Захоронение CO₂ путем минеральной карбонизации);
- Accelerated carbonation of lime, cement and concrete (Ускоренная карбонизация извести, цемента и бетона);
- Accelerated carbonation of soils and sediments (Ускоренная карбонизация почв и донных отложений);
- Physical waste stabilization/chemical waste stabilization (Физическая/Химическая стабилизация отходов);
- Pilot- and full-scale applications for CO₂ capture and storage by accelerated carbonation (Ведущие и полномасштабные решения улавливания и захоронения CO₂ путем ускоренной карбонизацией).

В свете полномасштабных научно-исследовательских работ проводимых на Украине Национальной академией природоохранного и курортного строительства в области искусственной карбонизации известковых и известково-карбонатных систем, большой интерес составляют работы бельгийских ученых (Katholieke Universiteit Leuven), представленных на Международной конференции ACEMA [4, 5, 6].

Искусственную карбонизацию гидратированной извести проводили на экспериментальной установке при 20 и 100 % концентрацией углекислого газа, поглощение диоксида углерода выражалось функцией уменьшения концентрации CO₂ от времени. Непрерывно в процессе химической реакции исследовали изменение относительной влажности образцов. Также был проведен анализ влияния удельной поверхности гидроксида кальция на скорость реакции карбонизации. Кристаллографические исследования показали различную морфологическую структуру в зависимости от толщины карбонизированного слоя,

от типа извести и концентрации CO_2 . Учеными отмечено образование коррозии на поверхности скаленоэндрических кристаллов кальцита. Было установлено, что скаленоэндрический кальцит претерпевает существенные изменения при переходе в ромбоэндрическую форму при воздействии высокой концентрации диоксида. Несмотря на высокую концентрацию CO_2 , 2,0-4,5% мас. гидроксида кальция остается некарбонизированными из-за действия высокой температуры экзотермической реакции, а также по причине уменьшенной диффузии углекислого газа в глубь образца вследствие образования и осаждения кристаллов кальцита. Также, в режиме реального времени, используя метод XRD, изучали изменения фазового состава известковых образцов при измерении кинетики реакции в зависимости от влажности известкового теста.

Исследования факторов, интенсивно влияющих на процесс карбонизации известковых систем, в настоящее время проводится учеными международной фирмы инженерного консалтинга Ove Arup & Partners [13]. Используя новейшие методы электронной микроскопии, рентгеноструктурного и термического анализа, а также ртутной парометрии австралийские ученые изучают структурные карбонизационные матрицы, аморфные и кристаллические формы карбоната кальция, а также полиморфные переходы портландит-кальцит в искусственно карбонизированных известковых системах.

Процесс карбонизации известковых растворов с учетом пуццолановых и воздухововлекающей добавок в среде насыщенном CO_2 активно изучается испанскими учеными (University of Granada) [8]. Исследователям удалось доказать, что в зависимости от типа используемой добавки изменяется внутренняя карбонизированная макроструктура, а скорость преобразования портландит-кальцит существенно не меняется.

По данным The Getty Conservation Institute (The Project Bibliographies series. Preservation of lime mortars and plasters) с 1935 по 1988 годы исследования в области естественной и искусственной карбонизации извести активно проводились в США (F.Blaky, B.Kroone, W.Klemm, P.Berger, G.Wendell, B.Ivan, G.Judd), Японии (Y.Hideo, A.Takeo, G.Yamada, O.Matsuda, O.Sakaedo, Y.Hiderhary, A.Iwazawa, H.Hikkita, T.Matsubara), Швеции (P.Heddin), Германии (P. Wieden, R.Snathlage, Y.Deutsch, L.Heller-Kallai), Зимбабве (Paige-Green), Италии (S.Martinez-Ramirez, F.Puertas, M.Blanco), Франции (C.Perrault, J.Maso), Нидерландах (H.Koneczny, M.Mielczarec), Великобритании (L.McCaig) [15].

Наиболее широко вопросами химизма, минералогии, физико-химических явлений процесса карбонизации и производства карбонизированных изделий изучаются учеными Японии (Industrial Reserch Institute of Kochi) [10, 11]. Исследования проводились на образцах цилиндрах диаметром 20 и 45 мм, формованных при удельном давлении прессования 10 кг/см^2 и 200 кг/см^2 . В качестве наполнителя использовали молотый доломит и известняк. Карбонизацию проводили при 30 и 100 % концентрации CO_2 в течении 6 – 30 ч, начальная температура карбонизации составляла 20, 50 и 80 °С, начальную формовочную влажность принимали 10 – 20 %. Полученные карбонизированные образцы имели прочность на сжатие (в зависимости от количества наполнителя и времени карбонизации) $103 – 848 \text{ кг/см}^2$. В качестве регулятора влажности использовали CaCl_2 . Проводилась также кристаллография и дифференциально-термический анализ новообразований. В результате многочисленных экспериментов, были выведены оптимальный состав сырьевой смеси и необходимые условия получения карбонизированного материала: 50 % мас. наполнителя, 40 % мас. гашеной извести, 10 % мас. воды, формуемых при удельном давлении прессования 250 кг/см^2 , время карбонизации 24 ч, температура карбонизации 50 °С. При этом степень карбонизации составляет 90 %, прочность карбонизированных образцов – 700 кг/см^2 , средняя плотность – $2,0 \text{ г/см}^3$. В качестве модифицирующих добавок, повышающих износостойкость и прочность на изгиб принимали асбест, ПВХ и СБР. Как отмечают авторы, введение добавок не только повышает физико-механические характеристики материала, но и расширяет область его коммерческого использования за счет возможности применения различных красящих пигментов и полировки поверхности. Полученные результаты легли в основу технологии производства асбестоизвестковых карбонизированных плит для внутренней отделки зданий.

Проблема искусственной карбонизации извести была поставлена учеными еще в начале прошлого века (Takeo Aono, Nissan Zalmanoff, A.D. Cowper, А.А. Бойков, Л.М. Розенфельд, Н.Н. Петин, И.Н. Завьялов и др.) [1, 7, 16, 17, 18, 19]. В современных условиях процесс искусственной карбонизации становится не только технологическим способом придания материалу заданных физико-механических свойств, но и дает возможность эффективно решить одну из главных проблем поставленным перед человечеством – снижения количества выбрасываемых промышленностью парниковых газов. Получение искусственных материалов на основе извести карбонизационного типа твердения активно изучается во многих странах Мира [15]. Эти исследования носят систематический комплексный характер, позволяющий уже сейчас целенаправленно использовать полученные результаты для внедрения их в экологически чистые и энергосберегающие технологии производства строительных материалов и изделий. В табл. 1 представлен анализ проводимых в мире в настоящее время исследований в области ускоренной искусственной карбонизации известковых и известково-модифицированных систем.

Выводы

Из проанализированной информации можно сделать вывод, что наиболее масштабные исследования по изучению ускоренной, искусственной карбонизации известковых систем проводятся в Украине и Японии. Исследования находятся в начале пути, представляют широкое поле для будущих исследований и являются перспективным направлением создания экологически чистых безотходных технологий получения безклинкерных малозергемких строительных материалов и изделий, имеющих особое экономическое значение.

Таблица 1

Ведущие исследования в области ускоренной искусственной карбонизации известковых и известково-модифицированных систем

Характер исследования	Страны				
	Украина	Бельгия	Япония	Австралия	Испания
Организация	Национальная академия природоохранного и курортного строительства	Katholieke Universiteit Leuven	Industrial Research Institute of Kochi	Arup (Ove Arup & Partners International Ltd)	University of Granada
Исследуемый материал	Известковые, известково-карбонатные плотные и ячеистые системы	Известковое тесто	Известковые, известково-карбонатные плотные системы	Известковое тесто	Известковое тесто
Модифицирующие добавки	Жидкое стекло, гипс, алюминиевая пудра, КМЦ	-	Асбест, ПВХ, СБР, CaCl ₂	-	Пуццолановые и воздухововлекающие добавки
Факторы карбонизации	Концентрация CO ₂ ; Температура карбонизации; Время карбонизации	Концентрация CO ₂ ; Время карбонизации	Концентрация CO ₂ ; Температура карбонизации; Время карбонизации	Концентрация CO ₂ ; Время карбонизации	Время карбонизации

Факторы исследуемого материала	Начальное водосодержание известкового теста; Удельное давление формования; Количество наполнителя и добавок; Температура обжига известняка; Тип поризованной структуры; Количество порообразователя;	Начальное водосодержание известкового теста	Начальное водосодержание известкового теста; Удельное давление формования; Количество наполнителя и добавок	Начальное водосодержание известкового теста	Начальное водосодержание известкового теста
Методы исследования	Колометрия; Потенциометрический метод pH; ДТА; Метод XRD; Электронная микроскопия; Высокочастотный и ультразвуковой анализ	Колометрия; ДТА; Метод XRD; Электронная микроскопия	Колометрия; ДТА; Метод XRD; Электронная микроскопия	Колометрия; ДТА; Метод XRD; Электронная микроскопия; Ртутная парометрия	Колометрия; ДТА; Метод XRD; Электронная микроскопия
Направления исследования	Исследования макро- и микро-структуры; Фазовый состав и морфология новообразований; Физико-механические характеристики карбонизированного материала; Технология производства карбонизированных строительных материалов	Исследования макро- и микро-структуры; Фазовый состав и морфология новообразований	Исследования макро- и микро-структуры; Физико-механические характеристики карбонизированного материала; Технология производства карбонизированных строительных материалов	Исследования макро- и микро-структуры; Фазовый состав и морфология новообразований	Исследования макро- и микро-структуры; Фазовый состав и морфология новообразований

Список литературы

1. Aono T. Studies on the reactions between gas and solid, part II: absorption of CO₂ by CaO and Ca(OH)₂// Bulletin of the Chemical Society of Japan. – 1931.- № 6. - P. 319-324.
2. Antemir A., Carey P.J., Hills C.D. Pyrotechnic waste contaminated soil remediated by accelerated carbonation. [Электронный ресурс] / Second Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering. – Режим доступа: <http://w3.uniroma1.it/> 28.01.2011.
3. Brouwer J.P. and Feron P.H.M. Mineral carbonation for CO₂ storage. [Электронный ресурс] / First International Conference on Accelerated Carbonation. – Режим доступа: <http://www.iscowa.org/> 28.01.2011.
4. Cizer O., K. Van Balen and D. Van Gemert. Carbonation reaction of lime hydrate and hydraulic binders at 20°C. [Электронный ресурс] / Forum italiano calce. Режим доступа: <http://www.iscowa.org/> 28.01.2011.

5. Cizer O., K. Van Balen and D. Van Gemert. Crystal morphology of precipitated calcite crystallized calcite crystals from accelerated carbonation of lime binders. [Электронный ресурс] / Forum italiano calce. – Режим доступа: <http://www.iscowa.org/> 28.01.2011.

6. Cizer O., K. Van Balen and D. Van Gemert. Carbonation reaction kinetics of lime binders measured using XRD. [Электронный ресурс] / Forum italiano calce. – Режим доступа: <http://www.iscowa.org/> 28.01.2011.

7. Cowper A.D. Lime and lime mortars. Building Research special report. [Электронный ресурс] / Project Bibliographies. Режим доступа: <http://www.getty.edu/> 28.01.2011.

8. Cultrone G., Sebastián E. and Ortega Huertas M. Forced and natural carbonation of lime-based mortars with and without additives: Mineralogical and textural // Cement and Concrete Research Volume 16. – 2005. – Issue 12. – P. 278-289.

9. Garrabrants A.C., H.A van der Sloot, Meeussen J.C.L. & D. S. Kosson. Effects of atmospheric and leachant carbonation on retention of contaminants in cement-based waste forms. [Электронный ресурс] / First International Conference on Accelerated Carbonation. – Режим доступа: <http://www.iscowa.org/> 28.01.2011.

10. Matsuda O., Yamada H. Experimental study of the manufacture of building materials by carbonation of slaked lime // Sekko to sekkai = Gypsum & Lime. – 1973. – № 125. – P. 8 – 17.

11. Matsuda O., Yamada H. Investigation of the manufacture of building materials by carbonation hardening of slaked lime // Sekko to sekkai = Gypsum & Lime. – 1973. – № 125. – P. 170 – 179.

12. Melton J.S. and Tarabadkar K.M. Accelerated carbonation of contaminated sediments and its application. [Электронный ресурс] / First International Conference on Accelerated Carbonation. – Режим доступа: <http://www.iscowa.org/> 28.01.2011.

13. Moorehead A., Cementation by the carbonation of hydrated lime // Cement and Concrete Research Volume 16. - 1986. - September. - P. 700-708.

14. Reddy K.J., John Sanil. Accelerated Carbonation mineral carbonation of flue gas carbon dioxide pilot scale study. [Электронный ресурс] / Third International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering. – Режим доступа: <http://web.abo.fi/> 27.01.2011.

15. The Getty Conservation Institute. The GCI Project Bibliographies series. Preservation of lime mortars and plasters. [Электронный ресурс] / Project Bibliographies. Режим доступа: <http://www.getty.edu/> 28.01.2011.

16. Zalmanoff N. Carbonation of Lime Putties To Produce High Grade Building // Rock Products. – 1956. – September. – P. 84 – 90.

17. Zalmanoff N. Carbonation of Lime Putties To Produce High Grade Building // Rock Products. – 1956. – August. – P. 182 – 186.

18. Zevenhoven R., Sipilä J., Teir S. – FI. Motivations for carbonating magnesium silicates using a gas-solid process route. [Электронный ресурс] / Second International Conference on Accelerated Carbonation for Environmental and Materials Engineering. – Режим доступа: <http://w3.uniroma1.it/> 29.01.2011

19. Розенфельд Л.М. Исследования пенокарбоната. Научное сообщение // М.: ЦНИИС. – 1952. – № 23. – 51 с.

Раздел 4.

ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, МЕХАНИКА И СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ

УДК 624/075:624.042.7

Джемалетдинов Н. Р., аспирант; Пушкарев Б. А., к.т.н., доцент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Прочность перегородок и их креплений на действие местных сейсмических нагрузок

Рассмотрены методы расчета прочности перегородок и их креплений при действии местных сейсмических нагрузок.

здания, перегородка, крепление, расчет, сейсмическая нагрузка.

Введение

Сильных землетрясений в течение года согласно статистике происходит порядка 100! Катастрофические землетрясения с магнитудой 7, 8 баллов случаются на Земле раз в 10 лет. Подобные катаклизмы поражают местность на огромной площади в радиусе сотен километров от эпицентра и могут ощущаться на расстоянии более 700 км.

Землетрясения ежегодно уносят тысячи жизней. Бывают особенно трагические годы, когда число жертв этой стихии доходит до 100 и даже до 200 тысяч человек. Но, несмотря на достижения современной науки, совершенствование антисейсмических материалов и технологий, возросшую оперативность спасательных служб, число жертв землетрясений не снижается [1].

При этом, по оценкам экспертов, половина всех травм и даже смертей в результате землетрясений, вызвана падением шкафов, полок, мебели, оборудования, разрушением или выпадением перегородок из своей плоскости [2].

Но если от падения шкафов, полок, мебели и оборудования могут помочь меры неструктурного характера, включающие фиксацию и закрепление предметов во избежание падения (крепежные устройства, фиксаторы, кронштейны и т.п.), то исключить разрушение или выпадение перегородок из своей плоскости можно специальными конструктивными мерами при их установке.

Цель и постановка задачи исследований.

В украинских строительных нормах [3] в п. 3.4.3 написано:

«Прочность перегородок и их креплений из плоскости должна быть подтверждена расчетом на действие местных сейсмических нагрузок...»

В соответствии с [3] расчетное значение горизонтальной сейсмической нагрузки S_{ki} , приложенной к точке k и соответствующее i -ой форме собственных колебаний здания или сооружения:

$$S_{ki} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot S_{Oki} \quad (1)$$

$$S_{Oki} = Q_k \cdot a_0 \cdot k_{Гр} \cdot \beta_i \cdot \eta_{ki} \quad (2)$$

Следует отметить, что при расчете горизонтальной сейсмической нагрузки S_{ki} возникают трудности с определением значения произведения коэффициентов $\beta_i \cdot \eta_{ki}$, ведь коэффициенты β_i и η_{ki} находятся в зависимости от динамических характеристик конструкций. При расчете сооружения в целом, когда учитывается только горизонтальное действие сейсмических сил, коэффициенты β_i и η_{ki} определяются свободными горизонтальными колебаниями сооружения.

Коэффициент динамичности β_i зависит от периода i -го тона свободных колебаний сооружения T_i , а также от затухания колебаний в конструкциях и грунте. Чем более жестко

сооружение, чем меньше его период свободных колебаний, тем большее значение коэффициента β_i и тем большими будут расчетные сейсмические силы [4].

Коэффициент формы колебаний η_{ki} учитывает то обстоятельство, что точки сооружения, расположенные на разных уровнях, имеют различное ускорение, так как амплитуды их колебаний неодинаковы. Это значит что на одинаковые массы, расположенные в сооружении на разной высоте, действуют различные сейсмические силы. Коэффициент η_{ki} определяется формой свободных колебаний сооружения и в какой-либо точке k для каждой формы i имеет свое особое значение. Форму первого (основного) тона колебаний можно считать подобной форме статической деформации сооружения под действием сил веса, приложенных горизонтально. Сейсмическим силам, соответствующим второй и более высоким формам колебаний, на отдельных уровнях сооружения характерно взаимно противоположное направление. Вместе с тем сейсмические усилия в нижних уровнях большинства сооружений определяются главным образом силами, соответствующими первой форме колебаний, по высоте направленными в одну сторону. Влияние высших форм колебаний на значение сейсмических усилий возрастает в верхних уровнях сооружений [4].

При расчете зданий с жесткой конструктивной схемой высотой до 5 этажей-каменных, в которых поперечные стены расположены не реже, чем через 15 м., и крупнопанельных — значения произведения коэффициентов $\beta_i \cdot \eta_{ki}$ могут быть приняты по табл.4 [4].

Для зданий с другими конструктивными схемами и большей этажности упрощенных рекомендаций по определению произведения коэффициентов $\beta_i \cdot \eta_{ki}$ нет, и в таких случаях при необходимости расчета прочности несущих элементов и их креплений из плоскости, которые должны быть в соответствии с п. 3.4.3 [3] подтверждены расчетом на действие расчетных сейсмических нагрузок из плоскости, приходится руководствоваться п. 2.12, 2.13 [6].

На практике проектировщики решают рассматриваемый вопрос такими путями:

1) Не рассчитывают прочность перегородок и их креплений из плоскости, принимая все решения конструктивными, как для неотчетливых узлов (п. 3.4.4 [3]), (рис. 1).

2) Принимают произведение коэффициентов $\beta_i \cdot \eta_{ki}$ равным 2 на основании п. 2.13 [6]. Современными строительными нормами данный подход не подтвержден.

3) Принимают произведение коэффициентов $\beta_i \cdot \eta_{ki}$ равным 5 (предположительно с запасом) на основании п. 2.12. [6]. Современными строительными нормами не подтверждено.

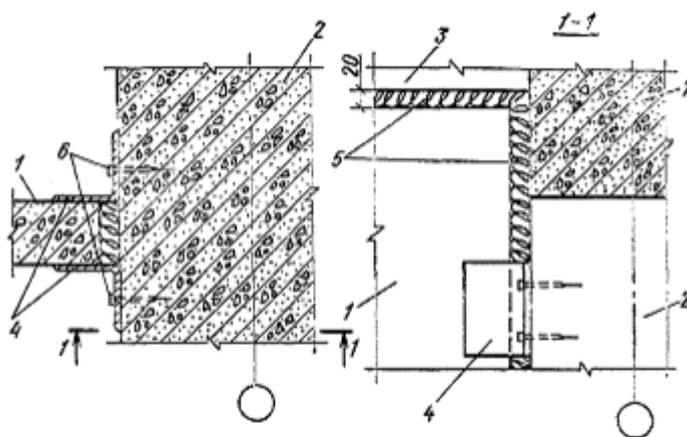
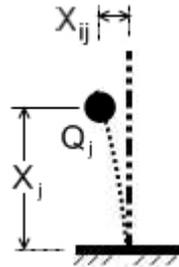


Рис. 1. Узел примыкания перегородки к железобетонным несущим конструкциям каркаса

1 - панель перегородки; 2 - колонна; 3 - конструкция перекрытия; 4 - соединительный элемент; 5 - эластичная прокладка (пороизол, гернит и др.); 6 - дюбеля (анкерные болты); 7 - ригель

В строительных нормах до появления программ расчетных комплексов для упрощения работы проектировщиков при расчете панелей заполнения (стен и перегородок) каркасных зданий в направлении, перпендикулярном их плоскости, а также креплений этих конструкций к каркасу или перекрытиям значение произведения $\beta_i \cdot \eta_{ki}$ в формуле $S_k = Q_k K_c \cdot \beta \cdot \eta_k$ рекомендовано таким же, как для соответствующего уровня здания, но не менее 2 [5] (рис.2):

Рис. 2. Схема деформации здания при горизонтальных колебаниях.



При этом не учитывали жесткостные и динамические характеристики самой перегородки, имеющей свои собственные периоды колебаний и единичные перемещения относительно перекрытия, на котором она установлена.

В современных украинских строительных нормах [3] этот недостаток учтен в п. 3.4.3: «Прочность перегородок и их креплений из плоскости должна быть подтверждена расчетом на действие местных сейсмических нагрузок...» (рис. 3.):

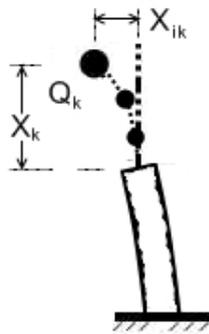


Рис. 3. Схема деформации перегородки в здании при горизонтальных колебаниях.

С появлением современных программных комплексов (Лира, СКАД и т.п.) определить сейсмическую нагрузку на любые конструктивные элементы стало намного проще: достаточно смоделировать несущие конструкции здания, задать конструкции перегородок и сейсмические силы, и программа определит их в автоматическом режиме. В то же время, моделирование каждой перегородки в составе здания - достаточно трудоемкое занятие. Решением этой проблемы никто не занимается. В связи с этим возникла необходимость проведения научных исследований с целью разработки научной основы и систематизации расчетных результатов, связанных с обеспечением прочности и устойчивости перегородок.

Целью исследований является разработка методики расчета и конструирования креплений перегородок для предотвращения разрушения и выпадения перегородок из своей плоскости при сейсмическом воздействии.

Для достижения поставленной цели следует решить следующие задачи:

- определить значения жесткости перегородок для обеспечения их прочности и устойчивости при сейсмическом воздействии для зданий с различными конструктивными схемами.

- установить зависимость между значением сейсмической нагрузки на перегородки и высотой их расположения над фундаментом здания.

- исследовать значения сейсмических сил в перегородках с различными жесткостями для зданий с разными конструктивными схемами различной этажности.

- составить таблицы значений произведений коэффициентов $\beta_i \cdot \eta_{ki}$, и дать предложения по методике конструирования и расчета прочности перегородок и их креплений из плоскости на действие местных сейсмических нагрузок, которые могли бы быть использованы в практике реального проектирования для облегчения труда инженеров-конструкторов.

Выводы.

1. В современной украинской нормативной литературе для проектировщиков нет разъяснений по определению сейсмических нагрузок для расчета прочности перегородок и их креплений на действие местных сейсмических нагрузок.

2. В связи с этим актуальным является проведение научных исследований с целью разработки методики расчета прочности перегородок и их креплений на действие местных сейсмических нагрузок.

Список литературы

1. Вокруг света [электронный ресурс]: Какова статистика землетрясений? / «Издательство «ВОКРУГ СВЕТА» - Электрон. журн. - Режим доступа к журн: www.vokrugsveta.ru/vs
2. Международная стратегия снижения стихийных бедствий организации объединенных наций (UN/ISDR). 20 историй успеха снижения риска стихийных бедствий. - Душанбе, 2009. - 71 стр.
3. ДБН В.1.1-12-2006. Строительство в сейсмических районах Украины [Текст]. - Взамен СНИП II-7-81*; введ. 2007-01-02. - Киев: Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Украины, 2006. - 85 с.
4. Инструкция по определению расчетной сейсмической нагрузки для зданий и сооружений [Текст]. - Москва: Госстройиздат, 1962. - 127 стр.
5. Пример расчета многоэтажного каркасного здания со стеновым заполнением и без него на сейсмические воздействия и указания к примеру расчета [Текст]. - Москва: Госстройиздат, 1961. - 68 стр.
6. СНИП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах [Текст]. - Взамен главы СНИП II-A.12-69*; введ. 1982-01-01. - Москва: Госстройиздат, 1982. - 318 с.
7. Пособие по проектированию каркасных промзданий для строительства в сейсмических районах (к СНИП II-7-81*) [Текст]. - введ. 1983-02-28. - Москва: Госстройиздат, 1983. - 399 стр.
8. Бирбраер А. Н. Расчет конструкций на сейсмостойкость. - Санкт-Петербург: Наука, 1998. - 225 с.

И.М. Дьяков к.т.н., доцент, Д.А. Мравец инженер

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Виды и причины локального разрушения гравитационных подпорных стен в сложных инженерно-геологических условиях Крыма.

Рассмотрены различные виды разрушения гравитационных подпорных стен в условиях Крыма. Выявлены предполагаемые причины локальных разрушений, учитывающие взаимную работу стены, грунта засыпки и основания.

Подпорные стены, локальные разрушения, грунт засыпки, осадка, вывалы, подвижка, пригруз.

Введение. Территория Крыма обладает сложными инженерно-геологическими условиями и рельефом местности. Строительное освоение Крыма связано с инженерным оборудованием данных территорий и, в первую очередь, с использованием подпорных стен.

В мире накоплен богатый опыт в области проектирования и возведения подпорных стен, разработано значительное количество пособий и рекомендаций по их проектированию. Существуют различные подходы, которые позволяют проектировать экономически эффективные и эстетически привлекательные стены. В настоящее время в Крыму эксплуатируется большое количество подпорных стен, значительная часть из которых - гравитационные. Вместе с тем, многие конструкции подпорных стен в Крыму находятся в неудовлетворительном состоянии. Сложные инженерно-геологические условия, длительная эксплуатация, атмосферные воздействия, подвижки грунта, недоучет тех или иных факторов строительства зачастую приводят к быстрому износу, частичному и полному разрушению стен.

Строительные нормы [1] регламентируют следующие виды расчета гравитационных подпорных стен по грунту: на опрокидывание и сдвиг. При этом расчет на опрокидывание состоит в определении соотношения удерживающего и опрокидывающего моментов и оценке контактных напряжений под подошвой фундамента, а расчет на сдвиг в оценке и сопоставлении сдвигающей силы и удерживающей силы трения по поверхностям скольжения под подошвой фундамента. Расчет прочности тела конструкции традиционных гравитационных подпорных стен из бутобетона, бетона и железобетона, как правило, не производится, а армирование железобетонных стен осуществляется конструктивно.

Предварительный анализ работы подпорных стен в условиях Крыма показал, что характер их разрушения отличается от рассматриваемого в нормах. Предполагается, что причиной отклонений является отсутствие учета взаимной работы стены с грунтом засыпки и основанием. В то же время отсутствуют рациональные подходы к реконструкции стен, испытавших локальное разрушение, подвижку и другие виды деформации. Для разработки методов реконструкции, а так же учета особенностей работы гравитационных подпорных стен при их проектировании необходимо изучение особенностей силового взаимодействия системы «грунт засыпки - подпорная стена - основание» в инженерно-геологических условиях Крыма, видов разрушения конструкций и их причин.

Анализ публикаций. Вопросами учета взаимодействия подпорной стены с грунтом засыпки и основания посвящены работы таких ученых как: М.И. Горбунов-Посадов, О.Я. Шехтер, Г.К. Клейн, Н.К. Снитко и др. Данные авторы занимались решением задач определения значения бокового давления грунта на стены, расчетом устойчивости конструкций, перемещения подпорных стен, а так же анализом причин, влияющих на работу подпорных стен.

В этих и других работах, определены особенности работы и расчета стен на опрокидывание и сдвиг. Вместе с тем отсутствуют экспериментальные и теоретические исследования локальных разрушений подпорных стен, характерных для инженерно-геологических условий Крыма. Отсутствуют методика расчета стен на локальные нагрузки и методы реконструкции участков стен.

Цель исследований – рассмотреть типичные виды разрушений гравитационных подпорных стен в условиях Крыма и выявить предполагаемые причины локальных разрушений конструкций с учетом взаимной работы стены, грунта засыпки и основания.

Задачи исследований.

- проанализировать типичные виды разрушения гравитационных подпорных стен в Крыму
- выявить основные виды локальных разрушений гравитационных подпорных стен и их возможные причины

Методика исследований включала анализ литературных источников, визуальное обследование существующих подпорных стен, а так же анализ причин и особенностей их разрушения.

Результаты исследований и анализ.

Визуальное освидетельствование технического состояния гравитационных бутобетонных, бетонных и железобетонных подпорных стен в районе пгт. Парковое, пос. Жуковка и г. Алушка, а так же стен, расположенных вдоль трассы Симферополь-Ялта-Севастополь и др., анализ результатов их разрушения, обобщение имеющихся результатов исследования подпорных стен позволяет выделить следующие характерные для инженерно-геологических условий Крыма виды и формы разрушения, представленные в табл. 1-4.

Разрушения от сил, действующих в вертикальной плоскости, по нормальному или наклонному сечению характерно для небольших по длине подпорных стен (табл. 1). В стенах большой протяженности данный вид разрушения носит, как правило, локальный характер с симметричными (двухсторонними) трещинами (табл. 4).

Таблица 1

Разрушения от усилий, действующих в вертикальной плоскости (вдоль стены)

№	Название разрушения	Схема разрушения	Предполагаемые причины разрушений
1	От изгиба по нормальному сечению		- неравномерная осадка участков стен (вследствие неоднородности основания, пучинистых свойств грунта основания, неодинакового увлажнения по длине стены, суффозионных процессов и др.); - разные силы трения по задней грани подпорной стены вследствие неоднородности грунта засыпки, разной конфигурации и шероховатости по длине поверхности стены (что
2	От изгиба по наклонному сечению		

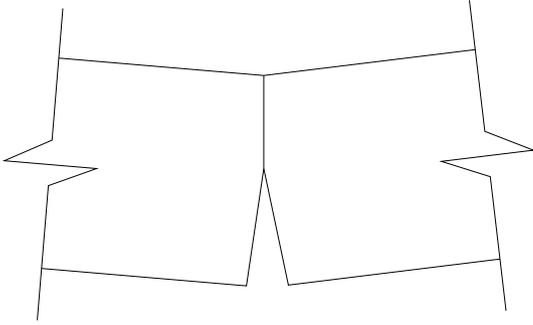
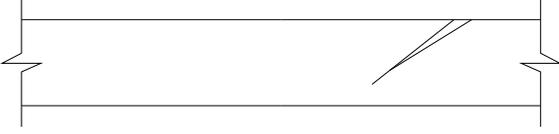
			<p>создает дополнительную вертикальную нагрузку);</p> <ul style="list-style-type: none"> - возникновение в основании пластических деформаций; - пригруз стены, например вследствие увеличения ее высоты по всей длине или на ограниченном участке; - неодинаковая жесткость сооружения по его длине и др.
--	--	--	--

Разрушения от сил, действующих в горизонтальной плоскости по нормальному или наклонному сечению характерно, как правило, для небольших по толщине подпорных стен и непротяженных по длине. В стенах большой протяженности такие разрушения обычно носят локальный характер, представленный в табл. 4).

Таблица 2

Разрушения от усилий, действующих в горизонтальной плоскости.

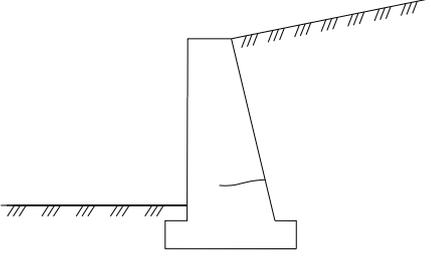
№	Название разрушения	Схема разрушения	Предполагаемые причины разрушений
1	От изгиба по нормальному сечению		<ul style="list-style-type: none"> - удаление участков грунта перед подпорной стенкой; - использование в качестве обратной засыпки грунта с различными физико-механическими характеристиками; - устройство на поверхности засыпки сооружений, не

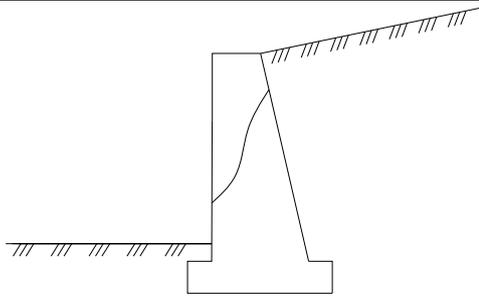
			<p>предусмотренных проектом;</p> <ul style="list-style-type: none"> - неравномерное давление воды по задней грани подпорной стены - оползневые и другие подвижки грунта; - фрагментарное или сплошное увлажнение грунта засыпки, грунта основания (например, вследствие подъема уровня грунтовых вод, нарушение дренажных свойств подпорной стены и т.д).
2	От изгиба по наклонному сечению		

Разрушения в поперечной плоскости по нормальному или наклонному сечению характерно для подпорных стен большой высоты.

Таблица 3

Разрушения от усилий, действующих в поперечном сечении конструкции

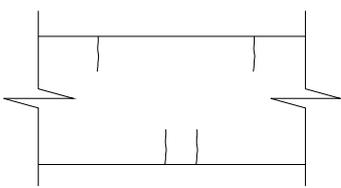
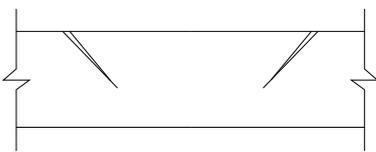
№	Название разрушения	Схема разрушения	Предполагаемые причины разрушений
1	По нормальному сечению		<ul style="list-style-type: none"> - недостаточная прочность конструкции стены; - неоднородность материала засыпки; - наличие крупных включений в грунте засыпки; - увлажнение грунта засыпки; - устройство на поверхности засыпки сооружений, не предусмотренных расчетом; - подвижки грунта вследствие активизации
2	По наклонному сечению		

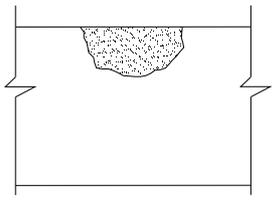
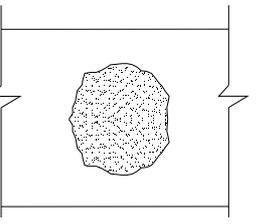
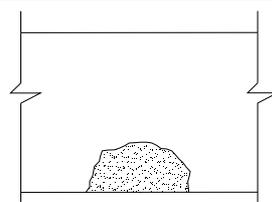
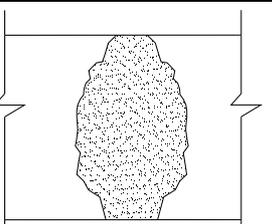
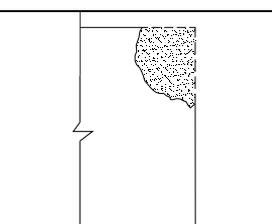
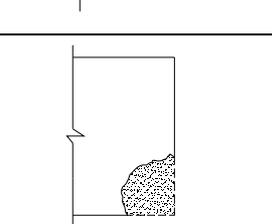
			оползня и других факторов и т.д..
--	--	---	-----------------------------------

Как показали исследования, в большинстве случаев разрушение подпорной стены носят локальный характер (табл. 4). Такие разрушения у гравитационных стен охватывают участки небольшой протяженности. Возможны случаи, когда на одном участке стены присутствуют несколько разных видов локальных разрушений (рис. 1,2).

Таблица 4

Локальные разрушения

№	Название разрушения	Схема разрушения	Предполагаемые причины разрушений
Разрушения по нормальным и наклонным сечениям от сил, действующих в горизонтальной плоскости и вертикальной плоскости вдоль стены:			
1	Разрушения по нормальным сечениям		<p><i>От сил, действующих в горизонтальной плоскости стены:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - неоднородность материала засыпки, наличие крупных включений, валунов; - устройство на поверхности засыпки сооружений, не учтенных расчетом; - увлажнение грунта засыпки и грунта основания (частичное или фрагментарное) вследствие нарушения дренажных свойств стены, подъема уровня грунтовых вод и т.д.
2	Разрушения по наклонным сечениям		<ul style="list-style-type: none"> - производство земляных и других строительных работ в непосредственной близости к стене; - подвижки грунта вследствие активизации оползня и других факторов и т.д.. <p><i>От сил, действующих в вертикальной плоскости стены:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - увеличение высоты стены на ее участке без соответствующего расчета и усиления конструкции; - увлажнение грунта основания (под всей стеной или на участке); - производство земляных и других строительных работ в непосредственной близости к стене; - неравномерная сила трения по поверхности стены (вследствие наличия выступов, шероховатости, особенностей грунта засыпки и др);
Бывал отдельных участков стен в горизонтальном направлении:			<ul style="list-style-type: none"> - некачественное возведение стены; - отказ от устройства или

1	Вывалы в верхней части подпорной стены		<p>некачественное устройство дренажных систем;</p> <ul style="list-style-type: none"> - неоднородность материала засыпки, наличие крупных включений, валунов; - локальные подвижки грунта за стеной; - увлажнение грунта засыпки и др.
2	В средней части подпорной стены		
3	Вывалы в нижней части подпорной стены		
4	Сквозные вывалы		
5	Угловой вывал в верхней части подпорной стены		
6	Угловой вывал в верхней части подпорной стены		
Вывал отдельных участков стены в вертикальном направлении			<ul style="list-style-type: none"> - увлажнение грунта основания (под всей стеной или на участке); - подвижки грунта перед стеной; - выполнение земляных работ перед стеной; - суффозия, вымывание грунта из под фундамента стены; - неодинаковая плотность грунта под стеной и др.
1	Вывал в нижней части стены		

разрушений подпорных стен являются отсутствие учета реальных нагрузок на конструкции стены со стороны грунта и учета взаимодействия стен с грунтом засыпки и основания.

Причинами отклонений нагрузок со стороны грунта засыпки на отдельных участках стены могут быть:

- Применение в качестве обратной засыпки неоднородного грунта, грунта, имеющего крупные включения, валуны;
- Использование грунта засыпки с разными физико-механическими свойствами по длине конструкции;
- Изменение ширины и высоты засыпки по длине конструкции;
- Подвижки слоев удерживаемого откоса, создающие разное напряженно-деформированное состояние в грунте засыпки, а соответственно – разные нагрузки на отдельные участки подпорной стены;
- Локальное увлажнение участка грунта засыпки или/и основания, приводящее к изменению давления на отдельный участок стены
- Дополнительный, не учтенный при проектировании, пригруз грунта засыпки (например вследствие обвалов, осыпей, оползневых давлений, строительства и т.д.), приводящий к увеличению давления на конструкцию.

Локальному разрушению подпорных стен так же могут способствовать следующие факторы взаимодействия стен с грунтовым основанием:

- Неоднородное основание, приводящее к неравномерным осадкам по длине стены (вследствие выклинивания слоев, их различной толщины, различной плотности и т.д.)
- Разуплотнение верхних слоев грунта основания при строительстве
- Развитие пластических деформаций в основании у краевых зонах под фундаментом стены
- Неравномерная осадка отдельных участков фундаментов подпорных стен вследствие нарушения природной структуры грунтов под воздействием атмосферных осадков, суффозии и т.д.
- Неравномерная осадка фундаментов подпорных стен, обусловленная изменением напряженного состояния грунта при строительстве сооружений в непосредственной близости к подпорной стене

Неравномерная осадка фундаментов подпорных стен, обусловленная изменением напряженного состояния грунта вследствие оползневых давлений, производства земляных работ перед стеной и т.д.

Анализ видов разрушения подпорных стен позволяет предположить, что их причинами может быть следующее сочетание взаимодействия системы «основание-стена-грунт засыпки»:

- горизонтальные вывалы – возникновение локальной нагрузки на участке стены;

- разрушение по нормальному и наклонному сечению в вертикальной плоскости стены – дополнительный вертикальный пригруз подпорной стены или грунта засыпки, приводящий к дополнительной осадке фрагмента стены, неравномерная осадка грунта основания;

- разрушение по нормальному и наклонному сечению в горизонтальной плоскости – локальное изменение физико-механических свойств грунта на отдельном участке стены, сдвиг участка стены вследствие изменения расчетной схемы, неоднородности грунта засыпки, пригруза, подвижек грунта;

- кручение (пространственное разрушение по криволинейной поверхности) – совместное действие группы факторов различных видов разрушений гравитационных подпорных стен, опрокидывание участка стены.



Рисунок 1. Вывал отдельных элементов подпорной стены в пгт. Парковое, пос. Жуковка



Рис. 2. Разрушения по нормальным и наклонным сечениям, а так же вывал отдельных частей подпорной стены в г. Алушка.

Выводы

1. Крымский регион обладает сложными инженерно-геологическими условиями, сложным рельефом местности, наличием деструктивных процессов, что обуславливает использование большого количества подпорных стен при строительном освоении территорий. Наиболее распространенными конструкциями в Крыму, удерживающими

откос грунта, являются гравитационные подпорные стены. В настоящее время значительное количество подпорных стен находится в неудовлетворительном техническом состоянии.

2. Визуальное освидетельствование технического состояния гравитационных стен в районе пгт. Парковое, пос. Жуковка и г. Алупка, а так же стен вдоль трассы Симферополь-Ялта-Севастополь и др. позволило выявить характерные виды разрушения конструкций и сделать вывод, что не все из них регламентированы существующими методиками расчета.

3. Рассмотренные виды разрушения непосредственно связаны с особенностями поведения грунтового основания, обратной засыпки грунта и удерживаемого откоса грунта;

4. Необходимо проведение экспериментальных и теоретических исследований, совершенствование методики расчета тела подпорных стен при нехарактерных видах разрушения с учетом особенностей работы системы «грунт засыпки – подпорная стена – основание»;

5. Учитывая массовый характер разрушения подпорных стен и значительные затраты на замену конструкций, необходима разработка методов реконструкции гравитационных подпорных стен, учитывающих совместную работу существующих стен и конструкции усиления.

Список литературы:

1. Пособие к СНиП 2.09.03-85 Проектирование подпорных стен и стен подвалов. Справочное пособие.

УДК 502 (477.75):624.131.22

Сухорученко С.К., инженер-геолог II категории

Частное предприятие «ИНСТИТУТ «КРЫМГИИИИТИЗ»

Изменение эколого-геологического состояния набухающих нижнемеловых глин Крымского Предгорья в природных и природно-техногенных системах

В статье рассмотрены основные природные и техногенные факторы формирования нижнемеловых глин Крымского Предгорья. Впервые приведены количественные показатели ухудшения состояния изучаемых глин в природных и природно-техногенных системах.

Нижнемеловые глины, природные системы, природно-техногенные системы, деформационно-прочностные показатели, набухание.

Введение

История геологического изучения нижнемеловых глин Крымского Предгорья насчитывает более чем два столетия, но, несмотря на то, что были изучены инженерно-геологические свойства [1] и опасные экзогенные и эндогенные геологические процессы [2-4] для нижнемеловых глин не проводился комплексный анализ с целью оценки влияния природных и техногенных факторов на изменения эколого-геологического состояния глин.

Цель, задачи, объект, предмет и методика исследования

Цель работы – оценка состояния нижнемеловых глин Крымского Предгорья под влиянием природных и техногенных факторов.

Задачи исследования:

- установление особенностей формирования инженерно-геологических условий нижнемеловых глин в Крымском Предгорье под влиянием природных факторов;

- анализ особенностей изменения в пространстве и времени основных инженерно-геологических показателей нижнемеловых глин под воздействием природных и техногенных факторов.

Объект исследования – нижнемеловые глины, предмет исследования – эколого-геологическое состояние нижнемеловых глин и его изменение под влиянием экзогенных геологических процессов и хозяйственной деятельности человека.

Основными методами исследования были методы сбора, сравнительного и количественного анализа, комплексные инженерно-геологические методы.

Результаты исследования

Нижнемеловые глины сформировались под влиянием постоянных и переменных факторов. К группе постоянных факторов относятся геологическое строение территории и геоморфология. Основным переменным фактором является климат. Гидрология, гидрогеология и растительность являются производными факторами от климата. Совместное влияние постоянных и переменных факторов обуславливают физико-механические и коррозионные свойства глин, процессы выветривания и сейсмичность территории [5].

На данном этапе, территория распространения нижнемеловых глин находится в условиях достаточно большого количества активных тектонических нарушений разного порядка. Плотность тектонических нарушений на некоторых участках достигает 6,1км/км², что в 5-6 раз больше, чем в Равнинном Крыму. Сейсмичность территории составляет 7-8баллов.

Негативное эколого-геологическое влияние рельефа – это территории, где отмечается значительное горизонтальное расчленение рельефа, что усложняет застройку территории (г. Феодосия, сёла Грушевка, Богатое, Головановка, Пчелиное, Верхоречье).

Основной переменный фактор – климат – влияет на эколого-геологическое состояние глин за счёт колебания температур, которые способствуют выветриванию глин и выпадения атмосферных осадков, когда их количество превышает 70мм/сутки, что в горных условиях вызывает прохождение селей, паводков и эрозии склонов и речных долин.

Эрозия – это доминирующий геологический процесс на нижнемеловых глинах, скорость которого зависит от типа растительности и структурных особенностей глин (слоистости, прослоев других горных пород) и изменяется от 0,1 под лесными сообществами до 7мм/год на бедлендах.

Оползневой процесс – это наиболее унаследованный процесс для глин, который проявляются интенсивнее и активнее в зонах тектонических нарушений и на увлажнённых склонах в районе г.Симферополя, г.Феодосии, г.Балаклавы, сёл Перевальное, Денисовка, Наниково, Доброе, Грушевка.

В нижнемеловых глинах, через засушливый климат, преобладает физическое выветривание, при этом зона выветривания достигает 1-5м [5].

В нижнемеловых глинах непосредственно не образуется сплошной горизонт подземных вод, при этом их минерализация изменяется от 0,448 до 54,462г/дм³. На эколого-геологическое состояние нижнемеловых глин подземные воды влияют за счёт их агрессивности к бетонам, железобетонным и металлическим конструкциям. На большей территории распространения глин подземные воды обладают неагрессивной – сильной агрессивностью к бетонам и железобетонным конструкциям и средней агрессивностью к металлическим конструкциям, кроме Коктебельско-Феодосийского низкогорья, где отмечается сильная агрессивность.

На большей территории распространения глин установлена неагрессивная, слабая, средняя сульфатная и неагрессивная, слабая хлоридная агрессивность к бетонам, железобетонным и металлическим конструкциям, кроме Коктебельско-Феодосийского низкогорья, где отмечена средняя и сильная сульфатная и средняя хлоридная агрессивность.

В среднем для природных систем, нижнемеловые глины характеризуются, как твёрдые, средненабухающие. Деформационно-прочностные показатели нижнемеловых глин рассматривались при взаимодействии с пресными водами (табл. 1).

Таблица 1

Зависимость между деформационно-прочностными показателями и показателем текучести нижнемеловых глин в природных системах

Показатель текучести

Деформационно-прочностные показатели

	Модуль деформации, МПа	выветрелые	невыветрелые
Давление набухания	1,9-3,5	2,5	2,3
Относительное набухание	1,7-5,6	2	1,6

Наиболее опасные эколого-геологические последствия наблюдались там, где было одновременно отмечено проявление нескольких опасных экзогенных геологических процессов, например в г. Симферополе в районе ул. Б.Хохлова и Лескова [6, 8]. Разрушение домов по ул. Б.Хохлова 8/4 и Лескова, 45 (рис. 1) произошли под влиянием техногенного Марьинского оползня, дополнительного увлажнения и набухания нижнемеловых глин.

Последствием одновременного действия нескольких опасных геологических процессов на этой территории стало увеличение физических и набухающих и уменьшение деформационно-прочностных показателей нижнемеловых глин (табл. 7).

Таблица 7

Результаты оценки деформационно-прочностных, физических и набухающих показателей нижнемеловых глин в микрорайоне «Марьино» в г. Симферополе в начале застройки и через 40-45 лет

Физико-механические и набухающие показатели нижнемеловых глин	Значения показателей	
	в начале застройки	через 40-45 лет после застройки
Удельное сцепление, кПа	30–94	10–64
Угол внутреннего трения, гр.	16–26	6–16
Модуль деформации, МПа	16–20	11–17
Давление набухания, МПа	0,05–0,20	0,25–0,55
Относительное набухание, %	3–11	13–69
Коэффициент пористости, б.р.	0,488–1,304	0,503-1,519
Показатель текучести, б.р.	-0,54 – 0,02	-0,44–0,58



Рис. 1 Разрушенное здание по ул. Лескова, 45 в г. Симферополе

Выводы

Природные и техногенные факторы изменяют эколого-геологическое состояние нижнемеловых глин, тем самым, нарушая экологическую безопасность и условия жизнедеятельности человека, за счёт, уменьшения несущих способностей изучаемых глин, увеличения зоны выветривания глин и количества оползней на них, возможного приращения сейсмичности территории на 1 бал и развития подтопления.

Список литературы

1. Инженерная геология. Кавказ. Крым. Карпаты / [ред. И.М. Буачидзе, К.И. Джанджгава, М.В. Чуринов]. – М.: Издательство МГУ, 1978. – Т.8. – 1978. – 366с.
2. Клюкин А.А. Экогеодинамика Крыма / А. А. Клюкин. – Симферополь: ГП «Издательство «Таврия», 2007. – 320с.
3. Современные геологические процессы на Черноморском побережье СССР / [под ред. Шeko А.И.]. – М.: Недра, 1976. – 184с.
4. Олиферов А.Н. Селевые потоки в Крыму и Карпатах / А.Н. Олиферов. – Симферополь: Доля, 2007. – 176с.
5. Сухорученко С.К. Эколого-геологическое состояние нижнемеловых глин предгорного Крыма / С.К. Сухорученко // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2008. – №3. – С. 13-18.
6. Сухорученко С.К. Влияние изменения физических и набухающих свойств набухающих глин на экологическую безопасность при хозяйственном освоении территории (на примере предгорного Крыма) / С.К. Сухорученко // Строительство и техногенная безопасность. – 2005. – №12. – С. 89-91.
7. Сухорученко С.К. Эколого-геологическое состояния нижнемеловых глин г. Симферополя / С.К. Сухорученко // Строительство и техногенная безопасность. – 2007. – №18. – С. 119-125.
8. Сухорученко С.К. Эколого-геологическое состояние нижнемеловых глин г. Феодосии / С.К. Сухорученко // Строительство и техногенная безопасность. – 2007. – №22. – С. 89-93.

Раздел 5. ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 697.32.001.24(075.8)

Боровский Б.И. д.т.н., профессор

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Экологические особенности использования водоугольного топлива в бытовых и производственных котельных

Водоугольное топливо может стать альтернативой мазуту, если украинские угли обогатить до зольности 0,5% по российской технологии «ЭКОВУТ»

Водоугольное топливо, котельная, экологические требования, зольность и сернистость угля.

Введение

Украина обеспечивает себя энергоносителями всего на 20 %. Вместе с тем собственные запасы угля в Украине хватит на 500 лет при ежегодной добычи 200 млн.т (планируемая добыча в 2011 году 100 млн.т). Однако в настоящее время в Украине потребление угля на душу населения меньше, чем в Германии, Польше, США и России, соответственно, в 4; 3; 2; и 1,5 раза. В США доля угля в выработке электроэнергии составляет 80 %, а в Украине всего 35 % [1]. Отсюда следует необходимость широкого использования угля в энергетике Украины для обеспечения энергетической безопасности страны. Однако при этом следует иметь в виду, то что при сжигании угля возникают экологические неприятности, т.к. образуется пыль, которая в отличие от других вредных веществ не рассеивается в атмосфере, а оседает на землю, в том числе на жилые массивы. Наряду со сжиганием сухого угля в слоевых топках (твёрдый уголь) и в камерных топках (пылевидный уголь), возможно использование водоугольного топлива (ВУТ).

Анализ публикаций

Предложения по использованию ВУТ в СССР появились в конце 70-х годов прошлого века как метод трубного транспортирования угля из восточных районов в европейскую часть страны [2]. В 1989 году началась опытная эксплуатация углепровода длиной 262 км от шахты «Инская» (г. Белово Кемеровской обл.) до ТЭЦ-5 в Новосибирске. Перед подачей в котлы ВУТ превращалось в суспензию за счёт измельчения и добавки стабилизирующего пластификатора. Использование ВУТ породило представления о его экологической чистоте без обоснованного подтверждения [3-5].

Цель и постановка задачи исследований

ВУТ может стать альтернативой мазуту и природному газу, при этом ВУТ обладает положительным свойством трубопроводного транспортирования и, видимо, со временем найдёт широкое применение в энергетике Украины. Поэтому цель данной статьи состоит в рассмотрении экологической особенности ВУТ, а задача – в определении условий, при которых ВУТ в экологическом отношении приблизится к мазуту и природному газу.

Методика исследований

Методика исследований заключается в сравнении экологических показателей при сжигании ВУТ с слоевым сжиганием твёрдого угля и сжигании мазута и природного газа. При этом сравнение ВУТ с слоевым сжиганием твёрдого угля ведётся по двум показателям: по выбросам пыли и по экологической высоте дымовой трубы, при котором в приземном слое концентрация пыли не превышает предельно допустимого значения. При

сравнении ВУТ с мазутом и природным газом определяются условия, при которых экологическая высота дымовой трубы будет зависеть только от выбросов диоксида. Для расчёта выбросов и экологической высоты трубы используются соотношения, приведенные в работе [6].

Результаты и их анализ

В работе [6] при слоевой топке (без очистки дыма) выброс пыли, называемый предельно допустимым выбросом (ПДВ), определяется по формуле, $\frac{г}{с}$:

$$ПДВ = 31 \cdot 10^{-5} A \cdot Q_k, \quad (1)$$

где A – зольность угля, %; Q_k – часовой расход угля котельной, $\frac{кг}{ч}$:

$$Q_k = 2620 D / q_n, \quad (2)$$

здесь D – паропроизводительность котельной, $\frac{т}{ч}$; q_n – низшая теплота сгорания угля, $\frac{МДж}{кг}$.

Подставляя выражение (2) в (1), получим для слоевой топки

$$ПДВ = 0,81 A \cdot \frac{г}{ч}. \quad (3)$$

В случае ВУТ выброс пыли определяется по зольности угля, $\frac{кг}{ч}$

$$B_n = \frac{Q_k A}{100}. \quad (4)$$

Используя соотношение (2) и переходя к размерности $\frac{г}{с}$, из (4) получим для ВУТ:

$$ПДВ_B = 7,28 A \cdot D / q_n. \quad (5)$$

С помощью выражений (5) и (3) найдём, что

$$\frac{ПДВ_B}{ПДВ} = 9. \quad (6)$$

Таким образом из выражения (6) следует, что выброс пыли при сжигании ВУТ в 9 раз превышает выброс при слоевом сжигании угля. Это связано с тем, что при сжигании ВУТ вся зольность превращается в пыль, а при слоевом сжигании твёрдого угля значительная часть зольности остаётся в золе.

В работах [7, 8] приведены характеристики различных марок донецкого угля и угля Волынского месторождения, зольность которых $A = 19,8 - 34,6$ %. В результате обобщения этих данных получена следующая зависимость с коэффициентом корреляции 0,634 (корреляционная связь средняя [9]):

$$q_n = 29 - 0,33 A. \quad (7)$$

Тогда с помощью (7), используя соотношения (3) и (5), получим:

$$ПДВ = 0,81 A \cdot D / (29 - 0,33 A); \quad (8)$$

$$ПДВ_B = 7,28 A \cdot D / (29 - 0,33 A). \quad (9)$$

Расчёты по формулам (8) и (9) показали, что увеличение зольности угля с 20 до 35% ведёт к росту выбросов пыли в 2,25 раза.

Оценим, как измениться экологическая высота дымовой трубы при использовании ВУТ. Формула для экологической высоты трубы имеет вид:

$$H_s = \sqrt{\frac{a \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta \cdot (ПДВ)}{(ПДК_{м.р} - C_{ф}) \sqrt{Q_{дс} \Delta t_{дс}}}}, \quad (10)$$

где a – коэффициент, учитывающий неблагоприятные метеорологические условия: для Крыма $a = 200$; F – коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосфере: для газообразных веществ и мелкодисперсных аэрозолей, скорость оседания которых $3-5 \text{ см/с}$, $F = 1$; m, n – коэффициенты, учитывающие условия выхода дыма из дымовой трубы: $n = 1$, $m = 1,49$; η – коэффициент влияния рельефа местности на рассеивание вредных веществ: $\eta = 1$, если в радиусе $50H_0$ от трубы перепад отметок местности не превышает 50 м/км ; $ПДК_{м.р}$ – максимальная разовая допустимая концентрация вредного вещества, мг/м^3 ; C_ϕ – фоновое значение концентрации вредного вещества, мг/м^3 ; $\Delta t_{\text{дв}}$ – разность температур дыма и воздуха; $Q_{\text{дс}}$ – секундный расход дыма, $\text{м}^3/\text{с}$. Применительно к Крыму разность $(ПДК_{м.р} - C_\phi)$ для пыли равна 0,29, а для диоксида азота $0,039 \text{ мг/м}^3$.

С помощью формулы (10) запишем отношение экологических высот дымовых труб при сжигании ВУТ ($H_{\text{эВ}}$) и слоевом сжигании угля (H_0), принимая $\Delta t_{\text{дв}} = \text{idem}$:

$$\frac{H_{\text{эВ}}}{H_0} = \sqrt{\frac{ПДВ_B}{ПДВ}} \sqrt[3]{\frac{Q_{\text{дс}}}{Q_{\text{дсВ}}}}, \quad (11)$$

где $Q_{\text{дс}}$, $Q_{\text{дсВ}}$ – секундный расход дыма при слоевом сжигании угля и сжигании ВУТ.

Для $Q_{\text{дс}}$ формула имеет вид:

$$Q_{\text{дс}} = 28 \cdot 10^{-5} \alpha V^0 Q_k \frac{t_{\text{вых}} + 273}{273}, \quad (12)$$

где α – коэффициент избытка воздуха; V^0 – теоретическое количество воздуха, необходимое для сжигания одного кг угля; $t_{\text{вых}}$ – температура дыма на выходе трубы, °С.

Часовой расход ВУТ увеличивается на количество воды в суспензии. Обычно это увеличение составляет 30 – 40 %. Тогда в среднем часовой расход ВУТ возрастает в 1,35 раз. Поэтому

$$\frac{Q_{\text{дсВ}}}{Q_{\text{дс}}} = 1,35.$$

Имея это ввиду и используя соотношения (6) и (11), получим, что $\frac{H_{\text{эВ}}}{H_0} = 2,85$. Таким

образом использование ВУТ требует увеличения экологической высоты трубы в 2,85 раз по сравнению со слоевым сжиганием твёрдого угля.

Рассмотрим влияние зольности угля на экологическую высоту трубы при сжигании ВУТ. Для этого воспользуемся выражениями (9), (10) и (12). Для параметра V^0 , входящего в соотношение (12), в результате обобщения получена следующая формула при коэффициенте корреляции 0,625 (корреляционная связь средняя [9]):

$$V^0 = 7,57 - 0,083A. \quad (13)$$

Тогда с учётом формул (2), (7), (13) и увеличения массы дыма при сжигании ВУТ в 1,35 раз преобразуем выражение (12) в вид:

$$Q_{\text{дсВ}} = \frac{\alpha D(7,57 - 0,083A) \cdot (t_{\text{вых}} + 273)}{273(29 - 0,33A)}. \quad (14)$$

При расчёты по формулам (9), (10) и (14) принято: $\alpha = 1,4$; $\Delta t_{\text{дв}} = 135^\circ \text{C}$; $t_{\text{вых}} = 145^\circ \text{C}$. В результате расчётов получено, что при $D = 2,5 - 25 \text{ м/с}$ увеличение зольности угля с 20 до 35 % экологическая высота трубы при использовании ВУТ возрастает в 1,5 раза.

При сжигании природного газа и мазута экологическая высота дымовой трубы определяется выбросами диоксида азота в связи с малой разностью $(ПДК_{м.р} - C_{\phi})_N = 0,039 \text{ мг/м}^3$. Найдём, при какой зольности ВУТ высота дымовой трубы тоже будет определяться не выбросами пыли, а выбросами диоксида азота. На основании (10) запишем

$$\frac{H_{\text{эВн}}}{H_{\text{эВН}}} = \sqrt{\frac{ПДВ_B \cdot (ПДК_{м.р} - C_{\phi})_{мН}}{ПДВ_{BN} \cdot (ПДК_{м.р} - C_{\phi})_n}}, \quad (15)$$

где индексы n, N – относятся к пыли и диоксиду азота.

В случае каменноугольной суспензии ВУТ предельно допустимый выброс диоксида азота рассчитывается по формуле:

$$ПДВ_{BN} = 5,2 \cdot 10^{-5} q_n Q_k (1 + 0,24 \lg D).$$

С помощью соотношения (2) последнее выражение принимает вид

$$ПДВ_{BN} = 0,136D(1 + 0,24 \lg D). \quad (16)$$

Используя соотношения (9) и (16) преобразуем формулу (15) следующим образом

$$\frac{H_{\text{эВн}}}{H_{\text{эВН}}} = \sqrt{\frac{7,2A}{(29 - 0,33A)(1 + 0,24 \lg D)}}.$$

Из последнего выражения, принимаем $H_{\text{эВн}} = H_{\text{эВН}}$, найдём, что в области значений $D=2,5 - 25 \text{ м/ч}$ при зольности ВУТ менее 4,5 % высота дымовой трубы определяется выбросами диоксида азота.

Сравним, насколько отличается высоты экологических труб при сжигании ВУТ при зольности менее 4,5 % и при сжигании мазута.

Запишем

$$\frac{H_{\text{эВН}}}{H_{\text{эм}}} = \sqrt{\frac{ПДВ_{BN} \cdot \sqrt[3]{\frac{Q_{\text{осм}}}{Q_{\text{осВ}}}}}{ПДВ_m \cdot \sqrt[3]{\frac{Q_{\text{осм}}}{Q_{\text{осВ}}}}}}, \quad (17)$$

где индекс m – относится к мазуту.

Выбросы диоксида азота при сжигании мазута определяются формулой

$$ПДВ_m = 2,5 \cdot 10^{-5} q_{нм} Q_{км} (1 + 0,097 \lg D).$$

Используя выражение (2), последнее выражение преобразуем в вид:

$$ПДВ_m = 0,0655D(1 + 0,097 \lg D). \quad (18)$$

Расход дыма при сжигании мазута определяется соотношением

$$Q_{\text{осм}} = 28 \cdot 10^{-5} \alpha_m \cdot V_m^0 \cdot Q_{км} \frac{t_{\text{вых}} + 273}{273}.$$

С помощью выражения (2) последнее соотношение принимает вид

$$Q_{\text{осм}} = 0,73 \alpha_m \cdot V_m^0 \cdot D \cdot \frac{t_{\text{вых}} + 273}{273 \cdot q_{нм}}. \quad (19)$$

При расчётах по формулам (14), (16) – (19) принято: $\alpha = \alpha_m$; $t_{\text{вых}} = \text{idem}$; $\Delta t_{\text{де}} = \text{idem}$; для малосернистого мазута $q_{нм} = 40,3 \text{ МДж/кг}$; $V^0 = 10,63 \text{ м}^3/\text{кг}$. В результате расчётов получено, что при зольности менее 4,5 % экологическая высота дымовой трубы при сжигании ВУТ ($D=2,5 - 25 \text{ м/ч}$) превышает высоту дымовой трубы при сжигании мазута на 40 – 50 %. Аналогичные расчёты показали, что экологическая высота дымовой трубы для ВУТ с указанной зольностью больше, чем при сжигании природного газа на 60 – 80 %. Вместе с тем, в соответствии с формулой (9), при сжигании ВУТ с зольностью 4,5 % образуется на каждую 1 м/ч паропроизводительности котельной 37,5 т пыли в год. Снизить зольность ВУТ можно до 0,5 % с использованием российской технологии.

В России создано с зольностью 0,5 – 1,5 % «экологически чистое» водоугольное топливо (ЭКОВУТ) на основе обогащения «любых сортов угля», с использованием «молодэнергоемких, механо-химических и механических процессов», не используются чисто химические и термические процессы [2]. Применительно к украинским углям необходимо при обогащении снижать их сернистость, которая возрастает с увеличением зольности. В результате обобщения данных получена следующая зависимость сернистости (S , %) от зольности (коэффициент корреляции 0,886, корреляционная связь сильная [9]):

$$S = 0,272A - 3,4 .$$

Сжигание ВУТ с зольностью 0,5 % годовые выбросы пыли снизятся до 4 т. Если ещё отчистить дым от пыли со степенью очистки 95 %, то годовой выброс пыли снизится до 0,2 т.

Выводы

1. Украина обладает большими запасами угля, использование которого в энергетике может обеспечить энергетическую безопасность страны.
2. Водоугольное топливо (ВУТ) может стать альтернативой мазуту и природному газу и со временем найти широкое применение в энергетике Украины.
3. Показано, что использование ВУТ на основе украинских углей увеличивает выброс пыли в девять раз по сравнению со слоевым сжиганием твёрдых углей, а экологическая высота дымовой трубы увеличивается почти в три раза.
4. Увеличение зольности угля с 25 до 35 % экологическая высота дымовой трубы при сжигании ВУТ должна быть увеличена в 1,5 раза.
5. В результате расчёта установлено, что при отсутствии очистки дыма от пыли при сжигании ВУТ с зольностью менее 4,5 % экологическая высота дымовой трубы будет определяться выбросами не пыли, а диоксида азота. При этом высота дымовой трубы будет превышать высоту дымовой трубы при сжигании мазута на 40 – 50 %, а при сжигании природного газа на 60 - 80 %.
6. При сжигании ВУТ с зольностью 4,5 % образуется на каждую $1 \frac{т}{ч}$ паропроизводительности котельной 37,5 т пыли в год. Снизить зольность ВУТ можно до 0,5 % с использованием российской технологии «ЭКОВУТ». Это уменьшит выбросы пыли до 4 т в год, а 95-ти процентная очистка дыма от пыли понизит выбросы пыли до 0,2 т в год.
7. При обогащении украинских углей необходимо снижать сернистость, которая возрастает с увеличением зольности.

Список литературы

1. Інноваційні пріоритети паливно-енергетичного комплексу України / під ред. А.К. Шидловського. – К.: УЕЗ, 2005. – 512с.
2. Трубецкой К.Н. и др. Проблемы внедрения водоугольного топлива в России. Промышленные ведомости, №11-12, 2004. – с.11-20.
3. Мукук К.В., Туганова Т.А. Перспективы применения новых экологически чистых видов топлива на предприятиях Крыма. Сб. Формирование окружающей среды на урбанизированных территориях Крыма. – Симферополь: КИПКС, 1996. – с.57.
4. Мукук К.В., Сулейманов С.Л. Реологические характеристики водоугольных суспензий для сжигания в форсунках пульсирующего горения. Программа и тезисы научно-технической конференции. – Симферополь: КИПКС, 1998. – с.135.
5. Зайденварг В.Е. и др. Производство и использование водоугольного топлива. – М.: изд. АГН, 2001. – 362с.
6. Анисимов С.Н., Боровский Б.И., Сапронова З.Д. Определение высоты и диаметров конических и цилиндрических дымовых труб с учётом необходимого рассеивания в атмосфере вредных веществ. Сб. Строительство и техногенная безопасность, №10, НАПКС – 2005, с.176-178.
7. Зах Р.Г. Котельные установки. М.: Энергия, 1968 – 440с.

8. Гусев Ю.Л. Основы проектирования котельных установок. М.: Стройиздат, 1973. – 248с.
9. Вознюк С.Т. и др. Основы научных исследований. К.: Вища школа, 1985. – 192с.

УДК 55/477.85,86

Павлюк В.И.

Національна академія природоохоронного та курортного будівництва

Соляні родовища Передкарпаття і Світу та особливості розвитку і активізації карсту на ділянках їхнього видобування

Зроблено огляд територій поширення солевих відкладів Передкарпаття і Світу. Виділено особливості розвитку та активізації карстових процесів на них.

геологічне середовище, гідрогеологічні умови, карстові процеси, соляний промисел, родовище, рудник, калійні солі.

Вступ. Ще досить недавно карст вважався відносно рідкісним явищем, але це переконання було спрощене при детальному дослідженні геологічної будови територій, уявлення про яких раніше було поверхневим або відсутнє зовсім. Карстові процеси поширені виключно широко. За різними даними виходи карстуючихся гірських порід займають до 50 млн. км², тобто приблизно третину площі суші. Разом з тим карст істотно впливає на ландшафтні особливості території та формування рельєфу, на поверхневі стоки, режим підземних вод, річки і озера, ґрунтово-рослинний покрив, господарську діяльність населення і т. п. Проблеми пов'язані з карстом утворюють величезні щорічні затрати, які значно зростають із-за недостатнього розуміння суб'єктом господарської діяльності окремих складових та закономірностей не тільки природного, але і техногенного активізованого його розвитку. Осібно посеред різних типів слід виділити солевий карст, найменш вивчений та найбільш складний за умовами виникнення та проходження – екзогенний процес. Хоча в природних умовах активний розвиток карсту доволі рідкісне явище все ж таки існують цілі карстові райони з характерним карстовим рельєфом приуроченим до солевмісних відкладів: Прикаспійська солянокупольна провінція, Таджикистан, Південний Іран (до останнього на острові Кешм приурочена найдовша з досліджених у світі печера в солях – „3 N”, довжиною більше 6,5 км. (рис. 1)

Високий попит у солях для забезпечення різноманітних господарських потреб спонукає людство до широкомасштабного видобування їх з надр землі. У Передкарпатті інтенсивне техногенне втручання в геологічне середовище в межах поширення соленосних відкладів почалося на початку другої половини ХХ століття, коли масово стали видобуватися калійні поклади на Стебницькому та Калуш-Голинському родовищах. Загальний об'єм пройдених підземних виробок склав у Стебнику: 1 рудник – 12 млн. м³, 2 рудник 15,8 млн. м³; в Калуші на чотирьох рудниках – більше 20 млн. м³, об'єм вибраної породи з Калуського кар'єру перевищив 52,5 млн. м³, [1] що призвело до порушення геологічних, гідрогеологічних та геоморфологічних умов на територіях залягання солевих відкладів з активізацією карстових процесів на окремих ділянках. В переважній більшості випадків обставини, які зумовили негативні явища, пов'язані з активізацією карстових процесів, були наслідком вскриття підземними виробками гіпергенно змінених ділянок та зон, причиною чого була недостатня вивченість геологічних та гідрогеологічних умов на даних ділянках [2, 3, 4]. На кінець ХХ ст. ситуація ускладнилася у зв'язку із суттєвим зменшенням, а періодами цілковитої відсутності фінансування та втратою інтересу до об'єктів солевидобутку з боку держави, у наслідок чого активізація екзогенних процесів в межах поширення техногенно порушених солевмісних відкладів стала повністю не контрольованою. Саме тому, станом на даний час, гостро назріло питання переоцінки набутого досвіду, із врахуванням помилок, досягнень та практики минулих дослідників не тільки області Передкарпаття, але і інших соленосних провінцій світу. Головною метою

таких робіт є визначення усіх умов і факторів розвитку сольового карсту та інших екзогенних процесів, що призвели до граничного загострення небезпечної екологічної ситуації і завдали значних економічних збитків на техногенно порушених територіях поширення солевмісних відкладів.



Рис. 1. Печера „3 N”, Іран.

Всього у світовій практиці за весь період діяльності підземного солевидобування зафіксовано більше 80 випадків аварійної загибелі рудників. Актуальність вивчення факторів активізації карстових процесів полягає саме в тому, що на сьогоднішній день при розробці соляних покладів на перше місце виходять не питання генезису родовища, його розробки чи переробки сировини, економічної доцільності проведення окремих заходів, а провадження безпечної експлуатації рудників та зменшення негативної дії на довкілля. Площі в межах впливу копалень віднесені до зон підвищеного інженерно-геологічного ризику, з потенційно високою вірогідністю розвитку інтенсивного карсту на різних стадіях функціонування природно-техногенних систем – експлуатації, ліквідації і постліквідації. Внаслідок нераціональної експлуатації соляних покладів та постексплуатаційних процесів регенерації природного середовища активізація карсту призвела до різкого зростання загрози життєдіяльності на окремих ділянках. Прикладом можуть слугувати останні масштабні аварії в Конго – 1977 р., Сіль-Ілецьку 1983 і 2010 рр., Солікамську – 1995 р., Березниках – 2007 р. (Росія), затоплення шахт в Роненберзі (Німеччина) – 1976 р і т.п. В Україні це: небезпечне руйнування гірничого масиву над підземними виробками рудника ім. Шевченка Артемівського родовища кам'яної солі, яке триває протягом багатьох десятиліть з 1942 р. до теперішнього часу (Дніпрово - Донецька впадина), затоплення кар'єру та шахт у Калуші і 2-го рудника в Стебнику (Передкарпаття), катастрофічні провали в Солотвино (Закарпаття), що спричинило втрату основних сировинних запасів та граничне загострення екологічної ситуації на окремих ділянках.

Особливості геологічної будови світових родовищ солі та причини активізації негативних екзогенних процесів на них

Слід відзначити специфічні відмінності Передкарпатської провінції поширення покладів солей, які не властиві іншим. Це надзвичайно складні: геологічна будова, гідрогеологічні особливості та зміна в плані та розрізі фізичних властивостей евапоритових відкладів (рис. 2, 3). Огляд праць та матеріалів у яких розглянуті особливості розвитку карсту на різних техногенно порушених територіях поширення галолітів, причини його виникнення і проходження (який у першу чергу залежить від умов та будови геологічного середовища), говорить про унікальність розвитку даних процесів у кожному окремому взятому випадку, для кожного з яких, поряд із загальними правилами, необхідний свій окремий специфічний підхід до напрямів досліджень та аналізу отриманих результатів.



Рис. 2. Схематичний геологічний розріз внутрішньої соленої зони Передкарпатського крайового прогину (Бориславсько-Покутська та Самбірська СФЗ). Склад Ващенко В.О.

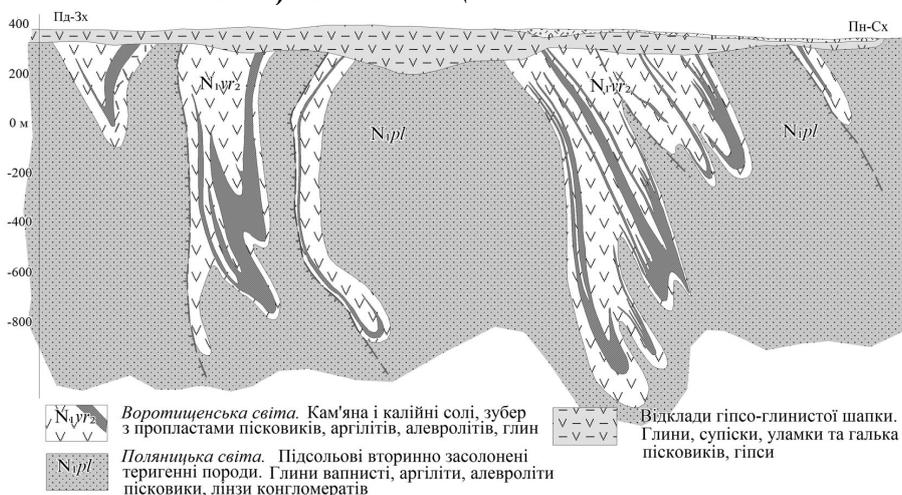


Рис. 3. Геологічний розріз району Стебницького родовища калійних солей. Ділянка Доброгостів. (За матеріалами ДП НДІ „Галургії”, Калуш)

Всі найбільш значні скупчення кам'яної, калійних і магнієвих солей, гіпсу і ангідриту пов'язані з краєвими (Передкарпатський, Передуральський, Передатласський і ін.) або синклінальними (Московський, Вілюйський, Північно-Німецький, Елк Пойнт Бродфью і ін.) прогинами платформ.

Верхнесамське родовище солей. Соленосна область, приурочена до Солікамської западини Передуральського крайового прогину (рис. 4). Басейн витягнутий більш ніж на 200 км. в субмеридіональному напрямі, і має ширину близько 50 км. Площа поширення солених відкладень складає 6,5-8 тис. км².



Рис. 4. Схематичний геологічний розріз пермських відкладів південної частини Солікамської впадини (по Матвееву П.П.)

Соленосні відклади витягнуті згідно прогину в субмеридіональному напрямі, утворюючи декілька пологих брахіскладок, з не крутими ($5-15^\circ$) кутами падіння крил, розділених поперечними перегинами. На окремих ділянках спостерігається досить інтенсивне зім'яття пластів з утворенням багаточисельних складок більш високого порядку та диз'юнктивних тектонічних порушень, що супроводжуються явищами видавлювання. Надсольова товща обводнена, причому на її контакті зустрінуті натрієво- хлорні розсоли, що утворилися в процесі вилуговування (рис. 5). На окремих ділянках карналітова порода соляної товщі під впливом водних розчинів втрачала $MgCl_2$, перетворюючись на вторинний сильвініт - „сильвінітову шляпу”.

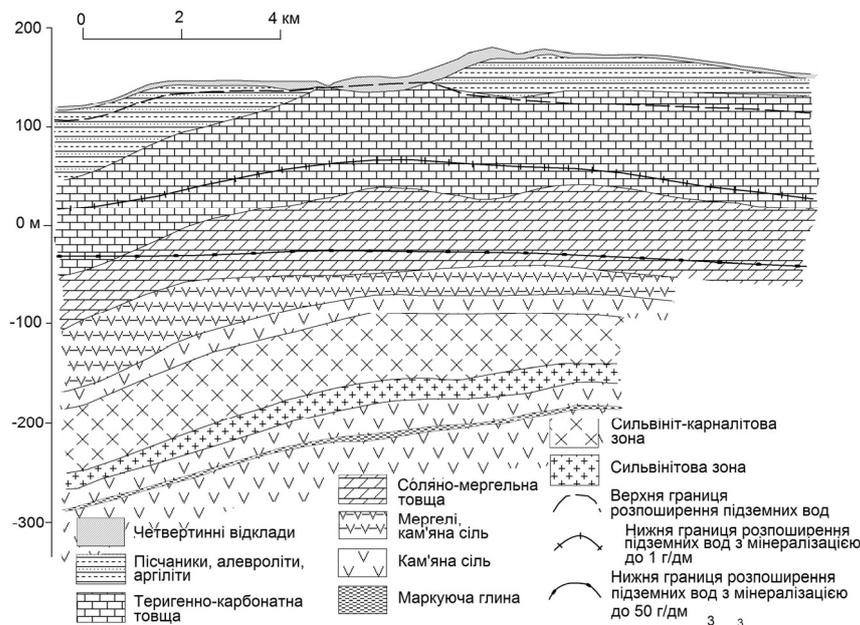


Рис. 5. Геолого-гідрогеологічний розріз північної частини Усть-Яйвинської ділянки Верхнекамського родовища солей (по С.Ю. Квіткіну)

На Солікамській і Березниковській ділянках діє чотири копальні виробничих об'єднань "Сильвініт" і "Уралкалій". Руди відпрацьовуються на глибинах 250-350 м. При розробці калійних пластів використовується камерна система без закладки виробленого простору. Методики гідрогеологічних досліджень при розвідці родовищ викопних солей в умовах Верхнекамського родовища привели до того, що ціла низка практичних питань безпеки і найбільш економічної експлуатації родовища не могли бути вирішеними через відсутність багатьох необхідних даних по гідрогеології родовища [5]. Поєднання несприятливих гідрогеологічних та геологічних факторів, підсилені техногенними чинниками неминуче призвели до активізації карстових процесів на окремих ділянках. Найбільш інтенсивний розвиток карстових процесів (до катастрофічних випадків) приурочений до зон диз'юнктивних тектонічних порушень, неоднорідностей перекриваючих відкладів, порушення цілісності водозахисних стелін у наслідок деформації поверхні над відробленим простором копалень. Одним із вагомих рушійних чинників розвитку активного карсту на виділених ділянках були землетруси, які часто мають місце у Приураллі (до 5 балів за шкалою Ріхтера) [6]. Розміри поверхневих карстових провалів досягали 950×750 м. в діаметрі (1995 р. м. Солікамськ) та глибини до 100 м. (1986 р. Уралкалій, Березники). Останній катастрофічний провал відбувся у м. Березники у листопаді 2010 р. розміром 100×40 м.

Старобінське родовище безсульфатних (сильвін-карналітових) калійних солей, пов'язане з соленосною верхнедевонською формацією, розвиненою в Прип'ятському прогині (рис. 6). Структурно родовище обмежено за площею контурами однойменної локальної синкліналі з максимальними кутами падіння порід до $4-6^\circ$. Воно входить до складу Білоруського калієносного басейну як одне з головних.

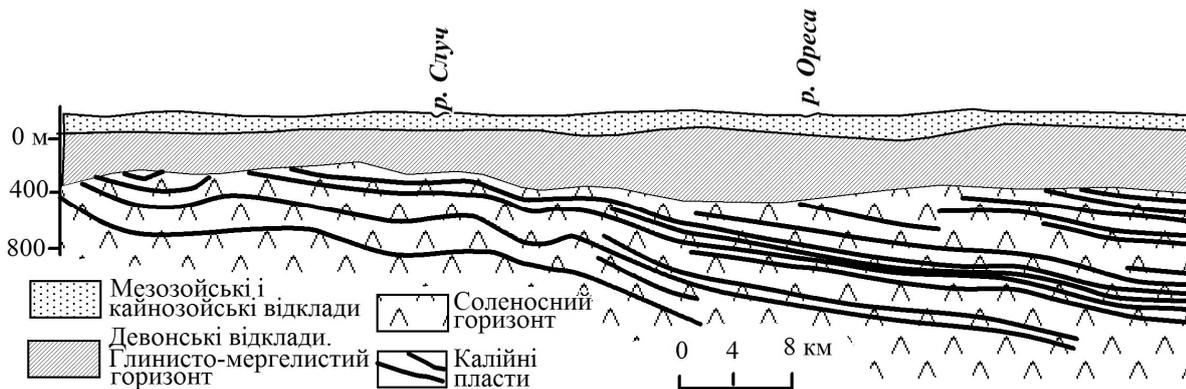


Рис. 6. Старобинське родовище калійних солей, Білорусь. Схематичний розріз соленосної формації в північно-західній частині Прип'ятського прогину

Соленосна товща на ділянці родовища має потужність від 190 до 580 м і представлена чергуванням субгоризонтально залягаючих соляних пачок (переважно кам'яна сіль потужністю до 65 м.) і глинисто-карбонатних (потужністю до 43 м.) порід.

Практично повна відсутність ґрунтових вод у соленосній свиті, субгоризонтальне залягання її пластів, їх витриманість, відсутність проявів соляної тектоніки і слабкий розвиток розривних порушень - сприятливі чинники для проведення підземної розробки родовища. Основним негативним наслідком від видобування калійних руд являється площадне просідання земної поверхні, в результаті чого відбувається заболочення значних ділянок території. Глибина відробки 370-850 м. і більше. Застосовується в основному камерна система видобування корисної копалини з жорсткою підтримкою кривлі. Висота камер близько 3 м.

Чеширський солеродний басейн, північно-західна Англія. Великомасштабний невпорядкований відбір розсолів протягом багатьох віків і проходка підземних виробок призвела до штучного пониження дзеркала розсолів, активізації карстових процесів і просадок, найбільший пік яких припав на кінець IX, початок XX століття. Похований соляний карст розвивається на глибинах приблизно від 40 м. до 130 м., вище за ці глибини лежачі пласти солі провалені і перетворювалися на брекчію вивітрювання - гіпсо-глинисту шапку (рис. 7). На поверхні біля місць штучного підземного вилуговування зафіксовані ділянки просідання лінійного простягання.



Рис. 7. Розріз через Чешир-Шропширський соленосний басейн, північно-західна Англія. Смуга розвитку активного карсту складає 2-4 км. при ширині від 30 до 130 м.

Родовища провінції Саскачеван, приурочених до синкліналі Елк Пойнт Бродф'ю, Канада (рис. 8). Переважна частина запасів і видобутку калійних солей в Канаді пов'язані з середньодевонською евапоритовою формацією „Прері”, що залягає на доступних для експлуатації глибинах у південно-східній частині провінції Саскачеван. Вказане рудне поле входить до складу обширного середньодевонського басейну евапоритової седиментації, так званої синкліналі Елк Пойнт Бродф'ю, витягнутого в північно-західному напрямі субпаралельно південно-західній границі з докембрійським Канадським кристалічним щитом. Простягання синкліналі складає більше 1500 км. при ширині, яка

місцями досягає 400 км. Найбільш продуктивна з існуючих трьох евапоритова формація „Прері”. Ця формація представлена більш ніж 200-метровою товщею галіту, ангідриту, глин і калійних солей, що підстиляється рифтогенними доломітами (потужністю 15-100 м.). Перекривають продуктивну товщу утворення, представлені глинистими сланцями, доломітами, карбонатами з ділянками пропластів евапоритів наступного, молодшого циклу седиментації.

Розробка солей здійснюється на декількох великих копальнях. Середній річний видобуток KCl кожної з них коливається від 1 до 3,8 млн. т. Використовується переважно камерна система розробки з жорсткою підтримкою кривлі. Ширина камер складає 6-8 м, а їх висота - 3-4 м. Пласти калійних солей, завдяки виключно високому вмісту в них K_2O (25-30 і навіть до 35%), порівняно тектонічно ненарушеністю і заляганням на доступних глибинах, є з одного боку зручними для промислової розробки. З іншої сторони у зв'язку із складними горно-гідрогеологічними умовами (наявність водоносних горизонтів в надсолевих відкладах, значна глибина залягання продуктивних пластів і так далі) утруднює видобуток руди та призводить до виникнення значних (до аварійних) водопритоків у підземні виробки. На сполучених між собою копальнях „К-1” і „К-2” біля канадського міста Естерхазі ведеться видобування калію в умовах припливу розсолу. В кінці січня 2007 року приплив розсолів в шахту Mosaic різко зріс - до $0,095 \text{ м}^3/\text{хв.}$ Керівництво компанії заявило, що якщо поступлення розсолу не зменшиться, то воно розгляне питання про консервацію копальні. Проте вже на початку березня стабілізувався на рівні $0,019 \text{ м}^3/\text{хв.}$, що дозволяє далі експлуатувати копальню.

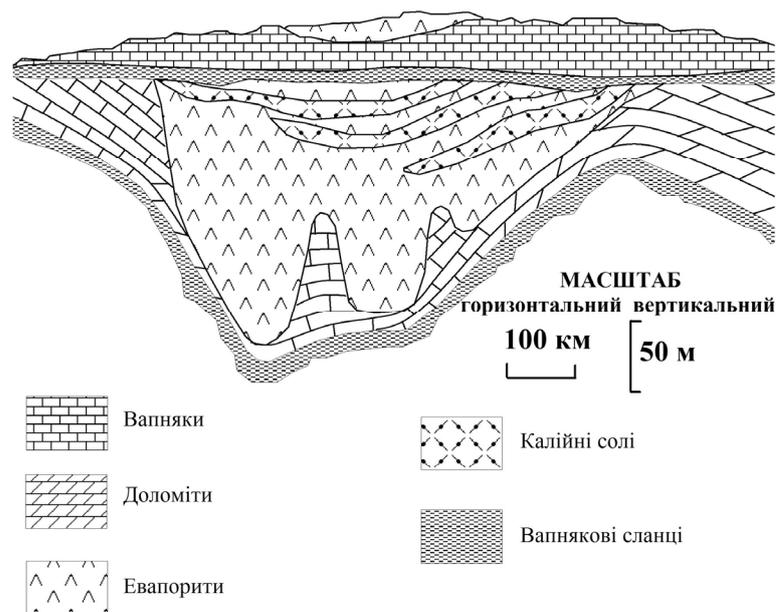


Рис. 8. Геологічний розріз калієносних евапоритових відкладів у провінції Саскачеван, Канада (спрощена схема по П.В.Харбену і Р.Л.Бейтсу)

Велика група соляних родовищ знаходиться у вигляді діапирових куполів. Це області Побережжя Затоки і південно-східної Юти (США), побережжя Мертвого моря, Північно-Німецької низовини, північно-східної Іспанії, Албанії, західної і центральної Африки, Північної Африки, Закарпаття, Дніпрово-Донецької западини (Бахмутська котловина), Південного Уралу, Туркменістану, Прикаспійської впадини і т.д.

Ілецьке родовище кам'яної солі. Родовище розташоване на південь від р. Соль-Ілецка Оренбурзької області, Росія. Геологічно воно пов'язане зі соляним куполом (штоком), перекритим пісчанисто-галечниковими четвертинними алювіальними утвореннями. У плані купол має еліпсоїдну форму, витягнуту в північно-західному напрямку, з розмірами приблизно $2 \times 0,9$ км. Його контакти з вміщуваними породами круті, субвертикальні. За даними гравіметрії сіль простежується до глибини понад 2600 м. Від поверхні до глибини 100-150 м соляний шток прориває неогенові морські глини з лінзами і

пропластами пісків, нижче - верхнепермські утворення, представлені перешаруванням мергелів, піщаників, глин і вапняків сумарною потужністю 1000 м. У північній частині шток контактує з породами сульфатно-соленосної свити (галіт з пропластами ангідриту) нижнепермського віку. Вважається, що шток утворився за рахунок видавлювання вверх відкладів галітової свити кунгурського ярусу нижньої пермі. Разом з ним на поверхню були винесені перекиваючі утворення сульфатно-соленосної свити.

Родовище розробляється з давніх пір. Кам'яна сіль добувалася відкритим (кар'єрним) і підземним (камерним) способами. На даний час покрівля соляного куполу інтенсивно закарстована, а старі гірські виробки затоплені водою. Одним із чинників активізації водоприпливів у шахти стали наслідки дії соляної тектоніки. Під час галокінезу по контакту пропластів солі і гіпсу утворюються мікротріщини – сприятливе середовище для розвитку процесів підземного вилуговування солей. При наявності базису розгрузки розсолів соляного дзеркала, особливо при близькому до вертикального заляганню відкладів, виникають умови для інтенсивного розвитку карсту (затоплені шахти „Соляна Радуга”, „Стара Камера” і ін. [5])

Штасфуртський соленосний басейн (Північно-Німецька западина). Багаточисельні родовища калійних солей Німеччини пов'язані з цехштейновими галогенними товщами, широко розвиненими в межах Північно-Німецької низовини. В даний час цей регіон - один з найбільших світових постачальників калійної сировини. Його щорічний рівень видобутку на початку 80-х рр. минулого століття для Німеччини перевищував 6 млн. т. K_2O , що складало більше 1/5 частини від світового. Більшість калійних копалень Німеччини розташовані в районах Ронненбург-Ганса, Зарштедт-Лерте, Фульда, Верра, Заале-Унструц, Стасфурт, Ашерслебен і ін. По краях соленосного басейну солі цехштейну залягають полого. У сторону його центральної частини, де на площах розвитку солей відмічаються пласти виняткової потужності поряд із значнішою глибиною їх занурення, спостерігається утворення великої кількості соляних штоків різноманітної форми та розмірів. Основним об'єктом розробок є так званий „хартзальц” (тверда сіль) - сильвіновмісна руда з високою концентрацією домішок сульфатів магнію і кальцію. Для видобування руди застосовуються різноманітні системи підземної відробки: камерна з ґрунтоуступною виїмкою, камерна багатоярусна, шарова і ін. Широко використовується закладка виробленого простору. Не зважаючи на запобіжні заходи, час від часу тут трапляються аварійні випадки затоплення підземних виробок та катастрофічні провали земної поверхні. Перша калійна копальня біля німецького міста Ашерслебен затонула ще у 1886 р. Головне завдання при видобутку калію - залишити в недоторканості верхній шар родовища. Ігнорування цим правилом приводить до припливу ґрунтових вод із подальшим затопленням копальні. Так у кінці XIX - початку XX ст. декілька копалень (Ашерслебен-3, Ассе-1, Гедвігсбург і ін.) було затоплено із-за видобутку каїніту - важкорозчинного мінералу, який знаходиться у верхній частині соляного куполу і разом з іншими нерозчинними породами утворює "шляпу", що оберігає поклади від ґрунтових вод. При чому, катастрофічні випадки можуть відбуватися через десятки, а то і сотні років після завершення видобування солей у даних місцях. Підтвердженням слугує останній значний провал у листопаді 2010 р. в м. Шмалькгаьден, Тюринг, коли за декілька годин серед міста утворилася провальна воронка діаметром більше 30 м. та глибиною до 20 м.

Закарпаття. Шість перших рудників на Солотвинському соляному куполі були затоплені ще у XIX ст. у результаті проривів бокових і поверхневих вод. Активний розвиток карстових процесів почався з етапу систематичного використання дренажу надсолевих вод і розсолів. Дренаж на початку освоєння підземних виробок рахувався єдиним відомим методом захисту гірничих виробок від надсолевих і бокових вод. Однак через 3 – 4 р. на поверхні землі над ділянками дренажних штреків почали активно утворюватися карстові просадки і провали. Найбільша кількість карстових форм була приурочена до зони коливання рівня розсолів при їх відкачуванні. Потужність даної зони в районі шахти № 8 (на даний час затопленої) складала 2-3 м [7]).

За роки експлуатації поверхня Солотвинського соляного куполу перетворилася на суцільне карстове поле просядок, провалів та глибоких карстових озер (рис. 9).

Бахмутська котловина. Дніпрово-Донецька впадина (Слов'янськ, Артемівськ). Закарстована площа складає сотні гектарів. Поступлення поверхневих вод у гірничі виробки відбувалося в основному за рахунок відсутності герметичності шахтних стволів, або втрати щільності перекриваючих відкладів у наслідок деформаційного просідання поверхні над відробленим простором. Так були затоплені шахти „Петра Великого” та ім. Шевченко. При чому на останній у 1942 р. під час обвалу ціликів відбувся „гірничий удар” з утворенням мульди просідання значної території. Від сейсмічної хвилі під час „удару” полопали вікна у будинках. Зараз на даному місці глибоке карстове озеро [8].

Огляд і порівняльний аналіз будови та умов залягання відкладів різних родовищ солей світу і механізмів розвитку техногенно активізованого карсту на них говорить про необхідність, окрім загальних, спільних принципів, характерних для всіх соленосних провінцій, формування для кожної окремого підходу у вивчення екзогенних процесів. Прикладом являються відмінності виникнення і особливості проходження надзвичайних ситуацій до аналогічних випадків у різних регіонах світу, характер розвитку яких, у першу чергу залежав від геологічної будови районів їх розміщення.

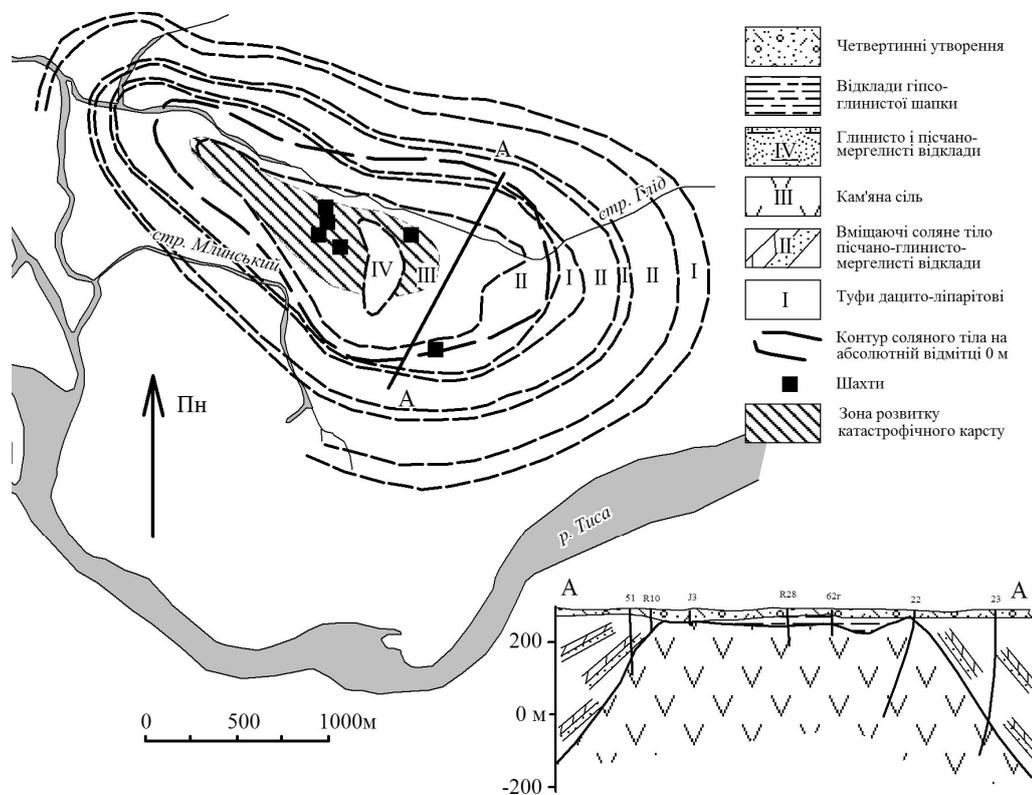


Рис. 9. Солотвинський соляний діапир. Закарпаття

Передкарпатська провінція поширення соленосних відкладів. Стан вивченості території

У сучасному періоді розвитку Карпатської гірськоскладчастої області, поширення соленосних відкладів міоцену, які виходять на денну поверхню чи перекриті покривом передових скиб гірських Карпат, ми спостерігаємо в межах більш менш широкої смуги, яка простягається зі зовнішнього боку Карпатської складчастої дуги вздовж, так званих, Західних, Східних та Південних Карпат. Наукове ствердження геологічної думки про історію розвитку Карпатського регіону, на седиментаційні та постседиментаційні умови формування солевмісних відкладів суттєво змінювалося разом із глибиною та детальністю вивчення його будови. На сучасному етапі у більшості геологів не виникає сумнівів про те, що Карпати, як і внутрішнє Передкарпаття є системою динамічно утворених, так званих лусок, насунутих одна на одну з інтенсивно зім'ятими комплексами відкладів у кожній та що динамічний розвиток процесу „наповзання” Карпатської гірськоскладчастої системи на Західно-Європейську платформу продовжується і на цей час. Важливість вивчення даного

питання полягає в тому, що саме від особливостей геологічної будови та тектонічного режиму території залежать як основні закономірності так і деталі розвитку підземного вилуговування солей.

У межах України Прикарпатські відклади соленосної формації знаходяться між районом Добромиля і р. Черемош. У цій області солевмісні породи простежені безперервно на протязі 240 – 250 км. На всьому цьому проміжку дані породи виходять на денну поверхню в більш чи менш складних тектонічних умовах, причому основна смуга цих виходів розташовується безпосередньо біля краю Східних Берегових Карпат, які утворюють складний тектонічний покрив, насунутий на нижньоміоценові солевмісні моласи. Ширина смуги розповсюдження порід соленосної формації на поверхні землі є дуже різною. В північно-західній частині, в районі Добромиля вона становить до 0,4 – 0,5 км. й навіть менше, тоді як південно-східніше ширина смуги поступово збільшується і досягає в районі між Бориславом і Болеховом 6 – 7 км. Ще Далі на південний схід знову спостерігається поступове звуження цієї смуги, і в районі, так званих Покутських Карпат ширина її не перевищує 1,5 – 2 км, місцями звужуючись, аж до повного занурення під насунуті маси карпатських порід [9].

Східне Передкарпаття являється одним із древніх районів солеваріння. Завдяки чому історична назва нашої місцевості та й сама історія краю тісно пов'язані з корисною копалиною регіону – солями. У Передкарпатті соляний промисел існував з прадавніх часів у Косові, Делятині, Калуші, Стебнику, Дрогобичі, Модричі, Моршині, Солці, Колпці, Долині, Болехові, Старуні і т. д., звідки і пішла назва території Галіція (від грецького „halos” – сіль). Витоки вивчення надр Передкарпаття починається разом із кустарними пошуками та видобуванням покладів солей, потім озокериту, нафти, калійних солей, сірки і т.д. Перші дані про існування соляних промислів в районі Стебника, Дрогобича, а також у Долині відносяться до XII віку [10]. В той час примітивно видобуті розсоли використовували для отримання харчової солі. По даним Т. Фролової [2] уже в 1500-1770 рр. на південний схід від Стебника діяла „Лісна шахта” глибиною 47 м. з продуктивністю 2 300 м³ в рік. У 1770 р. в 350 м. на південний схід від сучасного калійного заводу була закладена „Дорфшахта” [10] глибиною 46 м., вибій якої був пройдений в породах соленосної товщі. Продуктивність її складала 4 700 м³, а з 1911 р. 10 500 м³ на рік. Експлуатація її тривала до 1932 року, за весь період було відкачано близько 1 млн. м³ розсолів, що приблизно відповідає 150 тис. м³ твердої породи. Великий об'єм вилужених пустот і мала потужність ГГШ під руслом р. Слониця біля якої знаходилися „Дорфшахта”, призвели у 1924 р. до прориву вод під землю в утворені підруслові карстові пустоти В наслідок цього в 1936 р. у руслі річки утворилася промоїна, яка повністю вбирала в себе поверхневі води. Шахту було законсервовано і на даний час вона, скоріш за все, заповнена насиченими розсолами. Таким чином вперше наглядно була показана роль техногенного впливу на активізацію карстових процесів в середовищі поширення соляних відкладів Передкарпаття та необхідність врахування геологічних, гідрогеологічних, геоморфологічних особливостей на даних ділянках під час розсолю та солевидобувних робіт. Ситуація була стабілізована шляхом відводу річних вод в нове русло.

Одним із основних чинників активізації сольового карсту являється порушення гідрогеологічних умов на території його природного розвитку. Так, як у природних умовах Передкарпаття практично не спостерігається активізації поверхневих карстових форм, а підземні води регіону характеризуються вкрай невитриманим поширенням і бідністю ресурсів, дослідженню гідрогеологічних особливостей регіону, як і умовам та факторам, що мають вплив на карстоутворення, довгий час не приділялося достатньої уваги. Основним чинником різкої активізації сольового карсту стало техногенне втручання в геологічне середовище поширення покладів солей в місцях їх поверхневого та підземного видобування. Череда негативних випадків пов'язаних з підземним карстом на солевидобувних підприємствах Прикарпаття на початку 60-х і 70-х р. минулого століття змусила виробників більш ретельно віднестися до причин виникнення аварій, що відобразилося у серії виконаних досліджень та написаних звітів і виданих статей. До

найбільш вагомих праць на той час можна віднести роботи Г. Короткевича, С. Короневського, В. Захарова, Т. Фролової, В. Липницького, Р. Апсе. В написаних роботах були дані перші спроби вивчити природу виникнення даних негативних ситуацій на Прикарпатських і Закарпатських соляних рудниках та пов'язати їх із місцевими особливостями геологічної та гідрогеологічної будови.

Захаровим В.Ф. і ін. у 1959 р. виконана доволі обширна робота по вивченню надсолевих розсолів Передкарпаття, ним же у 1964 р. проведена не менш цікава і продуктивна праця по вирішенню гідрогеологічних задач при відкритих розробках калійних солей на Домбровському родовищі калійних солей. В цих працях було виказано ряд продуктивних думок на рахунок окремих закономірностей проходження та методів стабілізації карстових процесів. Таких для прикладу, як: недоцільність осушення надсолевих розсолів, а навпаки, штучного їх насичування; досліджено неоднорідність у плані та розрізі складу відкладів ГГШ; гідрогеологічний зв'язок водоносних горизонтів у відкладах ГГШ та поверхневих вод і те що розсоли на окремих ділянках мають здатність підніматись у гору до більш опріснених водоносних горизонтів.

Стосовно Стебницького родовища, то на його площі пробурено багато геолого-розвідувальних свердловин, але на жаль гідрогеологічних спостережень на початкових етапах при їх проходці не велося. Розсольний горизонт на контакті з ГГШ і солями, який має незначний дебіт, при бурінні залишався непоміченим, до того ж буріння проходило з промивкою розсолами, що було підмічено ще в 1961 р. Фроловою Т.І. [2]. До 1952 р. також не проводилося системного вивчення водопроявів в гірничих виробках і пов'язаних з ними процесів карстоутворення, так як водопрояви в основному мали незначні обсяги і не створювали загрози, як самим гірничим виробкам, так і об'єктам розташованим на земній поверхні. З початком розробки калійних солей (рудник № 1 – 1922 р. та № 2 – 1966 р.) водопроявлення в підземних виробках зустрічалося переважно у вигляді скапування та зволоження стінок і потолочин, які з часом зменшували свою активність. У листопаді 1936 року, при проходці квершлага 500/1 на першому горизонті було виявлено притік розсолів у пункті, який лежить в 80 м на північний схід від перетину квершлага 221/1. Цей пункт розташований між пластами № 9 і № 13, причому тут у товщі глинистого зуберу (брекчії теригенних пластів зцементованих кам'яною сіллю) проходить шар бідної каїнітово—лангбейнітової твердої солі потужністю близько 1,5 м, яка падає на північний—схід 25° , під кутом близько 55° . Розсоли проявилися у вигляді капежу й виділялися у стеліні виробки у смугі контакту між подошвою шару калійних солей і зуберу. [9].

В грудні 1952 р. в руднику № 1 квершлагом 4/1 було відкрито першу значну теч з дебітом $23 \text{ м}^3/\text{добу}$, яка представляла реальну загрозу, що змусило звернути увагу на причини її виникнення. Узагальненням наявних матеріалів по водопритокам в гірничі виробки Стебницького родовища вперше було виконано Т. Фроловою (1961 р.) [2]. У цій роботі були охарактеризовані всі течі, які мали місце в руднику № 1. На цей час кількість небезпечних течій збільшилася і проблема боротьби з ними ставала все більш актуальною. Було встановлено, що контакт ГГШ і солей є обводненим, а відкриття даного контакту приводить до виникнення небезпечних наслідків.

В 1966 р. Р. Апсе [3] описав характеристики течі в штреку 43/2 на руднику № 1. Було висловлено, що найбільш небезпечними рахуються ділянки, де пласти калійних солей виходять під ГГШ, а розкриті зони гіпергенно утворених вторинних калійних солей дають можливість виникнення небезпечних течій значно нижче поверхні соляного дзеркала. Саме таку природу мав прорив розсолів в виробку 43/2, ліквідація якого продовжувалася більше 10 років.

В 1967 р. С. Козловим були охарактеризовані гідрогеологічні умови на північно-західній ділянці Стебницького родовища (рудник № 2) [11]. Відмічалася приуроченість водопроявів до вторинно засоленої товщі підсолевих відкладів, та контакту їх з брекчируваними солевмісними породами та те, що розсоли в межах вторинно засоленої товщі мають характерний хлоридно-кальцієвий склад.

Починаючи з 1979 р. вивчення водоприотоків на території родовища практично зводилось до узагальнення раніше отриманих матеріалів, прогнозу величини та наслідків

течі в камері 115 рудника № 2, яка знаходиться на 72 м. нижче поверхні соляного дзеркала, якими в основному займалися спеціалісти ВНДІ „Галургія” та Львівської геологорозвідувальної експедиції.

Враховуючи важливу актуальність, а також складність питання, на сучасному етапі дослідженнями за розвитком карстових процесів в межах поширення техногенно порушених моласових соленосних відкладів Передкарпаття, займаються працівники ДП „НДІ Галургія” (Калуш) – Корінь С.С., Садовий Ю.В., Садовий В.Ф. Лукаш І.О.; Львівської ГРЕ - Козак П.І., Стахів Т.М., Павлюк В.І.; „Гірхімпром” – Гайдін А.М., Дяків В.О.; КВ УкрДГРІ – Лущик А.В., Швирло М.І. і ін. організацій, за результатами яких складено ряд відповідних звітів. Усі роботи досить цікаві і представляють ту чи іншу сторону об’єктивної картини дійсності. Однак вони спрямовані в основному на загальну оцінку процесів негативних явищ, або сконцентровані на окремих деталях розвитку сольового карсту, результату його впливу на довкілля та прогнозування подальшого розвитку. Комплексного аналізу усіх умов і факторів, поряд із їх глибокою деталізацією та взаємопов’язаними між собою зв’язками, які мають вплив на розвиток та активізацію екзогенних факторів у цілому та карсту зокрема не зустрінито у жодній роботі. Найбільш глибоко окремі напрями даної тематики розкрито у таких працях, як „Отчет по переоценке запасов калийных солей Стебницкого месторождения Львовской области” – 1995 р. (В. Ступницький та ін.), „Прогнозирование расслопроявлений в калийных рудниках Прикарпатья” – 1987 р. (С. Корінь та ін.), „Петротектонические основы безопасной эксплуатации Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей” – 2000 р. (Н. Джиноридзе та ін.),

Підсумовуючи сказане, необхідно визнати, що основні комплексні інженерно-гідрогеологічні роботи на площі Стебницького рудника були розпочаті з середини 70-х років ХХ ст. у зв’язку з проривами поверхневих вод в підземні виробки, які набрали загрозливого характеру, як під землею, так і на поверхні у вигляді серії катастрофічних провалів та просадок земної поверхні. На той час переважно вже були пройдені виробки верхніх горизонтів, та визначені об’єми і площі експлуатаційних камер. До 70-х років інженерно-геологічні і гідрогеологічні роботи в основному зводилися до режимних спостережень за поверхневими водотоками і джерелами, а також за окремими розсолопроявами в підземних виробках і носили епізодичний характер [12]. Починаючи з початку 90-х років дані роботи різко скоротилися у зв’язку з відомими обставинами. Практично на даний час режимні спостереження за станом геологічного середовища, які проводяться підприємствами геологічної служби, спрямовані тільки на оцінку розвитку негативних явищ та прогнозування їх подальшого розвитку. Першочерговими ж завданнями досліджень повинна стати інженерно-еколого-геологічна оцінка стану геологічного середовища в межах техногенно порушених територій розвитку сольового карсту, проведена на основі комплексних інженерно-гідрогеологічно-геологічних досліджень.

Висновки.

В результаті огляду наукових праць й історії досліджень провінцій поширення сольових відкладів різних регіонів світу та Передкарпаття зокрема (особливо це стосується техногенно порушених територій, де спостерігається інтенсивний розвиток негативних екзогенних процесів), виникає потреба у формуванні комплексного підходу до вивчення та систематизації усіх умов і факторів, які мають відчутний вплив на розвиток та активізацію сольового карсту. Основною умовою у проведенні таких робіт має стати дослідження особливостей геологічної будови середовища розвитку сольового карсту. Тому на теперішньому етапі назріло питання про якісно новий підхід до дослідження даного питання на основі комплексного (синергетичного) поєднання усіх умов і факторів, що мають вплив на розвиток карстових процесів на техногенно порушених територіях соленосних відкладів Передкарпаття та інших регіонів, які базуються на таких основних напрямках:

- визначення особливостей та закономірностей геологічної будови середовища розвитку сольового карсту.
- вивчення гідрогеологічних та гідрологічних умов та факторів на територіях поширення солевих відкладів.
- дослідження та прогноз техногенного впливу на розвиток негативних екзогенних явищ.
- синергетичний аналіз усіх умов і факторів, що мають вплив на розвиток карстових процесів.

Комплексний аналіз причин виникнення та активізації карстових процесів дозволить із більшою вірогідністю знаходити найбільш вірні шляхи їхньої ліквідації або зменшення негативних наслідків від них, передбачувати, запобігати утворенню можливих небезпечних явищ у подальшому. Це в повному обсязі підтверджує слова видатного дослідника карстових процесів А. Дзенс-Літовського, який ще всередині минулого століття зазначив що: „Лише при хорошій вивченості чинників, які викликають процеси карстоутворення в соляних покладах можна дати прогноз можливого напряму розвитку карстових явищ і рекомендувати заходи для боротьби з карстом на соляних копальнях і промислах”.

Література.

1. Гайдин А.М. Влияние техногенной деятельности на соляной карст. Екологія і природокористування. Вип. 11, Львів, 2008
2. Фролова Т.И., Унковский А.А., Захаров В.Ф. и др. Отчет по гидрогеологическим исследованиям на территории Стебницкого месторождения калийных солей за 1957-1961 гг. Стебник, 1961, Фонды СтКЗ.
3. Апссе Р.Ф., Воронова Л.Б., Козлов С.С. и др. Отчет по результатам гидрогеологических исследований на участке течи в штреке 43/2 рудника № 1 Стебницкого калийного комбината. Ленинград, 1966, Фонды СтКЗ.
4. Липницкий В.К. Геолого-гидрогеологические условия прорыва вод в камеру 115/1 рудника № 2 СтКЗ. Ленинград, 1979, Фонды СтКЗ.
5. Дзен-Литовский А.И., Шлендрова К.К. Гидрогеологическая изученность Верхнекамского месторождения калийных солей. Гидрогеология солёных месторождений и вопросы подземного выщелачивания соляных залежей. Недра. Ленинград. Труды ВНИИГ, вып. 53. 1967. с – 3-10.
6. Белкин В.В. Техногенная трансформация геологической среды Верхнекамского соленосного бассейна Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора геолого-мінералогічних наук. – Єкатеринбург. 2010 р.
7. Николышин В.П. Влияние разработок Солотвинского рудника на развитие карста. Гидрогеология солёных месторождений и вопросы подземного выщелачивания соляных залежей. Недра. Ленинград. Труды ВНИИГ, вып. 53. 1967. с – 68-75.
8. Ерёмин Н.И. Неметаллические полезные ископаемые. Издание второе. Московский Университет, 2004.
9. Иванов А.А. Месторождения калийных солей Восточного Предкарпатья. – Ленинград: Недра. 1944. – 173 с.
10. Унковский А.А. Соляные месторождения Западной Украины. Львів, 1948, Фонди ЛГРЕ.
11. Козлов С.С., Липницкий В.К., Ходьков А.Е. Гидрогеологические условия западного участка Стебницкого месторождения калийных солей Ленинград, 1967, Фонды СтКЗ.
12. Варламов А.А., Козлов С.С., Липницкий В.К. и др. Гидрогеологические условия Стебницкого месторождения калийных солей. Ленинград, 1969, Фонды СтКЗ.

Аппарат для сухой очистки воздуха от пыли.

Представлен разработанный эффективный аппарат для очистки воздуха от пыли, предназначенный для вытяжной системы вентиляции в строительной индустрии. Процесс очистки воздуха от пыли в аппарате основан на потери кинетической энергии частицами пыли при соударении о поверхность колец, установленных внутри корпуса пылеуловителя, и последующего осаждения частиц пыли под действием сил гравитации

Пылеуловитель. Пылесборник. Корпус. Бункер. Воздух. Пыль. Очистка. Кольца. Патрубок. Фракция. Эффективность. Каркас.

Анализ публикаций. Известен пылеуловитель для сухой очистки воздуха от пыли, включающий устройство: корпус, входной и выходной патрубки и пылесборники [1].

Известное устройство характеризуется простотой конструкции и работы. Они сравнительно дешевы и недороги в эксплуатации. Затраты энергии на работу также относительно малы, что обусловлено небольшим перепадом давления при течении газа через устройство.

Аппараты рассматриваемого типа используют для первичного удаления грубых частиц газового потока. В большинстве случаев защиты воздуха от загрязнения требуется улавливание гораздо более мелких частиц (размером около 1 мкм), поэтому необходимо применять пылеуловители других типов. Однако механические пылеуловители можно использовать как предварительные, располагая их последовательно с устройствами других типов, чтобы уменьшить нагрузку на последние. Это особенно необходимо при сильно запыленных газовых потоках. Механические пылеуловители могут работать долгое время без обслуживания с малыми энергетическими затратами.

Принцип работы устройства основан на том, что запыленный газовый поток пропускается через аппарат с малой скоростью, делающей возможным гравитационное осаждение (седиментацию) транспортируемой взвеси.

Для достижения приемлемой эффективности очистки газов данными устройствами необходимо, чтобы частицы находились в пылеосадительных аппаратах возможно более продолжительное время, а скорость движения пылевого потока была незначительной. Поэтому данное оборудование относится к категории экстенсивного оборудования, рабочие объемы таких аппаратов весьма значительны, что требует больших производственных площадей. Однако пылеосадительные камеры и пылевые мешки обладают очень малым гидравлическим сопротивлением (50...300 Па).

В промышленности пылеосадительные камеры используются в качестве устройств для предварительной обработки газов, например, для отделения крупных частиц и разгрузки аппаратов последующих ступеней. В связи с этим данное оборудование применяют только на первых ступенях систем газоочистки для осаждения частиц крупных размеров (более 100 мкм). Обычно средняя расходная скорость движения газов в пылеосадительных камерах составляет 0,2...1 м/с, а в пылевых мешках – 1...1,5 м/с.

Существенным недостатком указанного аппарата является невысокая степень очистки воздуха от пыли.

Цель работы повышение степени очистки воздуха от пыли за счет совершенствования конструкции пылеуловителя.

Задачи. Снабжение полого пылеуловителя внутренним каркасом, состоящим из металлических колец различного диаметра, соединенных между собой с помощью ребер

жесткости, причем диаметр колец уменьшается в направлении от входа к выходу загрязненного газа в пылеуловителе.

Результаты исследования. На рис. 1 представлена конструкция разработанного пылеуловителя.

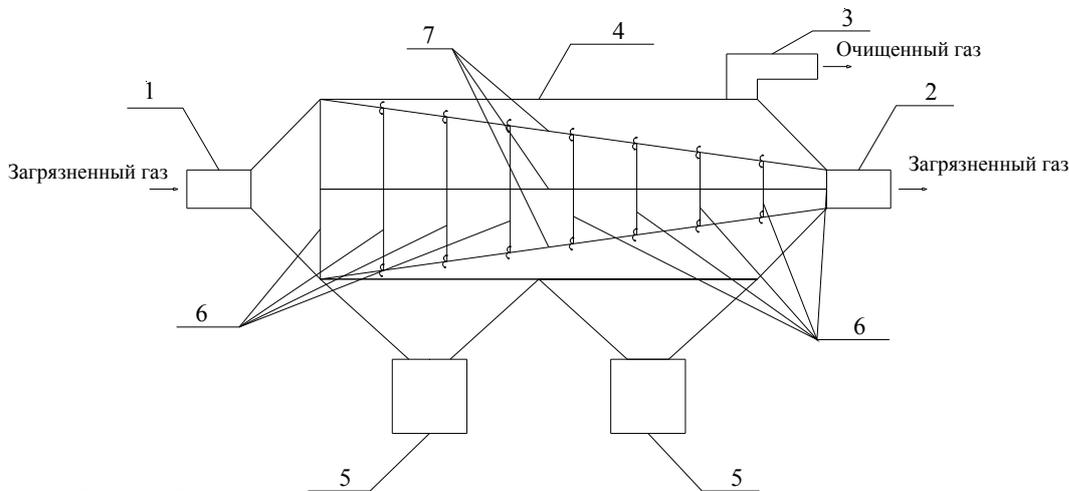


Рис. 1. Конструкция пылеуловителя.

1 - Входной патрубок. 2 - Выходной патрубок. 3 - Патрубок для удаления очищенного воздуха. 4 – Корпуса. 5 – Пылесборника. 6 - Металлических колец. 7 - Ребра жесткости.

Цилиндрический корпус 4, выполнен из листового железа и имеет сужающиеся торцы, переходящие во входной 1 и выходной 2 патрубки. Входной патрубок 1 предназначен для подачи загрязненного воздуха на очистку, а выходной – для удаления загрязненного воздуха с меньшей концентрацией пыли по сравнению с поступающим в пылеуловитель воздухом. Патрубок 3 служит для удаления очищенного воздуха в атмосферу. Внутри корпуса 4 размещен каркас, состоящий из установленных на расстоянии друг от друга металлических колец 6 различного диаметра, к которым прикреплены ребра жесткости 7. Металлические кольца 6 имеют разные диаметры, переднее кольцо - самого большого диаметра, а последнее – самого малого диаметра, причем кольца имеют круглое поперечное сечение. Ребра жесткости 7 выполнены из стального прута, имеющего прямоугольное поперечное сечение. В нижней части корпуса 4 имеются бункера, служащие для направления осажденной пыли в пылесборники 5.

Пылеуловитель работает следующим образом.

Загрязненный воздух поступает в пылеуловитель через входной патрубок 1. Скорость подачи загрязненного воздуха составляет 5-7 м/с. Периферийная часть струи загрязненного воздуха ударяется об поверхность первого самого большого по диаметру кольца 6 и изменяет направление движения вовнутрь каркаса, при этом пылинки крупного и среднего размера, присутствующие в загрязненном воздухе теряют инерцию при ударе и под действием силы гравитации падают в бункер, а затем аккумулируются в пылесборнике 5. Загрязненный воздух направляется вовнутрь каркаса, где подхватывается струей подающегося загрязненного воздуха и продолжает движение вдоль каркаса. При встрече с поверхностью второго кольца меньшего диаметра процесс очистки загрязненного воздуха повторяется. Однако теперь процесс очистки воздуха от пыли происходит следующим образом. Очищенный от пыли воздух направляется за пределы каркаса, а загрязненный воздух направляется вовнутрь каркаса, где подхватывается струей подающегося загрязненного воздуха и продолжает движение вдоль каркаса. Далее процесс очистки воздуха от пыли повторяется. В результате, загрязненный воздух с высокой концентрацией пыли, состоящей из мелкой фракции, достигает противоположного торца пылеуловителя и удаляется через выходной 2 патрубок, а очищенный от пыли воздух удаляется через патрубок 3, расположенный в верхней части корпуса 4.

Использование разработанного аппарата для сухой очистки воздуха от пыли позволяет обеспечить частичную очистку загрязненного воздуха, подаваемого на очистку в аппарат, с последующим его удалением во внешнюю окружающую среду, а загрязненный воздух в значительно меньшем объеме, содержащий мелкую фракцию пыли отправляется на последующую очистку во вторую ступень. Таким образом, крупная и средняя фракции пыли осаждаются непосредственно в аппарате, а мелкая пыль осаждается во второй ступени очистки.

Выводы. Разработанный аппарат для сухой очистки воздуха от пыли позволяет:

1. Обеспечить эффективное осаждение крупной и средней фракций пыли из загрязненного воздуха.
2. Обеспечить разделение подающего загрязненного воздушного потока на два независимых потока, один из которых представляет из себя очищенный от пыли, а второй – загрязненный мелкой фракцией пыли, очищенный от пыли воздушный поток удаляется из аппарата в окружающую среду, а загрязненный воздушный поток направляется на вторую ступень очистки.

список Литературы

1. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. 25- 27с.

Раздел 6. **ВОДООБЕСПЕЧЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ, ГИДРОМЕЛИОРАЦИЯ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ЭНЕРГЕТИКА**

УДК 621.311.243

Бекиров Э.А., д.т.н.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Двухпроводная линия распределенной нагрузки в цепях постоянного тока солнечных электростанций при наличии изменяющихся параметров

Рассматриваются процессы, происходящие в двухпроводных линиях, соединяющих сборки солнечных батарей с преобразовательной подстанцией. Приведены выражения для определения потерь напряжения в двухпроводной линии и потерь мощности при равномерно распределенной нагрузке.

Солнечные электростанции, двухпроводная линия, нагрузка, солнечные батареи, потери напряжения, распределенная нагрузка.

Введение. В настоящее время в Крыму быстрыми темпами идет строительство и ввод в эксплуатацию объектов, использующих возобновляющие нетрадиционные источники энергии. Рядом с г.Симферополем идет строительство и ввод в эксплуатацию солнечной электростанции, предназначенной для прямого преобразования энергии солнечного излучения в электрическую энергию. Для подключения к инверторам солнечные батареи объединяют в сборки для получения требуемых значений напряжений и токов.

Постановка задачи. Энергия постоянного тока со сборок солнечных батарей по двухпроводной линии подается на преобразовательные устройства. Так как солнечные батареи могут быть на значительном расстоянии от преобразовательных устройств, рассмотрим процессы, которые могут иметь место в двухпроводной линии по передаче энергии от сборок до преобразовательных устройств. Такие линии имеют полное сопротивление, состоящее из активного сопротивления, индуктивности и емкости проводов и при подключении к преобразовательным устройствам имеют место потери мощности. Исходя из поставленной задачи проанализируем потери напряжения в двухпроводной линии и по методу равномерно распределенной нагрузки рассмотрим потери напряжения на расстоянии X от солнечных батарей до подстанции, где располагаются преобразовательные устройства - инверторы и трансформатор для подключения напряжения в питающую сеть.

Методика исследования. Необходимо произвести анализ схемы, состоящей из источника напряжения, линии с распределенными параметрами. Линии без потерь не существует. Однако можно создать линию с очень малыми потерями и распространить на нее теорию линий без потерь. Будем менять длину отрезка линии и исследуем характер изменения сопротивления, изменения тока на участке линии и напряжения в начале и в конце рассматриваемого участка линии. Данная методика исследований предусматривает составление дифференциальных уравнений для однородной линии с распределенными параметрами.

Основная часть. В двухпроводной линии (рис.1) напряжение между проводами и ток в некоторой точке линии зависит от расстояния X этой точки до начала линии и времени t .



Рис. 1. Двухпроводная линия электропередачи

Обозначим эти функции ответственно через $U(x,t)$ и $i(x,t)$, которые считаем искомыми.

При двухпроводной линии, имеющей конечную длину, величины активного сопротивления R , индуктивности L , емкости C и активная проводимость q между проводами, рассчитанные на единицу длины провода, а также приняв U, i - напряжение и ток в точке x в момент времени t , имеем разность напряжений в начале и в конце рассматриваемого участка линии равна сумме падения напряжения на активном сопротивлении, равном $Rdx \cdot i$, и индуктивного падения напряжения, равного $L \frac{dx}{dt} \cdot dx$.

Поэтому на некотором конечном участке

$$U - (U + \frac{\partial U}{\partial x} dx) = Rdx \cdot i + L \frac{\partial i}{\partial t} dx,$$

то есть

$$\frac{\partial U}{\partial x} + R \cdot i + L \frac{\partial i}{\partial t} = 0 \quad (1)$$

Изменение тока на этом участке обусловлено током утечки и током смещения. Следовательно,

$$i - (i + \frac{\partial i}{\partial x} dx) = qdx \cdot U + \frac{C \partial U}{\partial t} dx,$$

откуда

$$\frac{\partial i}{\partial x} + q \cdot U + C \frac{\partial U}{\partial t} = 0 \quad (2)$$

Полученные уравнения (1) и (2) представляют систему двух уравнений с частными производными первого порядка. Продифференцируем уравнение (1) по x , а уравнение (2) по t

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + R \frac{\partial i}{\partial x} + L \frac{\partial^2 i}{\partial t \cdot \partial x} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 i}{\partial x \partial t} + q \frac{\partial U}{\partial t} + C \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = 0 \quad (4)$$

Исключив одну из неизвестных функций, например ток, из уравнения (4) находим

$$\frac{\partial^2 i}{\partial x \partial t} = -q \frac{\partial U}{\partial t} - C \frac{\partial^2 U}{\partial t^2}. \quad (5)$$

Выделяя из уравнения (2) величину $\frac{\partial i}{\partial x}$

$$\frac{\partial i}{\partial x} = -q \cdot U - C \frac{\partial U}{\partial t} \quad (6)$$

Подставляя полученные значения в выражение (3), получим

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - R(q \cdot U + C \frac{\partial U}{\partial t}) - L(q \frac{\partial U}{\partial t} + C \frac{\partial^2 U}{\partial t^2}) = 0 \quad (7)$$

или

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} + \frac{RC + Lq}{LC} \frac{\partial U}{\partial t} + \frac{Rq}{LC} U - \frac{1}{LC} \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = 0 \quad (8)$$

Исключая функцию U , получим такое же уравнение и для функции i

$$\frac{\partial^2 i}{\partial t^2} + \frac{RC + Lq}{LC} \frac{\partial i}{\partial t} + \frac{Rq}{LC} i - \frac{1}{LC} \frac{\partial^2 i}{\partial x^2} = 0 \quad (9)$$

Проведем анализ уравнений (8) и (9). Рассмотрим краевые условия в линиях конечной длины l . Если в начале линии ($x=0$) включен источник энергии с постоянной электродвижущей силой E , то

$$U|_{x=0} = E \quad (10)$$

Если на конце ($x=l$) линия короткозамкнута, то

$$U|_{x=l} = 0 \quad (11)$$

Рассмотрим установление стационарного режима в безиндукционном проводе, один конец которого заземлен, а другой подключается к источнику постоянного напряжения. Обозначая через φ потенциал некоторой точки провода по отношению к земле, а через x – координату этой точки, отсчитываемую от начала провода в случае отсутствия утечек в линии оно имеет вид

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = CL \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} + CR \frac{\partial \varphi}{\partial t} \quad (12)$$

В случае, если индуктивность линии настолько мала, что ее влиянием можно пренебречь и положить $L=0$, уравнение (12) упрощается и имеет вид

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = CR \frac{\partial \varphi}{\partial t} \quad (13)$$

В случае установившегося режима

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = CR \frac{\partial \varphi}{\partial t} \equiv a^2 \frac{\partial \varphi}{\partial t}, \quad (14)$$

где C, R – емкость и сопротивление единицы длины кабеля.

Если в начальный момент потенциала на проводе нет, в момент $t=0$ к точке $x=0$ подключается постоянное напряжение $\varphi = U$, тогда как конец его $x=l$ заземлен, имеем начальные и граничные условия

$$\begin{aligned} (\varphi)_{t=0} &= 0 \text{ при } 0 < x \leq l \\ (\varphi)_{x=0} &= U, (\varphi)_{x=l} = 0 \end{aligned}$$

Умножим выражение (14) на $e^{-pt} \cdot dt$ и проинтегрируем по t . Для преобразованной функции $\bar{j} = \int_0^{\infty} e^{-pt} \cdot j \cdot dt$ получим уравнение

$$\frac{\partial^2 \bar{\varphi}}{\partial x^2} = \frac{p}{a^2} \bar{\varphi},$$

общий интеграл которого запишем в виде

$$\bar{\varphi} = A \operatorname{sh} \frac{\sqrt{p}}{a} (l-x) + B \operatorname{ch} \frac{\sqrt{p}}{a} (l-x), \quad (15)$$

где A, B – постоянные интегрирования.

Граничные условия для $\bar{\varphi}$ будут

$$(\bar{\varphi})_{x=0} = \int_0^{\infty} e^{-pt} (\varphi)_{x=0} \cdot dt = \frac{U}{p} \quad (16)$$

$$(\bar{\varphi})_{x=l} = \int_0^{\infty} e^{-pt} (\varphi)_{x=l} \cdot dt = 0$$

При данных граничных условиях определим постоянные A и B и в результате имеем

$$\bar{\varphi} = U \frac{\operatorname{sh} \frac{\sqrt{p}}{a} (l-x)}{p \operatorname{sh} \frac{\sqrt{p}}{a} \cdot l} \quad (17)$$

Подставляя полученное значение в выражение

$$f(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} e^{pt} f(\bar{p}) dp,$$

где $p=c+jv$ и $p=c-j\infty$, $p=c+j\infty$ - пределы интегрирования.

Тогда

$$\varphi = \frac{U}{2\pi j} \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} \frac{e^{pt}}{p} \frac{\operatorname{sh} \frac{\sqrt{p}}{a} (l-x)}{\operatorname{sh} \frac{\sqrt{p}}{a} j} \bar{d}p \quad (18)$$

Здесь c должно быть выбрано так, все точки подинтегральной функции остались слева от пути интегрирования. Этими точками являются корни знаменателя, то есть значения $p=p_k$, которые удовлетворяют уравнению

$$p_k \operatorname{sh} \frac{\sqrt{p_k}}{a} l = 0 \quad (19)$$

Эти значения определяются формулой $\frac{\sqrt{p_k}}{a} l = jk\pi$, где k – любое целое число или нуль, тогда

$$p_k = -\left(\frac{\pi a}{l}\right)^2 \cdot k^2, \\ k=0, 1, 2, \dots$$

Из формулы (18) при $p = p_k$; $k > 1$, получаем $c > 0$, так как $a^2 = CR$.

$$\varphi = U \left\{ \left(1 - \frac{x}{l}\right) - \frac{2}{\pi} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{e^{-\left(\frac{k\pi}{l}\right)^2 CRt}}{k} \sin \frac{k\pi x}{l} \right\} \quad (20)$$

Если $e^{-\frac{\pi^2 CR}{l^2}} \ll 1$, то этот ряд сходится быстро и дает удобную форму решения. При малых $\frac{\pi^2 CRt}{l^2}$ сходимость ряда плохая.

Приведенное решение применимо при проводе, имеющем конечную длину.

Для двухпроводной линии передачи постоянного тока от сборки солнечных батарей к преобразовательной установке с трансформатором в подстанции рассмотрим изменение значения тока и напряжения. В методе равномерно распределенной нагрузки, изменяющиеся по времени и месту расположения нагрузки фидерной зоны заменяется равномерно распределенной. Значение равномерно распределенной нагрузки, приходящееся на единицу длины (удельная нагрузка, А/км), выбирают так, чтобы общий расход энергии на линии оставался равным действительному значению. Удельная нагрузка может быть определена по средним токам сборки солнечных батарей и их среднему числу или по расходу энергии в данной фидерной зоне.

$$i = \frac{W_T}{U l}, \quad (21)$$

где W_T – расход энергии на данной фидерной зоне за расчетный период, кВт·ч;

T – расчетный период, ч;

l – длины фидерной зона, км;

U – напряжение в сети, В.

Нагрузка фидера к подстанции (средняя за расчетный период)

$$I_o = i \cdot l_1$$

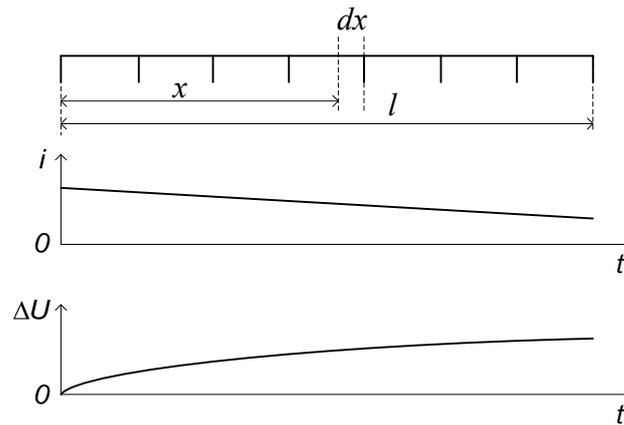


Рис.2. Участок одностороннего питания методом равномерного распределения нагрузки;

ΔU – график изменения потери напряжения вдоль участка, I – график изменения тока вдоль участка.

Потеря напряжения от сборки солнечных батарей до преобразовательной подстанции на расстоянии x от преобразовательной подстанции

$$\Delta U_x = R \left[i(l-x)x + \int_0^x xidx \right] = iR \left(l \cdot x - \frac{x^2}{2} \right) \quad (22)$$

Максимальная потеря напряжения будет при $x=l$

$$\Delta U_{\max} = i \cdot R \cdot \frac{l^2}{2} \quad (23)$$

Потеря мощности при равномерно распределенной нагрузке может быть определена выражением

$$\Delta P = \int_0^l \Delta U_x \cdot idx \quad (24)$$

Для приведенного на рис.2 участка

$$\Delta P = i^2 R \int_0^l \left(lx - \frac{x^2}{2} \right) dx \quad (25)$$

или

$$\Delta P = i^2 R \frac{l^3}{3} \quad (26)$$

В этом методе не учитывают изменение числа сборок, а сосредоточенные нагрузки заменяют распределенными. Поэтому он не дает возможности определять кратковременные максимальные и минимальные значения расчетных величин. Этот метод

может быть применим при расчетах для определения отношения величин при изменении какого-либо параметра.

Выводы:

1. Проведен анализ изменения напряжения в двухпроводной линии, имеющей конечную длину.
2. Для определения максимальных и минимальных расчетных значений изменения напряжения и мощности применен метод равномерно распределенной нагрузки, с помощью которого определяют отношения величин при изменении какого-либо параметра.

Список литературы

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. – М., Высшая школа, 1973, 752 с. ил.
2. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. – М., Наука, 1978, 831с. ил.

УДК 697.317.42

Зайцев О.Н. д.т.н., профессор, Ангелюк И.П. аспирант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Низкотемпературные системы отопления жилых зданий

Рассмотрена возможность применения низкотемпературных систем отопления с различными видами теплоисточников для жилых домов.

Отопление, низкотемпературная система, теплоисточник, тепловой насос, теплоаккумулятор.

Введение.

В последнее время значительно повысились требования к индивидуальным системам отопления. Все большую популярность приобретают системы низкотемпературного отопления и комбинированные системы. Применение подобных систем позволяет достичь большего температурного комфорта в помещении, а также снизить затраты энергоносителей во время эксплуатации системы. Однако, в связи с многообразием систем, возникает проблема рационального использования всех преимуществ той или иной системы для зданий различного типа.

Во время СССР рекомендации по применению низкотемпературных систем ограничивались помещениями, в которых требуется поддержание строго определённого микроклимата [1]. Сейчас существует множество технической литературы по проектированию и эксплуатации таких систем для жилых зданий, выпускаемой в основном фирмами - производителями оборудования, которые не позволяют методологически выявить и рекомендовать рациональную область применения систем конкретного типа.

Цель – обзор видов низкотемпературных систем отопления. **ЗАДАЧА** – выявление области применения низкотемпературных систем отопления для конкретных типов жилых зданий.

Методика исследований. Метод исследований – теоретический с использованием данных экспериментальных исследований других авторов. Выявление особенностей низкотемпературных систем с различными видами теплоисточников в зависимости от типа здания (многоквартирное, коттеджного типа), этажности, географического местоположения, наличия грунтовых вод на участке строительства.

Результаты и их анализ. Низкотемпературными называются системы отопления, температура теплоносителя на входе в которые не превышает 70 °С [2]. С одной стороны, в таких системах могут использоваться традиционные теплоисточники, с другой – система является идеальной для использования нетрадиционных теплоисточников, имеющих невысокий потенциал.

В зависимости от способа нагревания теплоносителя низкотемпературные системы подразделяют на однокомпонентные, имеющие однотипные теплоисточники, и комбинированные, имеющие разные теплоисточники (например, конденсационный котел и солнечная теплонасосная установка).

В качестве теплоносителя могут применяться вода, пар и воздух.

В связи с малым перепадом температур теплоносителя выполняют системы, как правило, насосными, двухтрубными.

При использовании нетрадиционных теплоисточников периодического действия (солнечная энергия, теплота вентиляционных выбросов, канализационных стоков и др.) в систему включают теплоаккумуляторы с жидкими и твердыми заполнителями, а также теплоаккумуляторы, использующие теплоту фазовых превращений, или термохимические. Сейчас теплоаккумуляторы производят многие ведущие фирмы: Bosch, Buderus, Herz, и др. Теплоаккумуляторы обладают высокой степенью надёжности и незначительными теплопотерями. В случае значительной сезонной неравномерности в поступлении теплоты от нетрадиционных теплоисточников можно использовать фунтовые, скальные сезонные теплоаккумуляторы, подземные озера. В подземные озера или заполненные водой горные выработки теплоту подают через гладкотрубные регистры, помещаемые на дне, а отбирают через аналогичные по конструкции теплообменники вблизи поверхности. Теплоаккумуляторы с твердыми заполнителями применяют в системах низкотемпературного воздушного отопления, при этом большое внимание уделяют антибактериальной очистке заполнителя. Для снижения емкости теплоаккумулятора можно использовать теплоаккумулирующие насадки.

В системах низкотемпературного парового отопления используют теплоту конденсации паров теплоносителя, что, способствует уменьшению площади отопительных приборов, снижая капитальные затраты на сооружение системы. С ростом тепловой мощности системы и, соответственно, количества отопительных приборов увеличивается объем отводимого конденсата. В таких системах в качестве теплоносителя используют пары низкокипящих жидкостей.

Если температура теплоисточника, например канализационных стоков (8°С), ниже температуры обслуживаемого помещения – в систему включают тепловой насос. При этом теплоутилизатор подключают по схемам, зависящим от вида теплоисточника.

Внесение дополнительных элементов, таких как тепловой насос, работающий от тепла нетрадиционных источников, бак-аккумулятор и т.д. в конструкцию системы низкотемпературного отопления жилого здания значительно повышает стоимость данной системы.

Использование определённого вида теплоисточника вносит корректировку в конструкцию системы, влияет на её эффективность, а также сужает область её применения для зданий различной постройки. Ниже рассмотрены различные теплоисточники для системы низкотемпературного отопления и даны рекомендации по применению их в зданиях различной постройки.

Низкотемпературный конденсационный котел.

Такие котлы используют скрытую теплоту конденсации водяных паров уходящих газов. КПД тем выше, чем ниже температура обратной воды системы отопления [3]. Могут применяться в качестве теплоисточника для любых зданий. Это наиболее распространённый вариант, так как не требует дополнительных капиталовложений на дорогостоящее оборудование (тепловой насос, бак аккумулятора и т.д.). Однако меньшие

капиталовложения ведут к повышенному расходу энергоносителей по сравнению с другими вариантами.

Солнечная энергия.

Для использование тепла солнца существует множество технических решений. Наиболее распространенный способ – плоский солнечный коллектор. Так как солнечная энергия переменна во времени, необходим теплоаккумулятор, который будет накапливать тепло днем, а отдавать по мере необходимости. Догрев воды для системы отопления можно осуществлять электричеством (тэн в баке-накопителе, электрокотел), газовым котлом, тепловым насосом. В случае теплового насоса необходим будет ещё один бак-накопитель в контуре испарителя [2]. Данные низкотемпературные системы рекомендуется применять для домов коттеджного типа (2-3 этажа), в связи с невысокой требуемой мощностью системы отопления. Здание должно находиться в благоприятной широте с большим числом солнечных дней в году. Здание не должно быть затенено более высокими постройками. Использование солнечных коллекторов для приготовления воды системы отопления совместно с газовым котлом позволяет сэкономить до 30% энергоносителей в год [3].

Геотермальная энергия. Энергия поверхностного слоя грунта.

Грунтовые и подземные воды также как и грунт поверхностных слоев Земли обладают достаточно высокой теплоотдачей и имеют постоянную температуру, что обеспечивает эффективность и стабильность режимов работы тепловых насосов. Утилизированное тепло подается в контур испарителя теплового насоса. Так как эти теплоисточники не зависят от времени суток и сезона года дополнительный теплоаккумулятор не требуется. Применение данных систем ограничивается наличием участка для размещения коллекторов тепла, а также наличием грунтовых вод, следовательно в условиях плотной городской застройки создать такую систему будет сложно. Однако существуют проекты, в которых коллекторы тепла закладывались под фундамент здания, но это требует дополнительного расчёта оснований и фундаментов, то есть применимо только для нового строительства. Системы с этим видом теплоисточника наиболее подойдут для отдельно стоящих домов с прилегающей территорией или домов коттеджного типа. На рис. 1 и 2 представлены принципиальные схемы отбора низкопотенциального тепла подземных вод и грунта соответственно.

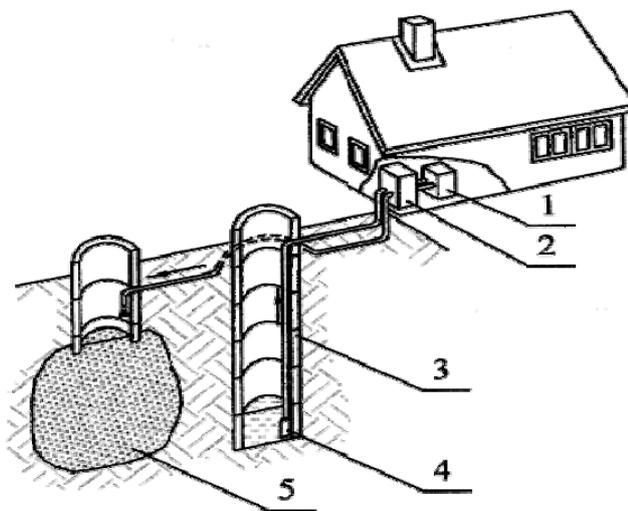


Рис. 1. Теплонасосная система теплоснабжения, использующая тепло подземных вод. 1 - водонагреватель; 2 - тепловой насос; 3 - колодец; 4 - насос; 5 – дренаж.

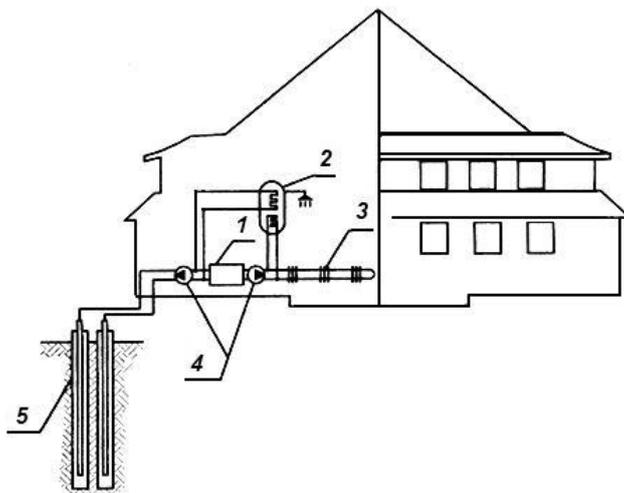


Рис. 2. Вертикальная система сбора низкопотенциального тепла грунта. 1 - тепловой насос; 2 - бойлер для горячего водоснабжения; 3 - нагревательные приборы системы отопления; 4 - циркуляционные насосы; 5- вертикальные термоскважины системы сбора низкопотенциального тепла грунта.

Тепло вентиляционных выбросов и канализационных стоков

Температура вентиляционного воздуха составляет около $+20^{\circ}\text{C}$ и мало изменяется в течение года. Установки для утилизации этого тепла имеют высокий среднегодовой коэффициент преобразования (3 – 4) и могут быть установлены практически во всех существующих жилых зданиях. На рис. 3 приведена схема утилизации вентиляционных выбросов.

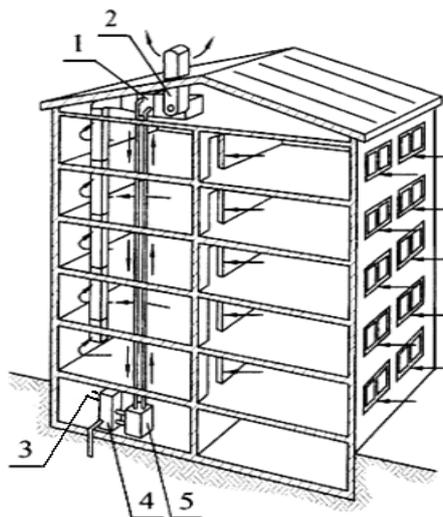


Рис. 3. Теплонасосная система, использующая тепло вентвыбросов приточно-вытяжной системы вентиляции. 1 - рекуператор; 2 - вентилятор; 3 – подключение системы отопления; 4 - бак аккумулятор; 5 - тепловой насос.

Согласно исследованиям, проведённым в Москве, при утилизации 50 % сбросного тепла вентвыбросов жилого фонда к 2020 году можно будет сократить потребление тепловой энергии примерно на 10 млрд кВт•ч в год, что составляет около 20 % прогнозируемых затрат энергии на теплоснабжение жилого фонда города в 2020 году [4].

Сточные воды, подобно внешнему воздуху, являются низкотемпературным источником тепла, который особенно удобен для использования тепловыми насосами. Сточные воды при температуре около $+20^{\circ}\text{C}$ летом и редко менее $+8^{\circ}\text{C}$ зимой имеются, как правило, во всех городских застройках. Согласно данным, приведённым в [5], при использовании теплового насоса, работающего от утилизированного тепла

канализационных стоков, затраты на нагрев воды для нужд ГВС гостиничного комплекса составили 390,6 грн./сутки. Стоимость нагрева газом и электричеством составили 573 грн и 1562,6 грн соответственно. Экономия по сравнению с использованием газа – 31,8%, электричеством – 75%.

Использование тепла вентиляционных выбросов и канализационных стоков возможно для всех видов жилых построек, но экономически эффективное его применение возможно лишь в высотных зданиях. Это определяется количеством отбираемого низкопотенциального тепла - для высотного жилого дома на 50 семей оно значительно больше чем для частного дома на одну семью.

Выводы

1. Применение низкотемпературных систем отопления позволяет достичь большего температурного комфорта, благоприятного микроклимата и снизить потребление энергоносителей.

2. Различные виды теплоисточников вносят коррективу в конструкцию системы и ограничивают возможность её применения для домов различного типа.

3. Применение газового конденсационного котла в качестве теплоисточника возможно для любых жилых домов, но даёт меньшую экономию энергоносителей.

4. Низкотемпературные системы на основе солнечной энергии наиболее эффективны для небольших домов, у которых большая площадь кровли, а теплопотребность системы отопления не велика.

5. Использование геотермальной энергии и тепла поверхностных слоёв Земли возможно для жилых домов с прилегающей территорией.

6. Тепло вентиляционных выбросов и канализационных стоков эффективнее используется в многоэтажных жилых домах.

7. При использовании в качестве теплоисточника нетрадиционной энергии значительно возрастает срок окупаемости системы.

Список литературы

1. Каменев П.Н., Сканава А.Н., Богословский В.Н. и др. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч. I. Отопление. Изд. 3-е перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1975. – 483 с.

2. Богословский В.Н., Сканава А.Н. Отопление: Учеб. Для вузов. – М.: Стройиздат, 1991. – 735с.

3. Гелиоколлекторы Buderus – энергия природы. Ведомости БОШ, № 14, Киев – 2006.

4. Васильев Г.П., Тимофеев Н.А., Бурмистров А.А. Источник вторичных энергоресурсов – вентиляционные выбросы жилых квартир. Журнал «Энергосбережение», №4, Москва – 2010, с.14-18.

5. Климчук А., Троицкий А., Лужанская А. Использование тепла канализационных стоков. Сборник Motrol, №12D, Симферополь-Люблин – 2010, с.74-79.

УДК 628.16.004

Котовская Е.Е., ассистент

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Анализ эффективности работы водопроводных очистных сооружений по органическим загрязнениям

В работе представлены результаты статистического анализа появления в воде водохранилищ централизованного водоснабжения органических загрязнений, определенных по показателю перманганатная окисляемость, получена закономерность распределения данного показателя и ее аналитическое описание

для четырех источников водоснабжения, также, были получены модели распределения и для воды, прошедшей очистку на водопроводных очистных сооружениях города Симферополя. Подсчитана степень очистки воды от органических загрязнений на водопроводных очистных сооружениях. Определена вероятность превышения данным показателем нормативного предела для питьевой воды.

Органические загрязнения, хлорорганические загрязнения перманганатная окисляемость, степень очистки, закон распределения, граничное значение, источники централизованного водоснабжения.

Введение

Одним из главных показателей, определяющих качество воды в поверхностном источнике централизованного водоснабжения в процессе ее подготовки, а также после очистки на водопроводных очистных сооружениях (ВОС), является содержание природных органических соединений (ПОС). Наличие в воде ПОС оказывает влияние прямым или косвенным образом на такие процессы, как подвижность тяжелых металлов и гидрофильных органических соединений, кинетику агрегации коллоидных примесей [1,2].

Кроме первичных природных органических соединений, в поверхностных водах присутствуют продукты жизнедеятельности микроорганизмов - растворимые органические соединения разной природы. Они приводят к образованию нежелательных вторичных продуктов окисления, когда при водоподготовке используют предварительную, промежуточную и заключительную стадии окисления [2].

Вторичные продукты хлорирования являются причиной появления в питьевой воде токсичных хлорорганических соединений, опасных для здоровья человека. Хлорорганические соединения практически не удаляются на последующих стадиях водоподготовки и увеличивают токсичность питьевой воды. Хлорорганические токсиканты обладают канцерогенными, мутагенными, тератогенными свойствами, эмбриотоксичностью, генотоксичностью вызывают аллергические реакции, угнетение нервной системы и нарушение обмена веществ в организме человека [3,4,5].

Остаточное содержание органических загрязнений способствует образованию комплексных соединений с металлами, взаимодействующими с водой, что также оказывает негативное влияние на здоровье человека [6].

Анализ публикаций

В нормативных документах Всемирной организации здоровья (ВОЗ) и Европейского союза (ЕС) требования к питьевой воде намного строже, чем требования нормативных документов Украины ГСанПиН [7] и ГОСТ 2874-82 [8]. Требования по содержанию органических соединений в воде источников централизованного питьевого водоснабжения Украины определены ГОСТ 2761-84 [9] (табл. 1).

Таблица 1

Классификация качества воды поверхностных источников централизованного питьевого водоснабжения по ГОСТ 2761-84

Класс качества	1 класс	2 класс	3 класс
Перманганатная окисляемость, мгО ₂ / дм ³	7	15	20

Для воды, прошедшей очистку на ВОС содержание органических соединений, определенных по показателю перманганатная окисляемость приведены в табл. 2.

Требования нормативных документов для питьевой воды

Нормативный документ	ГОСТ 2874-82	ГСанПиН 383	ВОЗ и ЕС
Перманганатная окисляемость, мгО ₂ / дм ³	не нормируется	<4	<2

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Цель данной работы – анализ эффективности работы ВОС по показателю органические загрязнения. Задачи состоят в получении математических моделей прогноза качества по органическим загрязнениям в воде источника централизованного водоснабжения и в воде, прошедшей очистку на ВОС.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующее: провести статистическую обработку данных по содержанию органических загрязнений в воде источников централизованного водоснабжения и в воде резервуаров чистой питьевой воды (РЧВ), т.е. воды прошедшей очистку на ВОС. Найти закономерности вероятностей распределения значений органических загрязнений, с целью получения прогноза качества воды по данному показателю.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Значение содержания органических загрязнений по показателю перманганатная окисляемость (ПО) в воде четырех источников централизованного водоснабжения г. Симферополя: Симферопольское, Партизанское, Межгорное и Аянское водохранилища, а также в резервуарах чистой питьевой воды гидроузлов на этих водохранилищах за период с 2002 по 2009 годы были обработаны при помощи стандартных статистических методов с определением законов распределения, которые связывают возможные значения ПО с вероятностью их появления. Для аналитического представления результатов в диапазоне измеряемых параметров и их анализа эмпирические данные заменялись теоретическим распределением, с последующей проверкой по критерию согласия Пирсона [10,11].

Результаты и их анализ

В табл. 3 в качестве примера приведены данные по содержанию органических загрязнений, в воде Межгорного водохранилища.¹

Таблица 3

Таблица значений содержания перманганатной окисляемости в воде Межгорного водохранилища

Месяцы	2002 г	2003 г	2004 г	2005 г	2006 г	2007 г	2008 г	2009 г
Январь	6.4	6.6	6.6	7	7	7	6.4	6.4
Февраль	6.4	6.6	6.7	7	7	6.7	6.4	6.8
Март	6.6	6.7	6.7	7	6.8	6.7	6.3	6.4
Апрель	6.3	6.4	6.7	7.1	7	6.6	6.4	7.6
Май	6.4	6.4	6.7	7	7.2	6.5	6.3	7
Июнь	6.7	6.4	7	7	7.2	6.5	6	7
Июль	7.6	6.4	7	7.2	7	6.6	6	7
Август	7	6.5	7	7	7.3	6.6	6.3	7.12
Сентябрь	6.6	6.4	7.1	7.2	7	6.8	5.8	7
Октябрь	6.7	6.6	6.7	7.2	6.7	6.6	6	7.12
Ноябрь	6.4	6.5	6.8	7.1	6.8	6.5	6	7.12
Декабрь	7	6.8	6.8	7	7	6.4	6.4	7.1

Полученные результаты обработки статистических данных сведены в табл. 4, в которой представлены минимальные (PO_{\min}), и максимальные (PO_{\max}) значения, среднее квадратическое отклонение σ_{PO} , математическое ожидание $M(PO)$ и аналитический закон распределения органических загрязнений для четырех источников централизованного водоснабжения г. Симферополя.

Таблица 4

Сводная таблица результатов обработки значений ПО для четырех источников централизованного водоснабжения г. Симферополя

Источник	PO_{\min}	PO_{\max}	$M(PO)$	σ_{PO}	Закон распределения
Симферопольское	2	9	4,646	1,591	$f(PO) = 0,219 \cdot e^{-0,198(PO-4,646)^2}$
Партизанское	2,94	5,52	4,041	0,592	$f(PO) = 0,217 \cdot e^{-1,43(PO-4,041)^2}$
Межгорное	5,8	7,6	6,656	0,346	$f(PO) = 0,346 \cdot e^{-0,4167(PO-6,656)^2}$
Аянское	0,6	4,8	2,381	1,009	$f(PO) = 0,208 \cdot e^{-0,491(PO-2,381)^2}$

1. Данные центральной аккредитованной химической лаборатории КРП «ППВКХ г. Симферополя»

На рис. 1 представлены плотности распределения для четырех источников централизованного водоснабжения г. Симферополя, представлено математическое ожидание для каждого распределения, а также указаны предельные значения для PO_{\lim} , соответствующие 1 классу по [9].

Из рис. 1 следует, что значение теоретической частоты распределения содержания органических загрязнений Межгорного и Симферопольского водохранилища превышает предельное значение для источника 1 класса. Содержание органических загрязнений для Партизанского и Аянского водохранилища практически не превышают предельное значение.

Определим вероятности превышения предельного значения содержания органических веществ в воде Симферопольского и Межгорного водохранилища по формуле:

$$P(PO > 7) = 1 - \Phi\left[\frac{(M(PO) - 7)}{\sigma}\right], \quad (1)$$

Где $M(PO)$ – математическое ожидание концентрации органических загрязнений в воде водохранилищ; σ – среднее квадратическое отклонение концентрации органических загрязнений в воде водохранилищ.

$$\Phi(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du - \text{функция Лапласа.}$$

Для воды из Симферопольского водохранилища:

$$P(X > 7) = 1 - \Phi\left(\frac{4,646 - 7}{1,591}\right) = 1 - \Phi(1,479) = 1 - 0,9306 = 0,0694;$$

Для воды из Межгорного водохранилища:

$$P(X > 7) = 1 - \Phi\left(\frac{6,656 - 7}{0,346}\right) = 1 - \Phi(0,99) = 1 - 0,338 = 0,6611$$

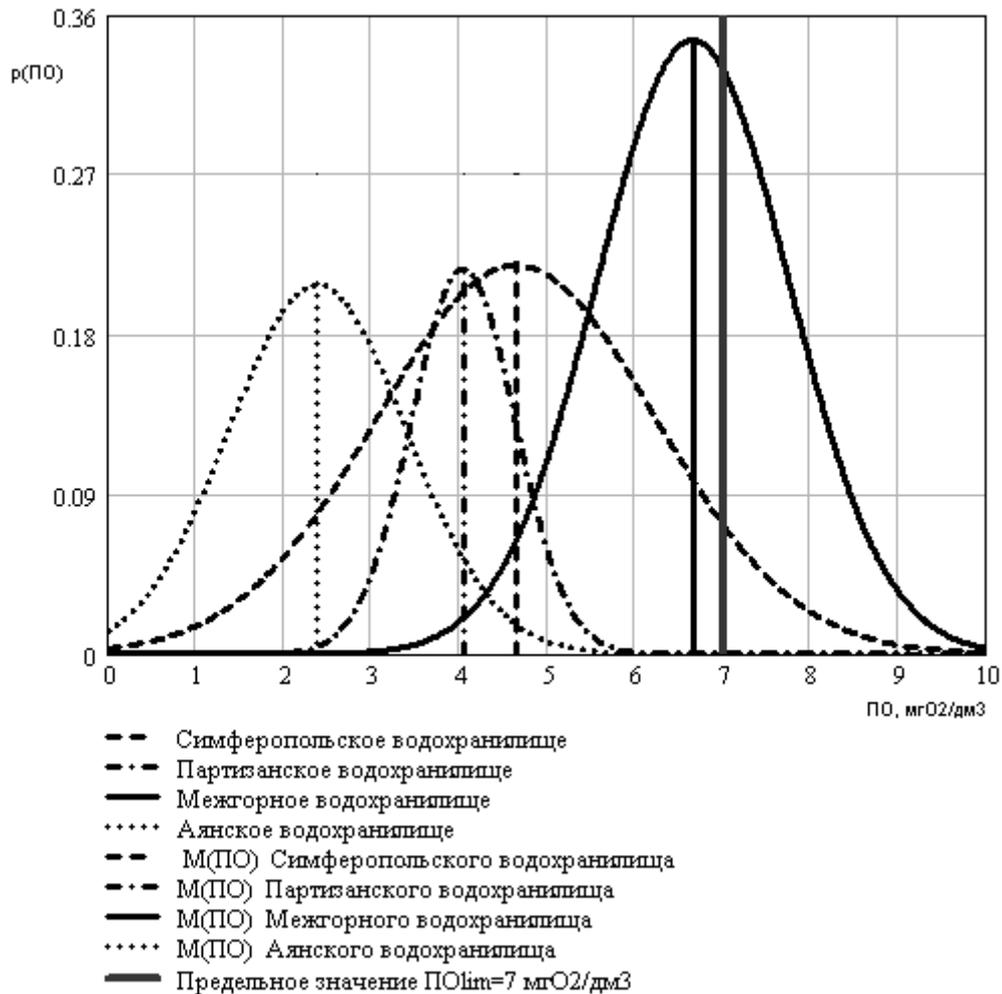


Рис. 1. Зависимость теоретической частоты значений ПО для четырех водохранилищ, и предельное значение $PO_{lim}=7 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$.

Таким образом, вероятность превышения содержания органических загрязнений предельного значения: для Симферопольского водохранилища составляет 6,94 %; для Межгорного водохранилища - 66,11%. Видно, что наибольшая вероятность превышения предельного значения содержания органических веществ соответствует воде из Межгорного водохранилища (66,11%).

Аналогичный комплекс параметров был определен для воды из РЧВ, то есть, воды прошедшей очистку на водопроводных очистных сооружениях. Очистные сооружения Симферопольского, Партизанского, Межгорного гидроузла представляют собой двухступенчатую схему очистки: горизонтальные отстойники и скорые фильтры, с применением коагулянтов и флокулянтов. Для обеззараживания воды применяется хлорирование. Вода Аянского гидроузла очистке не подвергается, только обеззараживание при помощи бактерицидных ламп. Результаты расчетов по обработке значений органических загрязнений для воды четырех гидроузлов сведены в табл. 5.

Сводная таблица результатов обработки значений ПО для воды из четырех резервуаров чистой питьевой воды

Название гидроузла	ПО _{min}	ПО _{max}	$M(ПО)$	$\sigma_{ПО}$	Закон распределения
Симферопольский	1,9	6,56	4,179	0,928	$f(ПО) = 0,25 \cdot e^{-0,581(ПО-4,179)^2}$
Партизанский	2,18	4,9	3,306	0,577	$f(ПО) = 0,235 \cdot e^{-1,502(ПО-3,306)^2}$
Межгорный	5	7	5,931	0,411	$f(ПО) = 0,243 \cdot e^{-2,959(ПО-5,931)^2}$
Аянский	0,6	4,8	2,381	1,009	$f(ПО) = 0,208 \cdot e^{-0,491(ПО-2,381)^2}$

На рис. 2 представлены плотности распределения содержания органических загрязнений для воды четырех гидроузлов г. Симферополя, а также указаны лимитирующие значения содержания органических веществ стандарты ВОЗ и ЕС и ГСанПиН, соответственно $ПО_{lim}=2\text{мгО}_2/\text{дм}^3$ и $ПО_{lim}=4\text{мгО}_2/\text{дм}^3$.

Из рис. 2 следует, что содержание органических загрязнений в воде из РЧВ четырех гидроузлов г. Симферополя превышает предельное значение.

Определим вероятности превышения значений органических соединений граничного значения на уровне $4 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ по формуле:

$$P(ПО > 4) = 1 - \Phi\left[\frac{(M(ПО) - 4)}{\sigma}\right], \quad (2)$$

Для воды из РЧВ Симферопольского гидроузла:

$$P(X > 4) = \Phi\left(\frac{4,179 - 4}{0,928}\right) = \Phi(0,193) = 0,5765;$$

Для воды из РЧВ Партизанского гидроузла:

$$P(X > 4) = 1 - \Phi\left(\frac{3,306 - 4}{0,577}\right) = 1 - \Phi(-1,203) = 1 - 0,8855 = 0,115;$$

Для воды из РЧВ Межгорного гидроузла:

$$P(X > 4) = \Phi\left(\frac{5,931 - 4}{0,411}\right) = \Phi(4,698) = 1;$$

Для воды Аянского гидроузла:

$$P(X > 4) = 1 - \Phi\left(\frac{2,381 - 4}{1,009}\right) = 1 - \Phi(-1,605) = 1 - 0,9457 = 0,054.$$

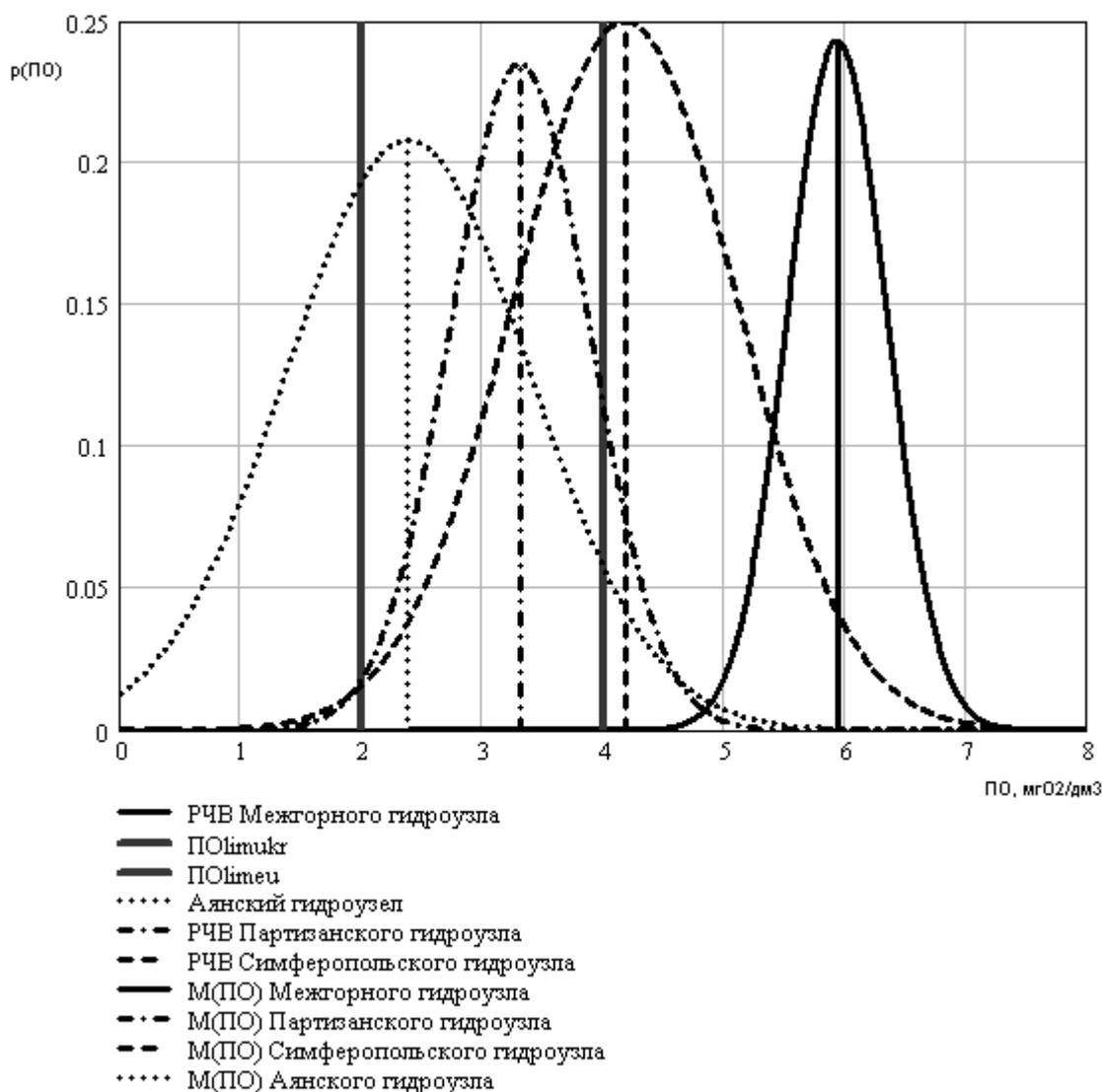


Рис. 2. Зависимость теоретической частоты значений ПО для воды из четырех РЧВ, и предельное значение ПО (стандарты ВОЗ и ЕС и ГСанПиН).

Таким образом, вероятность превышения содержания органических загрязнений предельного значения для воды из РЧВ Симферопольского гидроузла составляет 57,65 %; для воды из РЧВ Межгорного гидроузла - 100%, воды из РЧВ Партизанского гидроузла – 11,5%, воды из РЧВ Аянского гидроузла – 5,4 %.

Эффективность работы водопроводных очистных сооружений по снижению содержания органических соединений оценим по формуле:

$$\frac{M(PO_{II}) - M(PO_{РЧВ})}{M(PO_{II})} \cdot 100, \quad (3)$$

где $M(PO_{II})$ - математическое ожидание концентрации органических загрязнений в воде источника централизованного водоснабжения;

$M(PO_{РЧВ})$ - математическое ожидание концентрации органических загрязнений в воде РЧВ.

Симферопольские ВОС:

$$\frac{4,646 - 4,179}{4,646} \cdot 100 = 10,05\% ;$$

Партизанские ВОС:

$$\frac{4,041 - 3,306}{4,041} = 18,18\% ;$$

Межгорные ВОС:

$$\frac{6,656 - 5,931}{6,656} \cdot 100 = 10,89\% .$$

Следовательно, степень удаления органических загрязнений на водопроводных очистных сооружениях составляет от 10,05% до 18,18%, тогда остаточное содержание органических загрязнений (89,95% и 81,82%) поступает в питьевую воду.

Повысить эффективность работы ВОС можно при использовании устройства для очистки воды, принцип работы которого описан в [12], позволяющее снизить содержание органических соединений еще на 40 %. За счет применения сорбционного фильтра на основе активированного угля.

Выводы

1. Установлено, что содержание органических загрязнений в питьевой воде негативно влияет на здоровье человека.

2. Определены функции распределения содержания в воде органических загрязнений по показателю перманганатная окисляемость для четырех источников централизованного водоснабжения г. Симферополя и выявлено, что они подчинены нормальному закону распределения.

3. Выявлено, что значения вероятности распределения содержания органических соединений в воде Межгорного и Симферопольского водохранилищ превышают значения граничной концентрации органических веществ в воде источников централизованного водоснабжения на 66,11% и 6,94% соответственно.

4. Наибольшая концентрация органических веществ находится в воде Межгорного водохранилища, воды которого были подвергнуты наибольшему антропогенному воздействию. Математическое ожидание органических загрязнений соответствует 6,656 мгО₂/л.

5. Определено, что вероятность превышения граничного значения содержания органических загрязнений в воде, прошедшей очистку на водопроводных очистных сооружениях составляет для воды из РЧВ Симферопольского гидроузла - 57,65%; для воды из РЧВ Межгорного гидроузла – 100%; для воды из РЧВ Партизанского гидроузла – 11,5 %; и для воды из РЧВ Аянского гидроузла – 5,4%.

6. Барьерная способность водопроводных очистных сооружений относительно органических загрязнений составляет: Симферопольские ВОС - 10,05%; Партизанские ВОС – 18,19%; Межгорные ВОС -10,89%.

Список литературы

1. Гончарук В.В., Клименко Н.А., Скубченко В.Ф., Медведовский В.В. Состояние источника централизованного водоснабжения и его влияние на качество питьевой воды. - Химия и технология воды.-2005.-27, №6-С.559-582.

2. Чеботарева Р.Д., Баштан С.Ю., Гончарук В.В. Электрокалитическая деструкция гуминовых кислот в процессах водоподготовки. - Химия и технология воды.-2001.-23, №5-С.501-509.

3. Schenck K., Lykins B., Wymer L. // Environ. and Mol.Mutagenes. —1998. —31, Suppl. №29. —Р. 36.

4. Kool H.J. // Environ. Health Respect. —1982. —V. 46. —Р. 207-214.

5. Le Curieux, Gauthier L, Erb F., Mazzin D. // Environ.Mutagen. and Relat. Subj. —1996. —360, N3. —Р. 216-217.

6. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П. Обеспечение качества питьевой воды в свете новых нормативных требований. - Водоснабжения и санитарная техника.-2004.-№9 – С. 21-26.

7. Государственные санитарные правила и нормы «Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения». №383 от 23.12.96.

8. ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством». - М., 1982.

9. ГОСТ 2761-84. «Источники централизованного водоснабжения. Гигиенические требования. Правила выбора и контроль качества». – М., 1984.

10. Бурмкулов Ф.Х. Мировская Е.А. Основы теории вероятностей и математической статистики. – М.: Издательство стандартов, 1981. 164 с., ил.

11. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1979. – 400 с., ил.

12. Пат. 45093 Украина, МПК СО2F 1/00, В01D 25/00. Установка для очистки воды/ Котовская Е.Е., заявитель и патентообладатель НАПКС. - № u200905184, заявл. 25.05.2009 г.; опубл. 26.10.2009 г., Бюл. №20.

УДК 662.612-428.4

Топорен С.С., аспирант

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Совершенствование теплогенерирующих установок малой мощности путем управления аэродинамикой топки

Рассмотрен способ организации сжигания топлива в топках жаротрубных котлов основанный на эффекте Ранка

Теплогенератор, эффект Ранка, возвратно-вихревые течения, энергосберегающий эффект

Введение.

В условиях сложившихся политической и экономической ситуаций остро встала угроза топливно-энергетического кризиса. Для избегания этого необходимо эффективно использовать ресурсы страны. После принятия Верховной Радой Украины закона «Об энергосбережении» разумное, экономически выгодное сжигание полезных ископаемых стало главной задачей развития отрасли. Выполненные в последние годы исследования показали, что теплогенерирующие установки большую часть времени работают в условиях неполной нагрузки ввиду особенностей подбора оборудования [11]. Наиболее перспективно увеличить коэффициент использования топливных ресурсов за счет увеличения КПД теплогенерирующих установок в нестационарных режимах путем улучшения аэродинамики топок котлов при взаимодействии закрученных потоков.

Анализ публикаций.

Эффективность работы децентрализованных систем отопления в первую очередь зависит от применяемых водогрейных котлов. Основными требованиями, предъявляемыми заказчиком к такому оборудованию, являются надежность, безопасность, приемлемое соотношение цена/качество и экономичность. И если перечисленные условия выполняются фирмами-производителями достаточно успешно, то экономичность, особенно в условиях неполной нагрузки существенно различается в зависимости от организации сжигания топлива.

В газодинамике вихревых течений известно такое нетривиальное явление, как эффект Ранка (эффект Ранка-Хилша, или вихревой эффект), заключающийся в том, что в вихревых трубах достаточно простой геометрии

(рис. 1) происходит разделение потока газа на два, один из которых периферийный имеет температуру выше температуры исходного газа, а второй центральный соответственно ниже. Этот эффект выглядит еще более

парадоксальным, если учесть, что, как и в случае вихревой стабилизации газовых разрядов [1], архимедовы силы должны были бы привести к "всплытию" в центре вихря более горячего газа.

Эффект температурного разделения газов был обнаружен Ранком в 1931 г. при исследовании процесса в циклоне-пылеуловителе [2]. После Второй мировой войны началось интенсивное экспериментальное и теоретическое исследование этого эффекта, которое не прекращается и по сей день. Техническая простота эффекта стимулировала активность изобретателей. Опираясь в своей работе на часто весьма сомнительные теории или действуя эмпирически, они нашли массу способов усовершенствования первых вихревых труб, а также чрезвычайно расширили область их применения. Спектр разработанных и применяющихся устройств, использующих вихревой эффект, чрезвычайно широк [3-5], а их возможности впечатляющи. Так, "в лучших конструкциях, предназначенных для получения холода, температура на оси достигает приблизительно -200°C при исходной комнатной температуре" [6]. Кроме того, эффект Ранка обсуждался в книгах по проблемам вихревого движения [7-10].

Цель работы.

Целью настоящей работы является совершенствование теплогенерирующих установок малой мощности путем использования аэродинамики закрученных потоков. Большая часть исследований вихревого эффекта проводилась с использованием воздуха, но не меньший интерес представляет его изучение на других газах.

Это важно не только с точки зрения выяснения возможностей применения вихревого эффекта в различных областях техники, особенно в химической промышленности, но и для более глубокого понимания его физической сущности.

С этой целью в работе [12] проводилось сравнительное исследование вихревой трубы на различных газах: воздухе, метане, углекислом газе и аммиаке, имеющих заметно отличные физические свойства.

Методика исследований.

Поставленная цель достигалась путем моделирования процессов сжигания газообразного топлива в топочной камере с помощью программы Cosmos Flow Work и проведение натурных экспериментов на испытательном стенде.

Результаты экспериментов показали, что при одинаковых условиях работы вихревой трубы на этих газах получаемые эффекты охлаждения имеют вполне определенную закономерность, а именно: подсчитанные по ним значения температурной эффективности близки друг к другу.

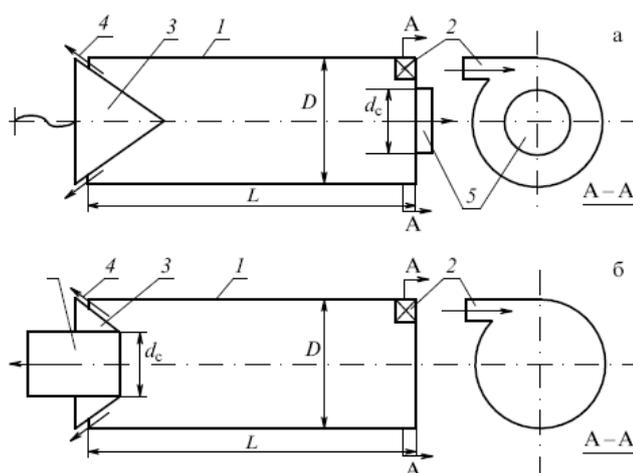


Рис. 1. Принципиальная схема вихревых труб: (а) противоточного типа, (б) прямоточного типа. 1 — гладкая цилиндрическая труба, 2 — завихритель тангенциального или улиточного типа для подачи сжатого газа, 3 — дроссельный кран (дроссель, вентиль), 4 — выход горячего газа через кольцевую щель, 5 — диафрагма для выхода холодного газа.

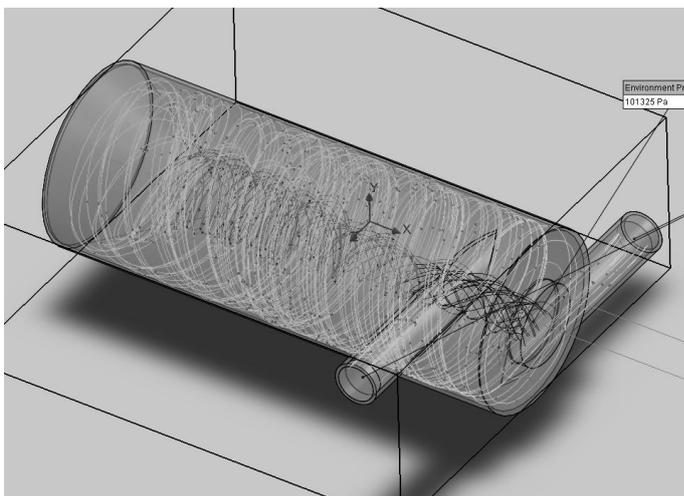


Рис. 2 Линии токов в модели
Flow parameters:
Flow vectors direction: Swirl
Velocity normal to face: 30 m/s
Angular velocity: 5 rad/s
Radial velocity: 30 m/s
Thermodynamic parameters
Temperature: 1593.2 K

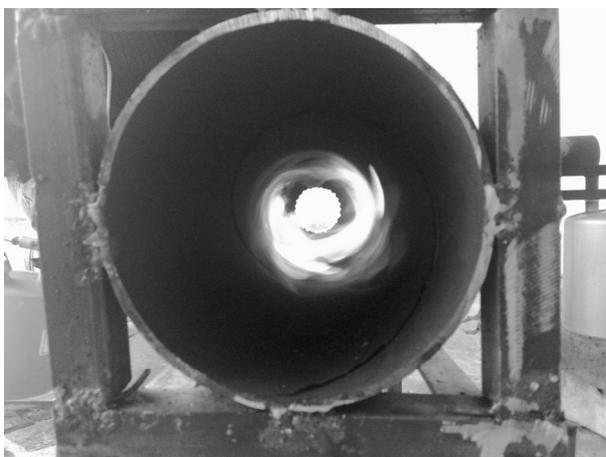


Рис. 3 Испытательный стенд

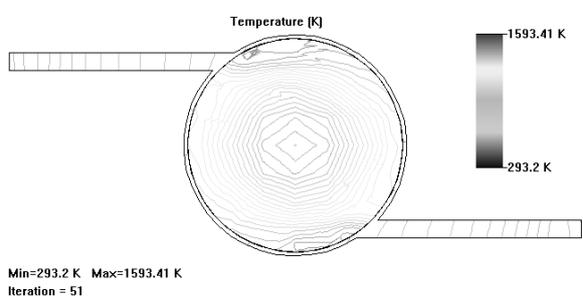


Рис. 4 Поле температур в сечении тангенциальных патрубков

Результаты и их анализ.

Исследования эффекта Ранка нельзя считать законченными, даже если предлагаемая гипотеза покажется приемлемой большинству исследователей. Требуется еще проведение как теоретических, так и экспериментальных изысканий для придания ей статуса теории. В качестве теоретических задач на первый план выдвигается необходимость построения более строгой модели энергетического разделения с учетом таких факторов, как

- кинетика движения микрообъемов и обмена кинетической энергией;
- реальное, зависящее от начальных условий, распределение микрообъемов по величине поступательной скорости;
- поступление в центральную часть потока турбулентных образований из пограничного слоя;
- зависимость поступательной скорости выходящего из трубы газа от радиуса.

Выводы

Представляется исключительно важным широкое исследование возвратно-вихревых течений с целью их использования в энергетических и химико-технологических аппаратах для эффективного перераспределения располагаемой тепловой энергии в зависимости от текущей потребности.

Список литературы

1. Гольдштик М Л (Ред.) Вихревая термоизоляция (Новосибирск:Наука, 1979)
2. Ranque G J /. Phys. Radium 4 112 (1933)
3. Меркулов Л П Вихревой эффект и его применение в технике(М.: Машиностроение, 1969)
4. Суслов Л Д и др. Вихревые аппараты (М.: Машиностроение,1985)
5. Меркулов А П (Ред.) Вихревой эффект и его применение втехнике (Куйбышев: КуЛИ, 1988)
6. Гольдштик М А, Штерн В Н. Яворский Н И Вязкие течения спарадоксальными свойствами (Новосибирск: Наука, 1989)
7. Халатов Л А Теория и практика закрученных потоков (Киев:Наукова думка, 1989)
8. Гольдштик М А Вихревые потоки (Новосибирск: Наука, 1981)
9. Штым А Н Аэродинамика циклонно-вихревых камер (Владиво-сток: Дальневост. универ., 1985)
10. Гупта А, Лилли Д, Сайред Н Закрученные потоки (М.: Мир,1987)
11. Зайцев О.Н. Управление аэродинамической обстановкой в рабочем объеме теплогенерирующих установок.// Вісник ОДАБА №7, 2002, с. 60-64
12. Мартыновский В. С., Алексеев В. П., Термодинамический анализ эффекта вихревого температурного разделения газов и паров, Теплоэнергетика, 1955, № 11.

Анотації (на українській мові)

Лівшиц Б.Р., Халикова Д.Ф. Обґрунтування вибору архітектурного типу СПБУ для глибинних районів Чорного моря

Розглядаються питання визначення металоємкості опорних колон сучасних СПБУ. На основі оціночних розрахунків робиться висновок про металоємкість опорних колон в залежності від форми корпусу, кількості й форми колон.

Самоніна К.Г., Бабєєв К.В. Розвиток екологічних технологій в сучасній архітектурі

У статті проводиться аналіз екологічної ситуації, що склалася, визначається можливість мінімізації екологічних проблем шляхом впровадження в архітектурно-планувальну сферу новітніх еконейтральних технологій на основі застосування нетрадиційних джерел енергії і внутрішнього озеленення будівель і споруд. Розглядаються житлові, громадські і адміністративні будівлі, а також багатофункціональні житлові комплекси.

Сідорова В.В. , Коломєєць Л.О. . Організація багатофункціональних розважальних комплексів в умовах приморських курортів

Проводиться аналіз рівня існуючих розважальних установ і їх відповідності з сучасними потребами людей в розвагах. Дано визначення багатофункціонального комплексу. Розглянуті особливості розміщення установ і комплексів розваг в структурі приморських курортних міст, визначений склад функціональних блоків розважальних комплексів.

Сідорова В.В., Терпугова О.Р. Планувальна організація сучасних приморських пляжів

В статті аналізується що існує функціонально - планувальна організація сучасних приморських пляжів світу різного значення. Розглядаються суспільні, лікувальні, курортні пляжі. Виявлені основні проблеми розвитку пляжних територій курортів. Запропоновані деякі шляхи виходу з проблемної ситуації, що склалася.

Ажермачов С.Г. Наближений метод розрахунку шпренгельних підкранових балок

Розглядається графоаналітичний метод розрахунку шпренгельних балок на рухливе навантаження. Даються рекомендації для більш ефективної роботи жорсткого верхнього пояса.

Балакчина О.Л., , Сребняк В.М. Выбор монтажных кранов и опалубочных конструкций при строительстве сталежелезобетонных мостов

Даны практические рекомендации по выбору кранов для монтажа конструкций пролетного строения, предложены опалубочные конструкции для бетонирования железобетонных плит ездового полотна сталежелезобетонных мостов

Гайкова О.М., Савченко О.В. Проблема збереження вогнезахисної ефективності покриттів, що спучуються, для металевих конструкцій

Наведено результати аналізу методів оцінки терміну служби вогнезахисних покриттів. Обґрунтована необхідність проведення досліджень, що на розроблення методики прогнозування збереження вогнезахисної ефективності покриттів, що спучуються, для металевих конструкцій.

Колесникер И.М. Строительство в курортной зоне

На основе новых нормативных документов (Закона Украины «О туризме» введенном в действие с 1.01.2003 года, ДБН-380-92**, ДБН В.3.2-20 2008, ДСТУ 4259) рассматриваются основные требования к планировке и строительству в курортной зоне.

Дана классификация туристических зданий, требования к размещению санитарно-курортных учреждений, жилой застройки, строительству и расширению действующих промышленных предприятий, проектированию уличной дорожной сети.

Панюков Э.Ф., Панюков С.Э. Огнестойкость железобетонных колонн с учётом пространственной работы каркасов в жилых многоэтажных зданиях

Розроблено метод оцінки вогнезбереження залізобетонних колонн з урахуванням просторової роботи каркаса багатопверхових будівель, що значно впливає на перерозподіл зусиль між нагрітими і такими, що не підлягалися дії локальної пожежі конструкціями при дії вітрових або сейсмічних навантажень.

Сребняк В.М., Литовченко П.А., Жигна В.В., Жигна М.В. Результаты испытаний сталежелезобетонного моста пролетом 36 м через мелиоративный канал

Приведен опыт проектирования и строительства сталежелезобетонного моста пролетом 36 м через оросительный канал и результаты его испытания статической нагрузкой. Результаты испытаний хорошо согласуются с параметрами напряженно-деформированного состояния конструкций моста под нагрузкой, полученными путем численного моделирования с помощью вычислительного комплекса «ЛИРА».

Любомирський М.В., Воробйов Д.М. Світовий досвід досліджень в області штучної карбонізації вапняних систем

Проведений аналіз досліджень штучної карбонізації в різних країнах Світу. Встановлені загальні тенденції розвитку прискореної штучної карбонізації як ефективного інноваційного методу боротьби з глобальним потеплінням. Проаналізовані експериментальні дані провідних бельгійських, японських, італійських, австралійських і іспанських вчених по вивченню процесу штучної карбонізації вапняних систем і розчинів, що були представлені на міжнародних конференціях АСЕМА. Відмічені практичні впровадження технологій виробництва будівельних матеріалів на основі вапна шляхом їх штучної карбонізації.

Джемалетдинов Н. Р., Пушкарев Б. А. Прочность перегородок и их креплений на действие местных сейсмических нагрузок

Рассмотрены методы расчета прочности перегородок и их креплений при действии местных сейсмических нагрузок.

Дьяков І.М., Мравець Д.А. Види і причини локального руйнування гравітаційних підпірних стін в складних інженерно-геологічних умовах Криму.

Розглянуті різні види руйнування гравітаційних підпірних стін в умовах Криму. Виявлені передбачувані причини локальних руйнувань, що враховують взаємну роботу стіни, ґрунту засипки і основи.

Сухорученко С.К. Змінення еколого-геологічного стану набухаючих нижньокрейдяних глин Кримського Передгір'я у природних та природно-техногенних системах.

У статті розглянуті основні природні і техногенні фактори формування нижньокрейдяних глин Кримського Передгір'я. У перше наведені кількісні показники погіршення стану досліджуваних глин у природних та природно-техногенних системах.

Боровський Б.Й. Екологічні особливості використання водовугільного палива в побутових і виробничих котельних

Водовугільне паливо може стати альтернативою мазуту, якщо українське вугілля обоготити до зольності 0,5% за російською технологією «ЭКОВУТ»

Павлюк В.И. Соляні родовища Передкарпаття і Світу та особливості розвитку і активізації карсту на ділянках їхнього видобування

Зроблено огляд територій поширення сольових відкладів Передкарпаття і Світу. Виділено особливості розвитку та активізації карстових процесів на них.

Хван В.С. Аппарат для сухой очистки воздуха от пыли.

Розглядається розроблений ефективний апарат для очищення повітря від пилу, призначений для витяжної системи вентиляції в будівельній індустрії. Процес очищення повітря від пилу в апараті заснований на втрати кінетичної енергії частинками пилу при зіткненні об поверхню кілець, встановлених всередині корпусу пиловловлювача, і наступного осадження частинок пилу під дією сил гравітації

Бекиров Э.А. Двухпроводная линия распределенной нагрузки в цепях постоянного тока солнечных электростанций при наличии изменяющихся параметров

Розглядаються процеси, що відбуваються в двопровідних лініях, що сполучають складки сонячних батарей з преобразовательной підстанцією. Приведені вирази для визначення втрат напруги в двопровідній лінії і втрат потужності при рівномірно розподіленому навантаженні.

Зайцев О.М. , Ангелюк І.П. Низькотемпературні системи опалення житлових будівель

Розглянута можливість застосування низькотемпературних систем опалення з різноманітними джерелами тепла для житлових будівель.

Котовська О.Є. Аналіз ефективності роботи водопровідних очисних споруд за показником органічні забруднення.

В роботі наведені результати статистичного аналізу з'явлення в воді водосховищ централізованого водопостачання органічних забруднень за показником перманганатна окислюваність, отримано закономірність розподілення даного показника і його аналітичне описання для чотирьох джерел водопостачання, також, моделі розподілення отримані і для води, яка пройшла очистку на водопровідних очисних спорудах. Розрахована степінь очистки води від органічних забруднень на водопровідних очисних спорудах міста. Розраховані вероятності перевищення даним показником нормативу.

Топорен С.С. Совершенствование теплогенерирующих установок малой мощности путем управления аэродинамикой топки

Розглянут спосіб управління аеродинамікою в топкових пристроях жаротрубних котлів заснований на ефекті Ранка

Содержание

Раздел 1. АРХИТЕКТУРА.....

Лившиц Б.Р., Халикова Д.Ф. Обоснование выбора архитектурного типа СПБУ для глубоководных районов Черного моря.....

Самонина К.Г., Бабеев К.В. Развитие экологических технологий в современной архитектуре.....

Сидорова В.В., Коломеец Л.А. Организация многофункциональных развлекательных комплексов в условиях приморских курортов.....

Сидорова В.В., Терпугова Е.Р. Планировочная организация современных приморских пляжей

Раздел 2. СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ.....

Ажермачев С.Г. Приближенный метод расчета шпренгельных подкрановых балок.....

Балакчина О.Л., Сребняк В.М. Выбор монтажных кранов и опалубочных конструкций при строительстве сталежелезобетонных мостов.....

Гайковая О.Н., Савченко О.В. Проблема сохранения огнезащитной эффективности вспучивающихся покрытий для металлических конструкций.....

Колесникер И.М., Строительство в курортной зоне

Панюков Э.Ф., Панюков С.Э. Огнесохранность железобетонных колонн с учётом пространственной работы каркасов в жилых многоэтажных зданиях.....

Сребняк В.М., Литовченко П.А., Жигна В.В., Жигна М.В. Результаты испытаний сталежелезобетонного моста пролетом 36 м через мелиоративный канал.....

Раздел 3. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Любомирский Н.В., Воробьев Д.М. Мировой опыт исследований в области искусственной карбонизации известковых систем

Раздел 4. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ, МЕХАНИКА И СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ.....

Джемалетдинов Н. Р., Пушкарев Б. А. Прочность перегородок и их креплений на действие местных сейсмических нагрузок

И.М. Дьяков к.т.н., Д.А. Мравец. Виды и причины локального разрушения гравитационных подпорных стен в сложных инженерно-геологических условиях Крыма.....

Сухорученко С.К. Изменение эколого-геологического состояния набухающих
нижнемеловых глин Крымского Предгорья в природных и природно-техногенных
системах

Раздел 5. ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Боровский Б.И. Экологические особенности использования водоугольного топлива в
бытовых и производственных котельных.....

Павлюк В.И. Соляні родовища Передкарпаття і Світу та особливості розвитку і
активізації карсту на ділянках їхнього видобування

Хван В.С. Аппарат для сухой очистки воздуха от пыли.

**Раздел 6. ВОДООБЕСПЕЧЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ,
ГИДРОМЕЛИОРАЦИЯ, ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ЭНЕРГЕТИКА.....**

Бекиров Э.А. Двухпроводная линия распределенной нагрузки в цепях постоянного
тока солнечных электростанций при наличии изменяющихся параметров.....

Зайцев О.Н., Ангелюк И.П. Низкотемпературные системы отопления жилых зданий

Котовская Е.Е. Анализ эффективности работы водопроводных очистных
сооружений по органическим загрязнениям

Топорен С.С. Совершенствование теплогенерирующих установок малой мощности
путем управления аэродинамикой топки.....

Збірник наукових праць
«Будівництво та техногенна безпека»
37/2011

Сборник научных трудов
«Строительство и техногенная безопасность»
37/2011

Под общей редакцией докт. техн. наук Э.Ф. Панюкова
Технический редактор Т.И. Пчелинцева

Компьютерная верстка

К.А. Янушковский
В.А. Белавский

Подготовлено к печати в РИО
«Национальной академии природоохранного
и курортного строительства»

Подписано к печати _____ г.
Формат 60x84 1/8. Гарнитура Times New Roman
Усл. п.л. _____, Тираж 300 экз.

Отпечатано с оригинал-макетов заказчика
в типографии ФЛП Бражниковой Н.А.
г. Симферополь, ул. Декабристов, 21, оф. 105,
Тел. (0652) 70-63-31, 050-648-89-34
e-mail: braznikov@mail.ru