

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО



№ 63/1 /2017

Міжвідомчий науково-технічний збірник (технічні науки)

Міністерство регіонального розвитку, будівництва
та житлово-комунального господарства України;
Академія будівництва України;
ДП "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва" (НДІБВ);
Київський національний університет
будівництва та архітектури (КНУБА);
ХК "Київміськбуд"; СП "Основа-Солсіф"; "Ізотоп" LTD (Ізраїль)

VI Міжнародна
науково-технічна конференція
присвячена 70-річчю ювілею ДП "НДІБВ"
та 80-річчю від дня народження
д.т.н., професора Балицького В.С.

"НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ"

Забезпечення експлуатаційної придатності об'єктів будівництва.

Проектування, будівництво, експлуатація.

Науково-технічний супровід.

24 – 26 травня 2017 р. м. Київ

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 21921-11821ПР від 23.03.2016 р.
Наказ Міністерства освіти і науки України про реєстрацію фахового видання
№ 515 від 16.05.2016 (технічні науки) та № 1222 від 07.10.2016 (економічні)

Міжвідомчий науково-технічний збірник видається з 1965 року.

Співзасновниками є: ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва»
(ДП «НДІБВ») та Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА).

Розглянуто питання становлення саморегулювання в будівництві, економічної ефективності енергозберігаючих заходів у будівництві, механізм оптимізації діяльності будівельних підприємств, удосконалення технології та організації виконання робіт у промисловому і житловому будівництві, висвітлено нові напрями у технології будівельних процесів.

Для співробітників науково-дослідних та проектних інститутів, спеціалістів будівельних організацій, викладачів і студентів вищих навчальних закладів.

Редакційна колегія:

д.т.н., с.н.с. Галінський О.М. – головний редактор;

к.е.н., доц. Вахович І.В. – заступник головного редактора;

к.е.н., с.н.с. Молодід О.О. – секретар;

д.т.н., проф. Білоконь А.І. (Україна);

д.т.н., проф. Вечеров В.Т. (Україна);

д.т.н., проф. Городецький О.С. (Україна);

д.т.н., проф. Долотов О.В. (США);

д.т.н., проф. Дорофєєв В.С. (Україна);

д.т.н., проф. Клованич С.Ф. (Польща);

д.т.н., проф. Кравчуновська Т.С. (Україна);

д.т.н., проф. Менейлюк О.І. (Україна);

д.т.н., проф. Михайленко В.М. (Україна);

д.т.н., проф. Млодецький В.Р. (Україна);

д.т.н., проф. Осипов О.Ф. (Україна);

д.т.н., проф. Пилипенко В.М. (Білорусь);

д.т.н., проф. Плоский В.О. (Україна);

докт. Радей Карел (Чехія);

д.т.н., проф. Радкевич А.В. (Україна);

д.т.н., проф. Савйовський В.В. (Україна);

д.т.н., проф. Тугай О.А. (Україна);

д.т.н., проф. Тонкачєєв Г.М. (Україна);

Літературний редактор Колесник Н.В.

д.т.н., проф. Шатов С.В. (Україна);

д.т.н., проф. Шумаков І.В. (Україна);

д.т.н., проф. Файвусович О.С. (Україна);

д.е.н., проф. Бондар О.А. (Україна);

д.е.н., проф. Бондаренко Є.В. (Україна);

д.е.н., проф. Дмитренко Г.А. (Україна);

д.е.н., проф. Куліков П.М. (Україна);

д.е.н., проф. Лакатош Янош (Угорщина);

д.е.н., проф. Лич В.М. (Україна);

д.е.н., проф. Сломски Войтех (Словаччина);

д.е.н., проф. Сиройч Здислав (Польща);

д.е.н., проф. Сухоруков А.І. (Україна);

д.е.н., проф. Рижаківа Г.М. (Україна);

д.е.н., доц. Стеценко С.П. (Україна);

д.е.н., проф. Сорокіна Л.В. (Україна);

д.е.н., проф. Трейковські Маріан (Македонія);

д.е.н., проф. Фингер Матіас (Швейцарія);

к.е.н. Заблоцький Є.Й. (Україна).

Комп'ютерна верстка Молодід О.О.

Мова видання: українська і російська.

Затверджено до друку Вченою радою інституту

протокол № 3 від 11.05.2017 р. №63/1 (технічні науки)

Адреса редколегії збірника:

03110, МСП, Київ, проспект Лобановського (Червонозоряний), 51. Тел. 248-48-68

E-mail: conf-ndibv@ukr.net, vistavca@ukr.net

web: <http://ndibv.kiev.ua/>

Редакція не завжди поділяє думку та погляди автора. Відповідальність за достовірність фактів, власних імен, географічних назв, цитат, цифр та інших відомостей несуть автори публікацій.

Відповідно до Закону України «Про авторське право та суміжні права» при використанні наукових ідей та матеріалів цього збірника посилання на авторів і видання є обов'язковим.

УДК 658.511.3

*Менейлюк А.И., д.т.н., проф.,
Менейлюк И.А., к.т.н.,
Гусак Д.В., Федоренко П.П., д.т.н., с.н.с.,
Корой Ю.В., ОГАСА, г. Одесса*

ВЫБОР ОРГАНИЗАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА

В статье представлены результаты определения эффективных организационных режимов строительства торгово-развлекательного центра «Гагаринн Плаза» в городе Одесса. Изложена в работе методика и полученные результаты позволяют определить сроки окупаемости объекта, продолжительность строительства, среднемесячную интенсивность финансирования при различных значениях организационных режимов строительства. Представленный в работе подход может быть использован для решения аналогичных задач при строительстве подобных объектов.

Ключевые слова: строительство, организационные режимы, среднемесячная интенсивность финансирования, длительность строительства, сроки окупаемости.

Актуальность. Работа посвящена выбору эффективных организационных режимов строительства торгово-развлекательного центра (ТРЦ) «Гагаринн Плаза» в городе Одесса. В наше время наиболее востребованными зданиями после жилых зданий являются торгово-развлекательные центры. Их становится все больше и больше. Стоимость этих сооружений – от нескольких миллионов до сотен миллионов гривен. Успех реализации таких проектов во многом зависит от правильного выбора организационных режимов строительства. Анализ информационных источников показал, что в нормативных документах отсутствует методика выбора эффективных организационных режимов строительства таких зданий. Их правильный выбор с учетом имеющихся финансовых возможностей позволит сократить сроки строите-

льства и период окупаемости объекта [1].

Цель работы: определить эффективные организационные режимы строительства торгово-развлекательного центра «Гагаринн Плаза» и срок окупаемости проекта.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1) Выбор наиболее значимых показателей и факторов, оказывающих влияние на них.

2) Выполнение экспериментальных исследований, построение и анализ математических и графических моделей зависимостей показателей от влияющих на них факторов.

3) Построение диаграммы окупаемости строительства для разных организационных режимов [2].

При выборе и анализе показателей и факторов мы руководствовались требованиями заказчика. Его интересуют такие показатели эффективности проекта: продолжительность строительства (Y_1 , раб. дн.), среднемесячная интенсивность финансирования (Y_2 , тыс. грн.). Проанализировано большое количество факторов и выбраны те из них, которые по экспертной оценке оказывают наибольшее влияние на показатели эффективности. Это интенсивность использования рабочего времени (X_1 , раб. час. в нед.), количество рабочих бригад (X_2 , кол-во бриг.), совмещение процессов (X_3 , коэф. совмещ. процес. %). Численный эксперимент выполнен в форме моделирования процессов строительства при различных организационных режимах. Для этого специально подобраны сочетания факторов для каждой модели, позволяющие получить адекватные значения Y_1 , Y_2 . При таких сочетаниях количество экспериментов можно значительно сократить в сравнении с полнофакторными планами эксперимента. Результаты численно эксперимента представлены в табл. 1.

Аналитические зависимости показателей от факторов (для их нормализованных значений имеют вид).

$$Y_1 = 243.644 - 73.3 X_1 - 35.944 X_2 + 47 X_1 X_2 + 19.5 X_1 X_3 - 121.3 X_2 + 57.944 X_2^2 + 31 X_2 X_3 - 63.8 X_3 - 9.5563 X_3^2, \quad (1)$$

Матрица нормализованных и натуральных значений

Нормализованные значения факторов			Натуральные значения факторов			Показатели		
№ точки сочетания факторов	Интенсивность использования рабочего времени, часов в неделю (X_1)	Количество рабочих бригад, (X_2)	Совместимость процессов, % (X_3)	Интенсивность использования рабочего времени, часов в неделю (X_1)	Количество рабочих бригад, (X_2)	Коэффициент совместности процессов, % (X_3)	Продолжительность рабочие дни, (Y_1)	Среднемесячная максимальная интенсивность финансирования, тыс. грн., (Y_2)
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-1	-1	-1	40	1	0.61	710	11 069, 665
2	-1	-1	1	40	1	0.76	445	7 162, 724
3	-1	1	-1	40	3	0.61	278	24 353, 094
4	1	-1	-1	80	1	0.61	395	18 733, 149
5	-1	1	1	40	3	0.76	190	17 395, 067
6	1	-1	1	80	1	0.76	261	12 817, 417
7	1	1	-1	80	3	0.61	204	30 441, 367
8	1	1	1	80	3	0.76	141	24 353, 094
9	1	0	0	80	2	0.68	224	22 139, 176
10	-1	0	0	40	2	0.68	335	14 325, 349
11	0	1	0	60	3	0.68	194	24 353, 094
12	0	-1	0	60	1	0.68	409	12 176, 547
13	0	0	1	60	2	0.76	190	17 395, 067
14	0	0	-1	60	2	0.61	278	24 353, 094
15	0	0	0	60	2	0.68	244	20 294, 245

$$\begin{aligned}
 Y_2 = & 36692.839 + 5619.817 X_1 - \\
 & - 2047.954 X_1^2 + 618.659 X_1 X_2 + \\
 & + 1407.685 X_1 X_3 - 11427.039 X_2 - \\
 & - 1998.129 X_2^2 + 2043.24 X_2 X_3 - \\
 & - 6450.972 X_3 - 209.389 X_3^2
 \end{aligned}
 \quad (2)$$

Влияние каждого из факторов на продолжительность и интенсивность финансирования в зоне их экстремальных значений, показано на рис. 1, 2.

Построены и проанализированы изоповерхности значений Y_1 - продолжительности строительства (рис. 3), Y_2 – среднемесячной интенсивности финансирования (рис. 4). Изоповерхность включает в себя изолинии в виде кривых. В каждой точке этих кривых сохраняются величины одинаковых значений [3]. На рис. 3, 4 изображена взаимосвязь показателей и факторов.

Минимальная продолжительность строительства: Y_{\min} достигается при интенсивности использования рабочего времени 80 часов в неделю, 3 рабочих бригадах и коэффициенте совмещения процессов 76%.

Анализ результатов эксплуатации торгово-развлекательных центров, затрат на данный проект и ожидаемой прибыли от сдачи в аренду полезных площадей позволил рассчитать срок окупаемости проекта с момента сдачи в эксплуатацию ТРЦ. На рис. 5 показаны сроки окупаемости всего проекта при различных значениях продолжительности. Из диаграммы видно, что эта величина может изменяться от минимальных 22 месяцев до максимальных 49.

Выводы:

1) Минимальная продолжительность строительства составляет 141 рабочий день при интенсивности использования рабочего времени 80 часов в неделю (6 рабочих дней по 12 часов), количество рабочих бригад – 3, коэффициент совмещенности процессов – 76%. При этом, среднемесячная интенсивность финансирования составляет 30 441 тыс. грн.

2) Сроки окупаемости всего проекта при различных значениях факторов могут изменяться от 22 до 49 месяцев.

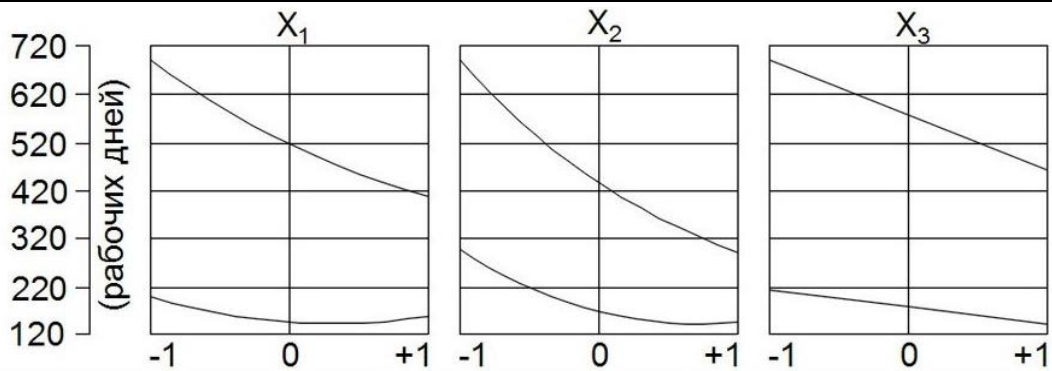


Рис. 1. Влияние каждого из факторов на продолжительность в зоне их экстремальных значений (верхняя линия в зоне максимума, нижняя – в зоне минимума)

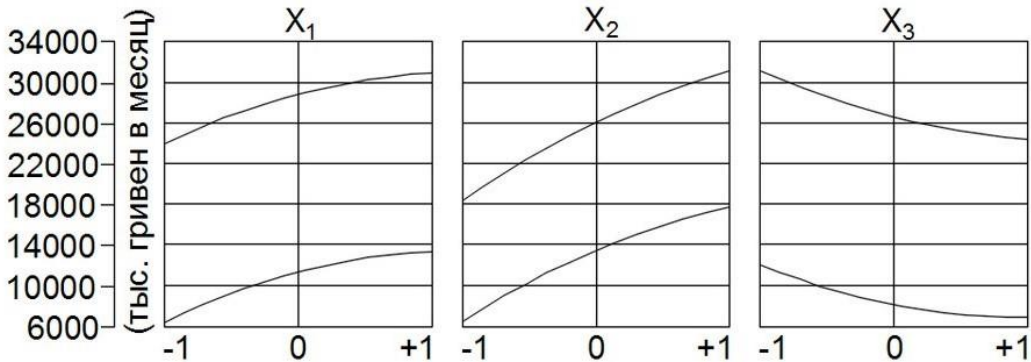


Рис. 2. Влияние каждого из факторов на интенсивность финансирования в зоне их экстремальных значений (верхняя линия в зоне максимума, нижняя – в зоне минимума)

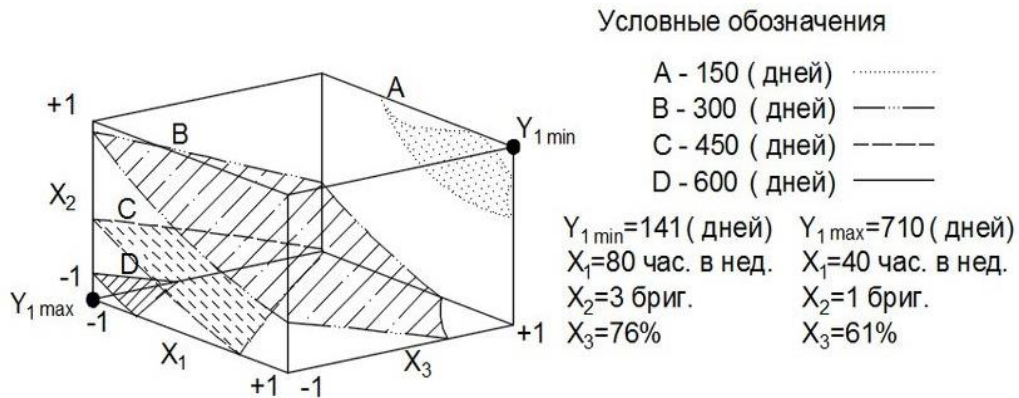


Рис. 3. Изоповерхности продолжительности строительства при различных величинах организационных режимов

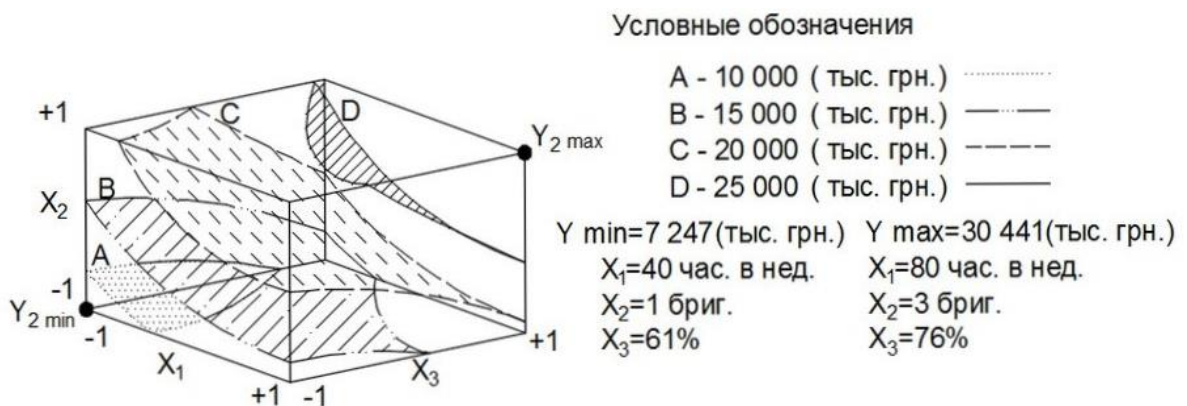


Рис. 4. Изоповерхности среднемесячной интенсивности финансирования строительства при различных величинах организационных режимов

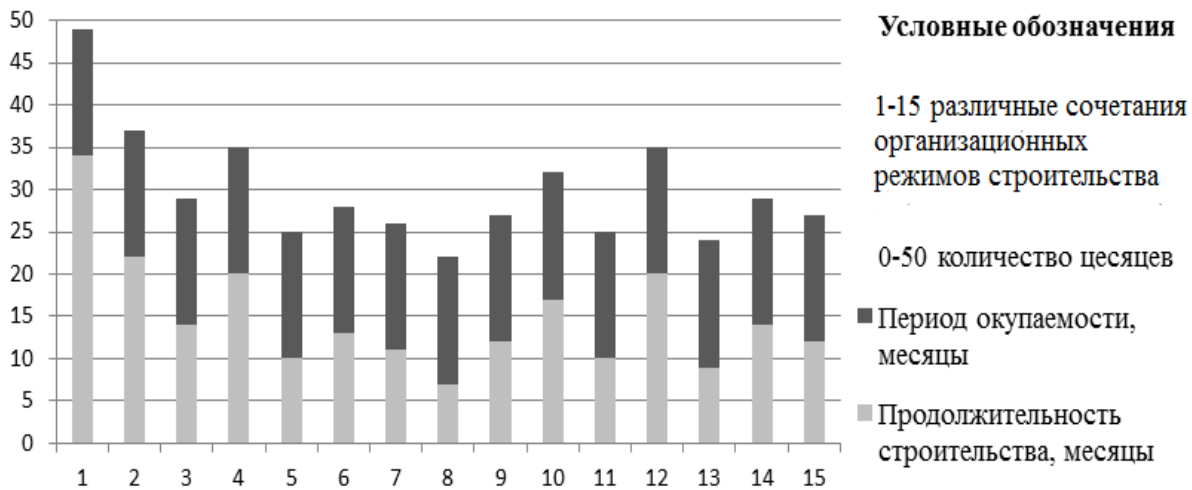


Рис. 5. Графік окупаемости всего проекта для различных сочетаний организационных режимов строительства

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

- 1) Меньлюк А. И. Методические указания для самостоятельной работы студентов по выполнению выпускной магистерской работы. Одесса: ОГАСА, 2013, 34с.
- 2) Меньлюк А. И. Оптимизация организационно - технологических решений реконструкции высотных инженерных сооружений / Меньлюк А. И., Ершов М. Н., Никифоров А.Л., Меньлюк И. А. , Киев, 2016 г., 334 с.
- 3) Изоповерхность. [Электронный ресурс] <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/6407420B%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%8F/>

REFERENCES:

1. Meneulyuk A. I. (2013), Methodological instructions for independent work of students on the implementation of the final master's work. Odessa, Ukraine.
2. Meneulyuk A. I., Ershov M. N., Nikiforov A. L., Meneulyuk I. A. (2016). Optimization of organizational and technical solutions for reconstruction of high-rise engineering structures. Kiev, Ukraine: 334.
3. Sait Isosurface. [Site Isosurface]. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/6407420B%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%8F/> [in Ukrainian].

АНОТАЦІЯ

У публікації представлені результати визначення ефективних організаційних режимів будівництва торгово-розважаль-

ного центру «Гагаринн Плаза» в м.Одеса. Представлена в роботі методика та отримані результати дозволяють визначити терміни окупності об'єкта, тривалості будівництва, середньомісячну інтенсивність фінансування при різних значеннях організаційних режимів будівництва. Підхід, який представлений в роботі може бути використаний для вирішення аналогічних завдань при будівництві подібних об'єктів.

Ключові слова: будівництво, організаційні режими, середньомісячна інтенсивність фінансування, тривалість будівництва, строки окупності.

ANNOTATION

The article presents the results of determining effective organizational regimes for the construction of the shopping and entertainment center "Gagarinn Plaza" in the city of Odessa. The methodology and results obtained in the work allow to determine the payback period of the facility, the duration of construction, the average monthly financing intensity for different values of the organizational construction regimes. The approach presented in this paper can be used to solve similar problems in the construction of similar facilities.

Keywords: building, organizational regimes, average monthly financing intensity, duration of construction, payback period.

УДК 693.554.6.

*Радкевич А.В., д.т.н., проф.,
Нетеса А.Н., асп. ДНУЖТ, г. Днепр,*

**АПРОБАЦИЯ АЛГОРИТМА ВЫБОРА
РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА
СОЕДИНЕНИЯ АРМАТУРЫ
ВЕРТИКАЛЬНЫХ НЕСУЩИХ
ЭЛЕМЕНТОВ В УСЛОВИЯХ
ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

Применен на практике алгоритм выбора рационального способа соединения арматуры вертикальных несущих элементов монолитного железобетонного каркаса здания. Выполнен анализ мнений участников строительства по выбору рационального способа соединения арматуры. По результатам применения данного алгоритма значительно снижена трудоемкость процесса изготовления и монтажа арматурных каркасов вертикальных несущих конструкций, а также сокращены сроки строительства.

Ключевые слова: арматура, резьба, муфта, резьбонакатный станок, трудозатраты, каркас.

Актуальность темы. В условиях широкого распространения разнообразных способов соединения арматуры остро стоит проблема выбора рационального способа для применения на конкретном объекте. Традиционные способы соединения показывают низкую эффективность по сравнению с современными механическими соединениями. Необходимо совершенствовать существующую методику выбора рационального способа соединения арматуры и применить ее для реального проекта.

Последние исследования. Современные способы соединения арматуры имеют ряд достоинств по сравнению с традиционными [6]. Но их применение затруднено необходимостью обучения персонала и закупки

дорогостоящего оборудования [5], а процедура контроля качества требует значительных затрат времени и ресурсов [2, 3, 4]. Кроме того, традиционные способы соединения трудно применить для перспективных видов неметаллической арматуры [1, 7]. Несмотря на это, методом экспертной оценки было определено, что в условиях реального строительства больший вес имеют временные параметры способов соединения арматуры по сравнению со стоимостью. Ранее нами был разработан универсальный алгоритм, позволяющий определить наиболее рациональный способ соединения арматуры для конкретного объекта. Необходимо проверить его работу путем применения на реальном объекте гражданского строительства.

Цель. Отработка методики выбора рационального способа соединения арматуры вертикальных несущих элементов для реального объекта в условиях гражданского строительства. Оценка эффективности методики всеми участниками строительного процесса.

Изложение основного материала. На протяжении 2014-2016 гг. нами была успешно внедрена технологии соединения арматуры резьбовыми муфтами с цилиндрической резьбой на объекте «Многофункциональный комплекс общественно-жилого назначения в г. Днепропетровске на ул. Симферопольской в районе дома №2». Внедрение и отработка технологии выполнялись на второй очереди строительства. По завершении возведения монолитного железобетонного каркаса технология была перенесена дальше, для возведения последовательно 3, 4 и 5 очередей комплекса.

После начала проектирования нового объекта, комплекса из 2 16-этажных зданий, одним из важных вопросов стал выбор рационального способа соединения арматуры вертикальных несущих элементов. Основной проблемой перехода на соединение арматуры резьбовыми

муфтами для этого комплекса стало отсутствие опыта применения подрядчиком подобной технологии, а также отсутствие комплекта необходимого оборудования. К тому же схемы армирования конструкций данного объекта затрудняли использование остаточных стержней длиной до 3 м, которые получали бы после изготовления 9-м каркаса. Трудно было также убедить заказчика пойти на покупку оборудования с целью дальнейшей экономии средств за счет сокращения количества стыков и уменьшения сроков возведения монолитного каркаса в целом.

Для объективного выбора рационального способа соединения арматуры нами было предложено применить разработанный ранее алгоритм на практике. Бланки для выполнения оценки были переданы всем участникам строительства – заказчику, руководителю генподрядной организации, а также главному конструктору объекта. После заполнения бланков (рис. 1) и анализа результатов определено, что все участники строительства преследуют цель максимально сократить сроки возведения монолитного каркаса здания. Это ожидаемо в условиях современного строительства в Украине, когда стоимость строительных материалов и энергоносителей непрерывно повышается, а в условиях большой конкуренции застройщиков крайне важно максимально быстро сдавать объект с целью завоевания рынка. Причем сокращение сроков строительства не может происходить вследствие снижения качества готовой продукции.

Очевидно, что для участника строительного процесса, который заполнял данный бланк, основной целью являлось снижение затрат времени на выполнение рабочих операций, а также процедуры контроля качества. Кроме того, важным критерием оказалась длина арматурного каркаса, применение 9-м каркасов привело к уменьшению общего количества арматурных стыков. Именно

этот критерий привел к выбору способа соединения арматуры муфтами с цилиндрической резьбой, т.к. соединение арматуры внахлестку позволяет использовать только каркасы длиной 6 м. Критерий необходимости использования дополнительного оборудования в подготовительный период был исключен вследствие экономического расчета. Низкая стоимость соединения арматуры муфтами, а также снижение общего количества стыков вследствие использования 9-м каркасов окупали покупку дорогостоящего оборудования и проведение обучения рабочих.

Подрядчик также выступал за принятие критерия «Возможность демонтажа арматурного каркаса и повторное использование элементов». При применении 9-м каркасов сохранялся риск сгибания каркаса сильным ветром даже в случае быстрой установки опалубки и начала бетонирования.

Выводы. Применение алгоритма выбора рационального способа соединения арматуры подтвердило эффективность данной методики. Совместный выбор типа соединения всеми заинтересованными участниками строительства сделал возможным значительное снижение трудоемкости, а также оптимизацию материалоемкости и сроков возведения монолитного каркаса здания. Необходимо совершенствовать данный алгоритм адаптации методики для применения ко всем типам монолитных железобетонных каркасов зданий, а также для учета экономического эффекта для различных способов соединения арматуры.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Вискребенцев, В. Г. Исследование эффективности использования углеродного волокна в железобетонных пролетных строениях железнодорожных мостов [Текст] // В. Г. Вискребенцев, К. И. Солдатов // Мости та тунелі : теорія, дослідження, практика. – 2015. – Вип. 7. – С. 16-21.

Время выполнения соединения			
>40 минут	<5 минут	20 минут	
Возможность монтажа каркасами			
Да	Нет		
Максимальная длина арматурного каркаса			
6 м	9 м	3 м	
Время работы основного грузоподъемного механизма			
20 минут	2 минуты		
Время выполнения контроля качества соединения			
10 минут	1 минута		
Возможность использования термически упрочненной арматуры			
Нет	Да		
Необходимость дополнительного оборудования для выполнения соединения			
Да	Нет	Да	
Необходимость использования дополнительного оборудования в подготовительный период			
Нет	Да	Нет	
Возможность применения в сейсмических районах			
Нет	Да		
Возможность демонтажа и повторного использования каркаса			
Нет	Да	Нет	
Соединение арматуры ванношовой сваркой	Соединение арматуры резьбовыми муфтами	Соединение арматуры внахлестку	Соединение арматуры обжимными муфтами

Рис. 1. Пример заполнения бланка-алгоритма по выбору рационального способа соединения арматуры

2. ДСТУ Б В.2.6-169:2011 З'єднання зварні арматури та закладних виробів залізобетонних конструкцій. Типи, конструкції та розміри (ГОСТ 14098-91, MOD) [Текст] – на заміну ГОСТ 14098-91, введ. 01.12.2012 – Київ, НІИБК, 2012 – 37 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-182:2011 З'єднання зварні стикові і таврові арматури залізобетонних конструкцій. Ультразвукові методи контролю якості. Правила приймання (ГОСТ 23858-79, MOD) [Текст] – На заміну ГОСТ 23858-79, введ. 01.12.2012 – Київ, КП НТЦ Академії будівництва України.
4. ДСТУ EN 12517-2002 Неруйнівний контроль зварних з'єднань. Критерії приймання для радіографічного контролю зварних з'єднань (EN 12517:1998, IDT) [Текст] – введ. 01.10.2003 - ТК 78, Інститут електросваривки ім. Е.О. Патона НАН України.
5. Нетеса А. Н. «Внедрение инновационной технологии соединения арматуры муфтами с цилиндрической резьбой» / А.Н. Нетеса, А.В. Радкевич // материалы научно-практической конференции «Эффективные технологические решения в строительстве с использованием бетонов нового поколения». – Харьков, 2015. – С. 125-130.
6. Radkevych A. V., Netesa A. N. Application prospects of theaded joint of armature. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, 2014, issue 52, pp. 139-147.
7. Kiyoji Takeda, Kyoya Tanaka, Toshiaki Someya, Asao Sakuda, Yoshiteru Ohno Seismic retrofit of reinforced concrete buildings in Japan using external precast, prestressed concrete frames. PCI Journal Summer, 2013, pp 41-61.

REFERENCES:

1. Vyskrebentsev, V. G., & Soldatov K. I. (2015). Issledovanie effektivnosti ispolzovaniya uglerodnogo volokna v zhelezobetonnykh proletrykh stroeniyakh zheleznodorozhnykh mostov [Research of

efficiency of using carbon fiber in armored concrete spans of railway bridges]. Mosty ta tuneli : teoriya, doslidzhennja, praktyka – Bridges and tunnels : theory, research, practice, 2015, issue 5, pp. 16-21. Dnipropetrovsk (DNUZT) [In Russian];

2. Ziednannia zvarni armatury ta zakladnykh vyrobiv zalizobetonnykh konstruktсии. Typy, konstruktсии ta rozmiry [Connections welded rebar embedded products and concrete structures. Types, construction and dimensions] (2012) DSTU B V.2.6-169: 2011 (GOST 14098-91, MOD) - the replacement of GOST 14098-91 enter. 01/12/2012 - Kiev, NYBYBK, Ukraine [in Ukrainian];

3. Ziednannia zvarni stykovi i tavrovi armatury zalizobetonnykh konstruktсии. Ultrazvukovi metody kontroliu yakosti. Pravyla pryimannia [Connections welded joints and fittings Taurus concrete structures. Ultrasonic methods of quality control. Acceptance] (2012) DSTU B V.2.6-182: 2011 (GOST 23858-79, MOD) - The replacement of GOST 23858-79 enter. 01/12/2012 - Kiev, KP SEC Academy of Construction of Ukraine, Ukraine [in Ukrainian];

4. Neruinivnyi kontrol zvarnykh ziednan. Kryterii pryimannia dlia radiohrafichnoho kontroliu zvarnykh ziednan [Non destructive testing of welded joints. Acceptance criteria for radiographic control of weld joints] (2003) DSTU EN 12517-2002 (EN 12517: 1998, IDT) – From 1st October 2003. Kyiv Institute elektrosvaryvanyya them. EO Paton NAS of Ukraine, Ukraine [in Ukrainian].

5. Netesa A. N. (2016) Optimizatsiya tehnologicheskogo reglamenta ustroystva armaturnykh karkasov kolonn i pilonov s mehanicheskim soedineniem armatury muftami s tsilindricheskoy rezboy [Optimize production schedules of reinforcement cage device columns and pylons with mechanical connection couplings fittings with cylindrical thread] // Netesa A. N. Nauchno-tehnicheskii zhurnal «Novye tehnologii v stroitelstve» Scientific and technical journal «New technologies in construction». – 2016 – issue 30, pp. 71-75. Kyiv, NDIBV, Ukraine (in Russian).

6. Radkevych, A. V., & Netesa, A. N. (2014) Application prospects of threaded joint of armature. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, issue 52, pp. 139-147. Dnipropetrovsk, DNUZT, Ukraine [in English].

7. Kiyoji Takeda, Kyoya Tanaka, Toshiaki Someya, Asao Sakuda, & Yoshiteru Ohno. (2013) Seismic retrofit of reinforced concrete buildings in Japan using external precast, prestressed concrete frames. PCI Journal Summer, pp 41-61. Chicago, USA [in English]

АНОТАЦІЯ

Застосовано на практиці алгоритм вибору раціонального способу з'єднання арматури вертикальних несучих елементів монолітного залізобетонного каркаса будівлі. Виконаний аналіз рішень учасників будівництва з вибору раціонального способу з'єднання арматури. За результатами застосування цього алгоритму значно понижена трудомісткість процесу виготовлення і монтажу арматурних каркасів вертикальних несучих конструкцій, а також скорочені строки будівництва.

Ключові слова: арматура, різьблення, муфта, різьбонакатний верстат, трудовитрати, каркас.

ANNOTATION

In practice, the method of choosing a rational method for connecting reinforcement of vertical bearing elements of a monolithic reinforced concrete frame of a building through the passage of an algorithm has been applied. An analysis of the opinions of construction participants on the choice of a rational method of joining reinforcement has been performed. By results of application of the given algorithm labor intensity of process of manufacturing and installation of reinforcing skeletons of vertical bearing designs is considerably reduced, and terms of construction are shortened.

Keywords: fittings, threaded, socket, thread rolling machine, labor, frame.

УДК 69.059.3

**Молодід О. С., к. т. н., доц.,
Плохута Р. О., асп., КНУБА, м. Київ**

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕМОНТУ ТРІЩИН БАЛОЧНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРОСОЧУВАННЯМ

Під час обстеження монолітних плит перекриття на одному з будівельних об'єктів м. Києва було виявлено велику кількість повздовжніх тріщин в захисному шарі розтягнутих зон. Загальна довжина тріщин на одній плиті перекриття площею 250 м² склала приблизно 368 м. п., з них близько 70 м. п. з шириною розкриття до 0,5 мм потребують ремонту. З аналізу науково-технічної літератури відомо, що ремонт тріщин залізобетонних конструкцій можна виконати ін'єктуванням під тиском в тіло конструкції спеціальних полімерних розчинів через просвердлені вздовж тріщини отвори. Проте ін'єктування великої кількості тріщин на нижній поверхні плити перекриття буде трудомістким, і як наслідок матиме велику вартість. Також можливе нанесення ін'єкційного розчину на конструкцію за допомогою валика, щітки чи розпилувача, проте не відомо на яку глибину в порожнину тріщини він зможе проникнути. Тому, з метою встановлення раціональної технології заповнення тріщин на нижній поверхні балочних конструкцій полімерними ремонтними розчинами було заплановано та виконано ряд експериментальних досліджень. Суть досліджень полягала в перевірці проникності одного й того самого ін'єкційного розчину в глибину штучно створених тріщин горизонтально розміщених залізобетонних конструкцій при нанесенні розчину різними методами (валик, щітка, розпилувач та спеціально розроблений спосіб - «лоточок»).

У статті наведена методика

підготовки експериментальних випробувань, описано методи їх виконання та представлені результати.

Згідно результатів експериментальних досліджень встановлено, що заповнення тріщин залізобетонних балкових конструкцій просочуванням полімерними композиціями за допомогою «лоточка» є найбільш ефективним у порівнянні з іншими способами. Даний спосіб забезпечує проникнення ін'єкційної рідини на всю глибину тріщини та просочує тіло бетону на 2-3 мм.

Ключові слова: тріщини, методи ремонту, залізобетонні балки, просочення, полімерні композиції, глибина проникнення.

Постановка проблеми. З часом бетонні та залізобетонні конструкції під впливом різного роду чинників втрачають свої експлуатаційні властивості та стають не придатними до подальшої експлуатації.

Саме тоді з'являється потреба у відновленні конструкцій, що полягає у ремонті тріщин та дефектів, зміцненні бетону, відновленні його геометрії, захисті арматурних стержнів від корозії, зокрема і в тілі бетону.

На одному з будівельних об'єктів міста Києва під час обстеження нижніх поверхонь чотирьох монолітних плит перекриття було виявлено велику кількість повздовжніх тріщин, які в більшості

випадків створені вздовж нижньої робочої арматури в захисному шарі розтягнутої зони залізобетонних конструкцій (рис. 1). Загальна довжина тріщин на одній плиті перекриття площею 250 м² склала приблизно 368 м. п., з них близько 60 м. п. з шириною розкриття до 0,3 мм, близько 70 м. п. з шириною розкриття до 0,5 мм, близько 198 м. п. з шириною розкриття більше 0,5 мм (до 0,75 мм) та близько 40 м. п. дрібних тріщин.

Згідно із ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні і залізобетонні конструкції» [1] ширина розкриття тріщин у залізобетонних конструкціях нормується виходячи з типу армування і умов експлуатації. Для конструкцій, що знаходяться в закритому приміщенні, максимально допустима величина розкриття тріщин становить 0,5 мм, для конструкцій які зазнають кліматичного впливу ширина розкриття тріщин становить 0,4 мм.

Отже 198 м. п. тріщин, що рівні або більші за 0,5 мм на кожній з чотирьох плит перекриття потребують ремонту.

У відповідності до нормативних вимог [2] ремонт конструкцій для відновлення робочої площі перерізів конструкцій без зміни їх форми і геометричних розмірів потрібно проводити закладанням тріщин та підвищенням міцності бетону конструкцій за рахунок ін'єктування і просочення цементно-полімерними і клейовими композиціями.

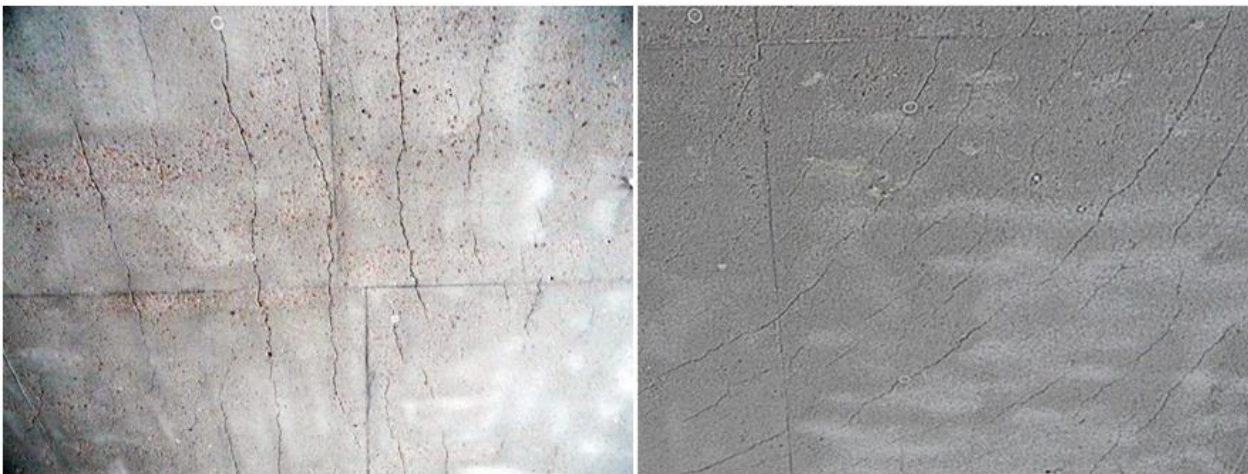


Рис. 1. Тріщини в розтягнутій зоні залізобетонних плит перекриття

У науково-технічній літературі наведено ряд способів з ремонту тріщин за допомогою спеціальних полімерних розчинів, основною задачею яких є – просочення та заповнення тріщин та матеріалу конструкції навколо них розчином для склеювання та зміцнення конструкції та захисту її та арматури в тілі бетону від вологи. Одним із способів ремонту тріщин залізобетонних конструкцій є ін'єктування під тиском в тіло конструкції спеціальних ремонтних розчинів через просвердлені вздовж тріщини отвори [3, 5, 6]. Проте ін'єктування такої кількості тріщин на нижній поверхні плити перекриття буде трудомістким, і як наслідок матиме велику вартість, що пов'язано з потребою в зачеканці всіх тріщин, пробурюванням вздовж тріщин через кожні 40 – 50 см отворів та вклеювання в них ін'єкторів і безпосередньо ін'єктування у встановлені ін'єктори розчину.

Згідно рекомендацій виробників [9] та технічної літератури [4, 8] відомо, що ремонт тріщин можна виконувати також нанесенням ін'єкційного розчину на конструкцію за допомогою валика, щітки чи розпилювача. Проте не відомо на яку глибину в порожнину тріщини розчин зможе проникнути при нанесенні його на плиту перекриття зазначеними раніше способами.

З метою встановлення раціональної технології заповнення тріщин полімерними ремонтними розчинами на нижній поверхні плит перекриття було заплановано виконання ряду досліджень. Зокрема експериментальними методами перевірити проникність одного й того самого ін'єкційного розчину в глибину штучно створених тріщин горизонтально розміщених залізобетонних конструкцій при нанесенні на них розчину різними методами.

Основний матеріал. В лабораторії ДП «НДІБВ» виконано експериментальні дослідження з визначення проникності ін'єкційного розчину (полімерна композиція «Консолід 1» виробництва ТОВ

«Композит») в глибину штучно створених тріщин горизонтально розміщених залізобетонних конструкцій при нанесенні розчину різними способами.

При проведенні досліджень було виконано просочення нижньої поверхні залізобетонних конструкцій наступними способами:

- нанесення ін'єкційного розчину валиком;
- нанесення ін'єкційного розчину щіткою;
- нанесення ін'єкційного розчину розпилювачем;
- просочення ін'єкційним розчином за допомогою «лоточка».

Дослідження було виконано на залізобетонних перетинках 1 ПБ 10-1 з наступними характеристиками:

- довжина x ширина x висота – 1030x120x65 мм;
- маса – 20 кг;
- клас бетону – В15.

У першу чергу, в лабораторії, на гідравлічному пресі П-50 було виконано продавлювання перетинки для штучного створення великої кількості тріщин різної глибини та з різною шириною розкриття (рис. 2).

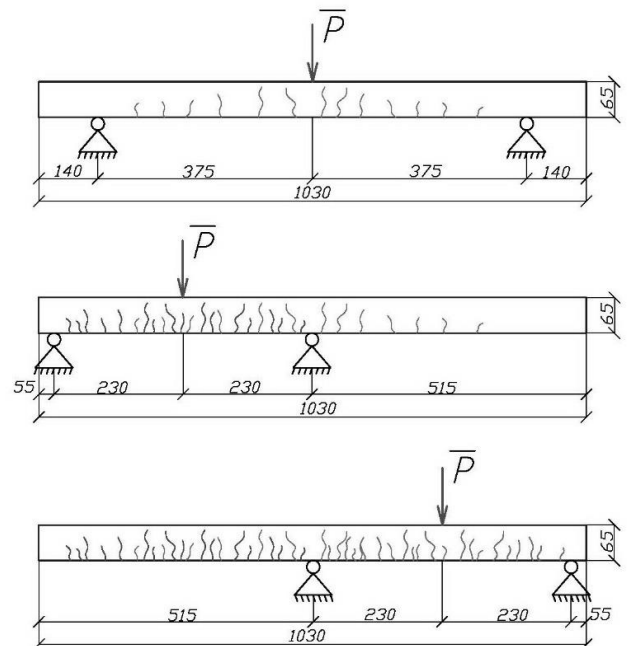


Рис. 2. Схема продавлювання перетинки для утворення тріщин

У подальшому виконали підготовку

нижніх поверхонь перетинок, яка полягала в очищенні металевою щіткою поверхні бетонних балок від залишків антиадгезійного мастила та цементного молочка, а щіткою з м'яким ворсом видаляли залишки пилу і бруду. Перетинки вкладали на дві опори так, щоб підготовлена поверхня знаходилася знизу та до неї був доступ для подальшого оброблення.

Далі на підготовлену поверхню, різними способами наносили полімерну композицію «Консолід-1» [7, 9].

Випробування виконано п'ятьма серіями:

Серія випробувань №1 – нанесення ін'єкційного розчину за допомогою валика:

- в один шар;
- в два шари, з інтервалом нанесення 15 хвилин;
- в три шари, з інтервалами нанесення 15 хвилин.

Середня витрата рідини при нанесенні в три шари склала 1,3 кг/м².

Серія випробувань №2 – нанесення ін'єкційного розчину за допомогою щітки з м'яким ворсом:

- в один шар;
- в два шари, з інтервалом нанесення 15 хвилин;
- в три шари, з інтервалами нанесення 15 хвилин.

Середня витрата рідини при нанесенні в три шари склала 1,2 кг/м².

Серія випробувань №3 – нанесення ін'єкційного розчину за допомогою розпилювача:

- в один шар;
- в два шари, з інтервалом нанесення 15 хвилин;
- в три шари, з інтервалами нанесення 15 хвилин.

Середня витрата рідини при нанесенні в три шари склала 1,5 кг/м².

Серія випробувань №4 – просочення «лоточком» балок з попередньо створеними тріщинами.

Серія випробувань №5 – просочення «лоточком» балок без тріщин.

Нанесення полімерної композиції в перших трьох серіях досліджень виконували за класичними методами.

Просочування «лоточком» виконували за допомогою спеціально розробленого пристрою (рис. 3), який складається з металевого «лоточка» з рівним плоским дном та бортиками заввишки 5 мм [7]. На бортики наклеєний на герметик спеціальний гумовий ущільнювач, який при притисканні до рівної поверхні створює замкнутий герметичний простір.

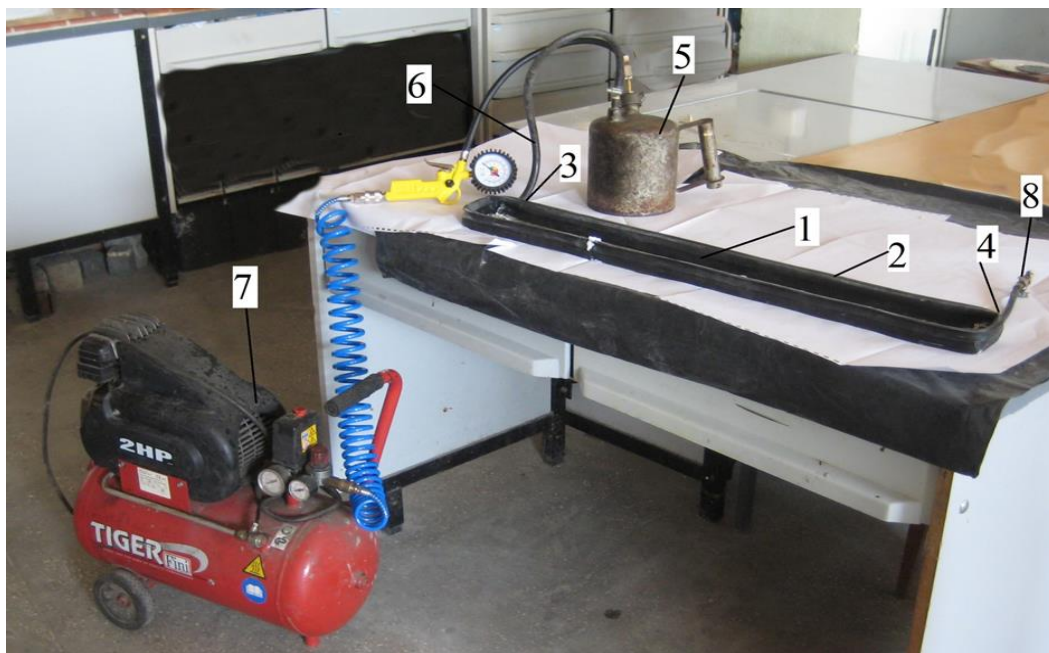


Рис. 3. Обладнання «лоточок»: 1 – «лоточок»; 2 – гумовий ущільнювач; 3 – штуцер для подачі рідини в лоточок; 4 – штуцер для випускання повітря та зливання рідини; 5 – ємність для композиційної рідини; 6 – гумові шланги; 7 – компресор; 8 – краник

«Лоточок» обладнаний двома штуцерами, один з яких слугував для подачі рідини в нього, а другий для випускання повітря з замкнутого простору та злиття залишків рідини після закінчення процесу ін'єктування через краник.

На балку з тріщинами за 2 доби до проведення просочення «лоточком» на всі сторони, крім тої, яку просочували, нанесли композицію «Вук – 2» виробництва ТОВ «Композит», для унеможливлення розбризкування рідини, що подається під тиском, в сторони через тріщини.

За допомогою металевого швелера, що рівномірно розподіляє навантаження на «лоточок», та трьох систем затяжок щільно притиснули «лоточок» до нижньої поверхні балки (рис. 4). До одного з штуцерів через гумовий шланг під'єднували ємність для композиційної рідини та компресор. До іншого штуцера через гумовий шланг під'єднували краник.

Для перевірки герметичності прилягання «лоточка» до поверхні балки в нього подавали стиснене повітря з компресора через пуску ємність.

Композиційну рідину «Консолід 1» готували згідно вказівок виробника, після чого її вливали у ємність та за допомогою стисненого повітря подавали в «лоточок». Після того, як через краник виходило все повітря з «лоточка» та починала текти рідина його перекривали і продовжували подавати в систему стиснене повітря підтримуючи тиск в межах 0,5 – 0,6 атм. протягом 10 хвилин.

Через одну добу після проведення експериментальних досліджень було виконано поздовжнє розрізання досліджуваних балочок (рис. 5) та проаналізовано ступінь проникнення ін'єкційного матеріалу в тріщини та тіло бетону (табл. 1).

Після ін'єктування відкривали краник для випускання зайвої рідини.

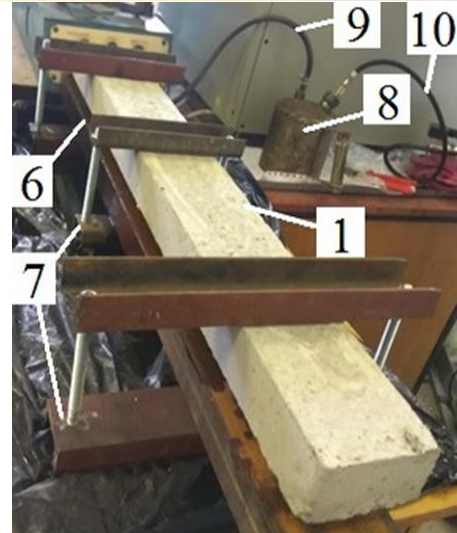
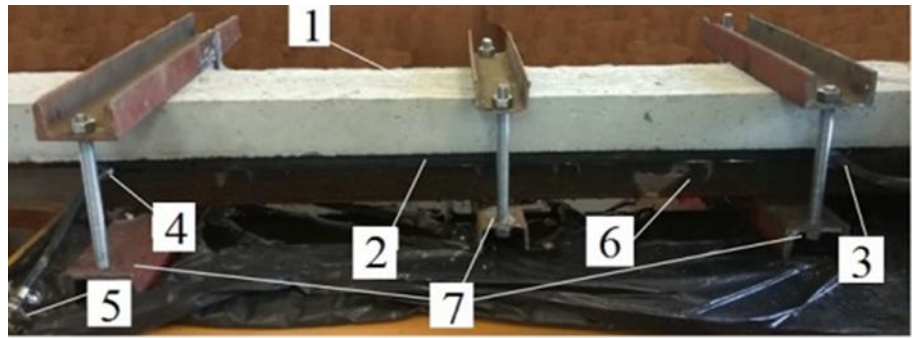


Рис. 4. Обладнання «лоточок» в робочому стані: 1 – балка, 2 - «лоточок», 3 – штуцер з гумовим шлангом для подачі рідини в «лоточок», 4 – штуцер з краником для видалення повітря та зливання зайвої рідини, 5 – краник; 6 – металевий швелер, 7 – затяжки; 8 – ємність для композиційної рідини; 9 – шланг для подачі рідини; 10 – шланг для подачі повітря під тиском.



Рис. 5. Поздовжнє розрізання балки

Результати експериментальних досліджень з проникнення ін'єкційного розчину в тріщини при різних способах його нанесення на конструкцію

№ п/п	Спосіб нанесення ін'єкційного розчину		Глибина проникнення при ширині розкриття тріщин, мм			
			без тріщин	≤0,3	0,3-0,6	≥0,6
1	2	3	4	5	6	7
1	Щітка	1 шар	1-2	2-3	3-4	4-5
2		2 шари	1-2	1-4	4-5	5-6
3		3 шари	2-3	2-6	5-7	6-7
4	Валик	1 шар	1-2	2-3	2-3	3-4
5		2 шари	1-2	2-4	3-4	4-6
6		3 шари	2-3	3-4	3-5	4-6
7	Розпилювач	1 шар	1-2	1-2	1-2	1-3
8		2 шари	1-2	1-3	2-3	2-3
9		3 шари	1-2	2-3	3-4	3-4
10	«Лоточок»	балка з тріщинами	2-3	На всю глибину тріщин		
11		балка без тріщин	2-3	-		

Згідно аналізу результатів експерименту встановлено, що використання «лоточка» для просочення тріщин залізобетонних балочних конструкцій є ефективним способом. Ефективність досягається за рахунок нагнітання ін'єкційного розчину під тиском відразу в значну кількість тріщин на всю їх глибину та в тіло бетону на глибину до 2-3 мм.

Також встановлено, що спосіб нанесення ін'єкційного розчину за допомогою валика та щітки з м'яким ворсом показали приблизно однаковий результат. Кращий ефект просочення досягнуто при нанесенні ін'єкційного розчину в три шари, при цьому максимальна глибина просочення

матеріалу в тріщини становила для валика 4-6 мм а для щітки 6-7 мм.

Оскільки ширина та глибина розкриття тріщин і їх порядок на всіх досліджуваних балочках був різний, то результати досліджень, для спрощення сприйняття, показано на одній і тій же умовній схемі з тріщинами (рис. 6). На рисунку показане проникнення ін'єкційного розчину в тріщини констукції при нанесенні різними способами в три шари.

На рисунку 7 наведені гістограми глибини проникнення ін'єкційного розчину нанесеного в три шари на нижні поверхні балочних конструкцій в залежності від способу його нанесення.

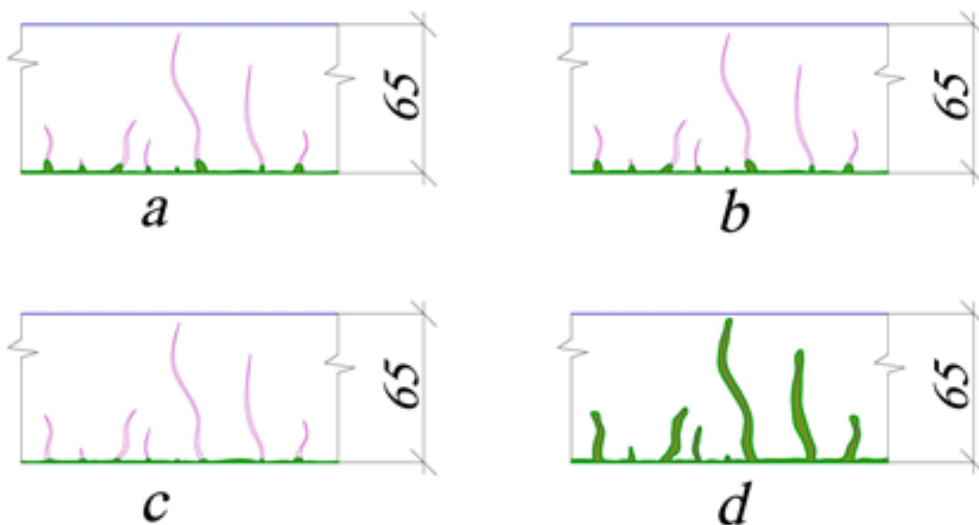


Рис. 6. Схеми проникнення розчину при різному способі його нанесення: а – щіткою; б – валиком; с – розпилювачем; d – «лоточком».

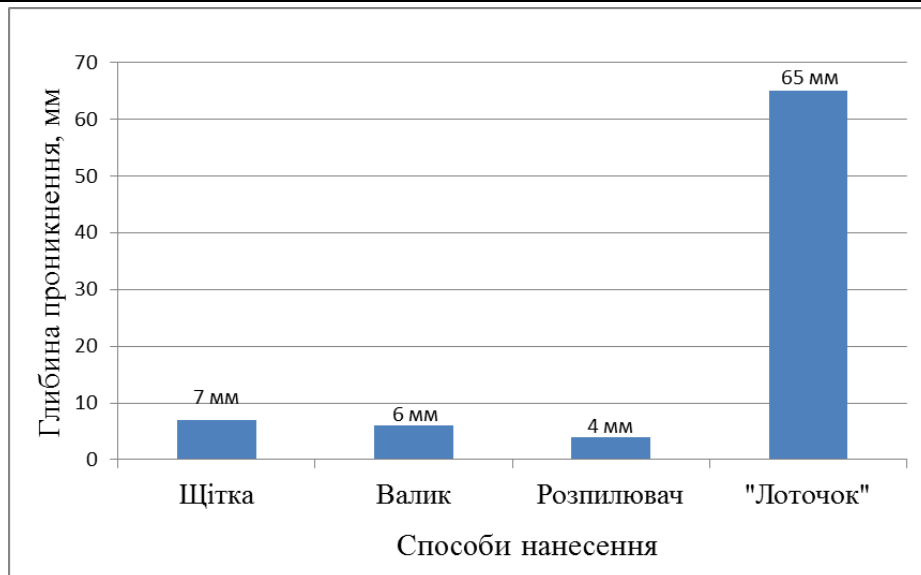


Рис. 7. Глибина проникнення ін'єкційного розчину в залежності від способу нанесення

Висновки.

Аналіз результатів експериментальних досліджень показав, що заповнення тріщин залізобетонних балкових конструкцій просочуванням полімерними композиціями за допомогою «лоточка» є найбільш ефективним у порівнянні з іншими способом.

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що при нанесенні ін'єкційної рідини щіточкою в три шари матеріал, в середньому, проник на 6 – 7 мм у глибину тріщин, при нанесенні валиком в три шари на 4 – 6 мм, при нанесенні розпилювачем в три шари на 3 – 4 мм і при просоченні за допомогою «лоточка» ін'єкційний розчин проникав на всю глибину тріщини (55 – 65 мм) та просочився в тіло бетону на 2 – 3 мм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції - [чинний з 01.07.2011] – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 71 с.
2. ДБН В.3.1-1-2002. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків і споруд - [чинний з 01.07.2003] – Київ: Державний комітет України з будівництва і архітектури, 2003. – 82 с.
3. Гайда О. М. Дослідження закриття тріщин в залізобетонних балкових еле-

ментах ін'єкційним методом./ О. М. Гайда, А. Я. Пенцак // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса, 2012. – Вип.47. – С. 23–29.

4. ГОСТ Р 56378-2015. Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Требования к ремонтным смесям и адгезионным соединениям контактной зоны при восстановлении конструкций.(EN 1504-3:2005 (NEQ)) - [введён в действие с 01.09.2015] – Москва. Стандартиформ, 2015. – 84 с.

5. Лучко Й. Й. Закриття тріщин в залізобетонних конструкціях ін'єкційними методами / Й. Й. Лучко, Б. Л. Назаревич, О. М. Гайда // Зб. наук. пр. «Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика». – Дніпропетровськ, 2013. – Вип. 4. – С. 19-25.

6. Маруха В. І. Ущільнюючі технології для зміцнення і ремонту залізобетонних конструкцій / В. І. Маруха, Б. Я. Генегга // Зб. наук. пр. «Діагностика, довговічність і реконструкція мостів і будівельних конструкцій». – Львів: Каменярь, 2001. – с. 158–161.

7. Пат. Україна, 114090 МПК Е04В 1/62 (2006.01). Спосіб ремонту та захисту горизонтальних залізобетонних конструкцій з великою кількістю тріщин ін'єктуванням за допомогою «лоточка» / Молодід О. С., Плохута Р. О., Колесніков В. О., опубл. 27.02.2017. Бюл. № 4.

8. Савйовский В. В. Ремонт и реконструкция гражданских зданий / В. В. Савйовский, О. Н. Болотских – Харьков: ВАТЕРПАС, 1999. – 287 с.

9. Технологическая карта: на выполнение работ по восстановлению кирпичных, железобетонных конструкций и их защите. ООО «Композит». – К.: 2009. – 7 с.

REFERENCES:

1. Betonni ta zalizobetonni konstruktsii [Concrete and reinforced concrete structures]. (2011). DBN V.2.6-98:2009 from 1st July 2011. Kyiv: Ministerstvo rehionalnogo rozvytku ta budivnytstva Ukraine [in Ukrainian].

2. Remont i pidsylennia nesuchykh i ohorodzhuvalnykh budivnykh konstruktsii i osnov promyslovykh budynkiv i sporud [Repair and strengthening of load-bearing and enclosing structures and foundations of industrial buildings and structures]. (2003). DBN V.3.1-1-2002 from 1st July 2003. Kyiv: Derzhavnyi komitet Ukrainy z budivnytstva i arkhitektury [in Ukrainian].

3. Gaida, O.M., & Pentsak, A. Ya., (2012). Doslidzhennia zakryttia trishchyn v zalizobetonnykh balkovykh elementakh inieksiinym metodom [Research closing cracks in reinforced concrete the girder elements by the injection method] .Visnyk Odeskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury - Bulletin of the Odessa state Academy of construction and architecture, 47 (pp.23-29). Odesa [in Ukrainian].

4. Materialu i sistemy dlia zashchity i remonta betoonykh konstruktsii. Trebovaniia k remontnym smesiam i adgezionnim soedineniim kontaktnoi zoni pri vosstanovlenii konstruktsii [Materials and systems for protection and repair of concrete structures. Requirements for repair compounds and adhesive connections of the contact zone when restoring designs].(EN 1504-3:2005 (NEQ)). (2015). GOST R 56378-2015 from 1st September 2015. Moskva: Standartinform [in Russian].

5. Luchko, Y. Y., & Nazarevich, B. L., & Gaida, O.M. (2013). Zakryttia trishchyn v zalizobetonnykh konstruktsiiakh inieksiinymy metodamy [Closing cracks in reinforced

concrete structures injection methods]. Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka - Bridges and tunnels: theory, research, practice, 4, (pp. 19-25). Dnipropetrovsk [in Ukrainian].

6. Marukha, V. I., & Geneha, B. Ya., (2001). Ushchilniuchi tekhnolohii dlia zmitsnennia i remontu zalizobetonnykh konstruktsii [Sealing technology for strengthening and repair of reinforced concrete structures]. Diahnostyka, dohovichnist i rekonstruktsiia mostiv i bydivelnykh konstruktsii - Diagnosis, durability, and reconstruction of bridges and building structures (pp. 158-161). Lviv: Kameniar [in Ukrainian].

7. Molodid, O. S., & Plochuta, R. O., & Kolesnikov, V. O., Sposib remontu ta zakhystu horyzontalnykh zalizobetonnykh konstruktsii z velykoiu kilkictiu trishchyn iniektuvanniam za dopomohoiu «lotochka» [A way to repair and protect horizontal concrete structures with a large number of cracks by injection by means of "trays"]. Patent Ukraine, 114090 MPK E04B 1/62 (2006.01)., published 27th February 2017, bulletin 4.

8. Savyovsky. V. V., & Bolotskih, O. N., (1999). The repair and reconstruction of civil buildings. Kharkiv, Ukraine: VATERPAS, 287 [in Russian].

9. Process plan: to perform activities on the restoration of masonry and reinforced concrete structures and their protections. (2009). Kiev, Ukraine. "Composite" Ltd. 7.

АННОТАЦИЯ

Во время обследования монолитных плит перекрытия на одном из строительных объектов г. Киева было обнаружено большое количество продольных трещин в защитном слое растянутых зон. Общая длина трещин на одной плите перекрытия площадью 250 м² составила примерно 368 м. п., из них около 70 м. п. с шириной раскрытия до 0,5 мм требуют ремонта. Из анализа научно-технической литературы известно, что ремонт трещин железобетонных конструкций можно выполнить инъецированием под давлением в тело

конструкции специальных полимерных растворов через просверленные вдоль трещины отверстия. Однако инъецирование большого количества трещин на нижней поверхности плиты перекрытия будет трудоемким, и как следствие будет иметь большую стоимость. Также возможно нанесение инъекционного раствора на конструкцию с помощью валика, щетки или распылителя, однако не известно на какую глубину в полость трещины он сможет проникнуть. Поэтому, с целью установления рациональной технологии заполнения трещин на нижней поверхности балочных конструкций полимерными ремонтными растворами был запланирован и выполнен ряд экспериментальных исследований. Суть исследований заключалась в проверке проницаемости одного и того самого инъекционного раствора в глубину искусственно созданных трещин горизонтально размещенных железобетонных конструкций при нанесении раствора различными методами (валик, щетка, распылитель и специально разработанный способ - «лоточек»).

В статье приведена методика подготовки экспериментальных испытаний, описаны методы их выполнения и представлены результаты.

Согласно результатам экспериментальных исследований установлено, что заполнение трещин железобетонных балочных конструкций пропиткой полимерными композициями с помощью «лоточка» является наиболее эффективным по сравнению с другими способом. Данный способ обеспечивает проникновение инъекционной жидкости на всю глубину трещины и пропитывает тело бетона на 2-3 мм.

Ключевые слова: трещины, методы ремонта, железобетонные балки, пропитка, полимерные композиции, глубина проникновения.

ANNOTATION

During the examination, monolithic slabs on one of the construction sites of Kiev were found a large number of longitudinal cracks in the protective layer of the stretched zones. The total length of cracks on a single slab with an area of 250 m² approximately 368 M. p., of whom about 70 M. p. opening width up to 0.5 mm in need of repair. From the analysis of scientific literature it is known that the repair of cracks in concrete structures can be performed by injection under pressure in the body design special polymer solutions through a drilled along the crack openings. However, the injection of a large number of cracks on the bottom surface of the slab will be time-consuming, and as a consequence will have a greater cost. Also it is possible to apply the injection on the structure using a roller, brush or sprayer, but it is not known how deep into the cavity of the crack he can get. Therefore, to establish rational technology for filling cracks on bottom surface of beam structures polymeric repair solutions were planned and executed series of experimental studies. The essence of the research was to verify the permeability of one and the same injection solution in depth artificially created cracks horizontally placed concrete structures when applying the solution by various methods (roller, brush, spray bottle and a specially designed method - "trays").

The article describes the method of preparation of experimental tests, the methods of their implementation and presents the results.

According to the results of experimental studies established that the filling of cracks of reinforced concrete beam structures impregnation, polymer compositions using the "tray" is the most effective compared to other method. This method provides the penetration of the injection fluid at the depth of the cracks and seeps into the body of the concrete is 2-3 mm.

Keywords: crack, repair methods, concrete beams, impregnation, polymer composition, the depth of penetration.

УДК 691.5

**Гоц В.І., д.т.н., проф., Руденко І.І.,
к.т.н., с.н.с, Ластівка О.В., к.т.н., доц.,
Волинська Є.В., асп., Ласкуста С.О., асп.,
НДІ в'яжучих речовин і матеріалів
ім. В.Д. Глуховського КНУБА, м. Київ**

**ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ
ПОРОВОЮ СТРУКТУРОЮ БЕТОНУ НА
ОСНОВІ ЛУЖНОГО ЦЕМЕНТУ**

В статті досліджено закономірності у формуванні порової структури бетону на основі лужного цементу в залежності від вмісту шлаку і витрати лужного компонента. Показано, що збільшення вмісту шлаку з відповідним підвищенням необхідного вмісту лужного компонента в цементі визначає зменшення об'єму відкритих, збільшення об'єму закритих капілярних пор і зменшення інтенсивності деградації структури бетону при перемінному заморожуванні-відтаванні за рахунок зменшення об'єму льоду, що утворюється в бетоні при від'ємних температурах. Виявлено можливість отримання бетонів на основі лужних цементів високої морозостійкості з високорухомих товарних бетонних сумішей

Ключові слова: бетон, лужний цемент, водопоглинання, порова структура, морозостійкість.

Актуальність.

На сучасному етапі розвитку будівельної галузі до числа найбільш важливих питань, що визначають прогрес і конкурентоздатність будівельних матеріалів, відносяться: зниження матеріало - та енергоємності, розробка нових більш ефективних цементів, широке застосування промислових відходів. Оскільки виготовлення портландцементу призводить до використання природних мінеральних сировинних і енергетичних ресурсів, супроводжується значними об'ємами викидів в навколишнє

середовище вуглекислого газу, - доцільно здійснити заміну частини клінкеру на матеріали техногенного походження [1] та дослідити їх вплив на формування фізичних та експлуатаційних характеристик бетонів.

Останні дослідження.

Використання шлакопортландцементу у будівництві дозволяє не лише знизити енергоємність виробництва в'яжучих, але й частково вирішити питання утилізації відходів. Такий цемент має ряд технічних переваг над бездобавочним портландцементом: стійкість до м'яких і сульфатних вод, підвищена жаростійкість [2, 3]. Однак бетони при підвищенні вмісту шлакової складової в цементі характеризуються повільним тужавленням, низькими темпами набору міцності, особливо на ранніх етапах тверднення, та низькою стійкістю до перемінного заморожування і відтавання, особливо при дії розчинів солей.

Для уникнення зазначених недоліків відомим прийомом є введення до цементу сполук лужних металів, які виконують структуроутворюючу роль у формуванні в цементній матриці стабільних і довговічних продуктів гідратації, забезпечують високу міцність і щільність цементного каменю при зменшенні або навіть виключенні портландцементного клінкеру з складу цементу [4, 5, 6]. В основу створення таких лужних цементів покладено ідею проф. В.Д. Глуховського про визначальну роль сполук як лужноземельних, так і лужних металів у процесах синтезу новоутворень, подібних за складом до природних мінералів [7]. Перспективність використання лужного шлаковміщуючого цементу в будівництві підтверджено рядом робіт [8, 9], якими показано можливість отримання високих експлуатаційних показників матеріалу шляхом формування гідратних новоутворень переважно у вигляді низькоосновних гідросилікатів кальцію та лужних гідроалюмосилікатів.

Основним фізичним фактором, що визначає експлуатаційні властивості і довговічність бетону, є характер його

пористості. Навіть незначне за обсягом варіювання пористості призводить до різкої зміни його властивостей. Якщо міцність бетону залежить від загальної пористості, то морозостійкість і відповідно довговічність визначаються, головним чином, капілярною пористістю. Причиною цих явищ є так званий капілярний ефект, який обумовлений залежністю точки замерзання від розміру пор. Під час процесу замерзання вода спочатку замерзає в крупних капілярних порах, в той час як в більш дрібних гелевих порах вода залишається в рідкому стані. Оскільки тиск пари над водою вище ніж над льодом, то виникає термодинамічний нерівноважний стан, який створює рушійну силу для переміщення води з більш дрібних в більш крупні пори [9].

Капілярна пористість, в свою чергу, значною мірою зумовлюється В/Ц відношенням та ступенем гідратації в'язучого.

Існують різні прийоми, що дозволяють зменшити пористість бетону. Одним з них є використання поверхнево-активних речовин (ПАР), які дають можливість покращити структуру бетону за рахунок створення штучних замкнених пор шляхом залучення повітря в процесі перемішування бетонної суміші з подальшим формуванням закритих капілярних пор замість відкритих. Позитивний вплив штучно створених пор на стійкість бетону до дії морозу пояснюється, в першу чергу тим, що створюється додатковий простір під час переходу води в лід, і завдяки перериванню системи

капілярних пор, яка в іншому випадку була б в значній мірі наскрізною, зменшується водопоглинаюча здатність бетону.

Метою даної роботи є дослідження особливостей формування пористості і морозостійкості модифікованого бетону на основі лужного цементу як факторів довговічності.

Матеріали і методи досліджень.

При проведенні досліджень використано лужний шлаковміщуючий цемент (ЛЦЕМ) з діапазоном вмісту гранульованого доменного шлаку 50 – 100 % у відповідності з вимогами [10].

В якості складових цементу використано гранульований доменний шлак (модуль основності $M_o=1,1$, вміст склофази 56 мас.%) і портландцементний клінкер. Хімічний склад складових цементу наведено в табл. 1.

Як лужні компоненти цементу використовували соду кальциновану технічну (Na_2CO_3) та п'ятиводний метасилікат натрію ($Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$). При виготовленні лужного шлаковміщуючого цементу за технологією «все в одному» (сухий лужний компонент в складі цементу) обов'язковим є введення до його складу лігносульфонату натрію (ЛСТ) для забезпечення задовільних термінів тужавлення і активності. Для інтенсифікації помелу використано добавку етилгідроксиліоксанового полімеру, що запобігає сорбції цементом вологи з повітря і забезпечує збереження властивостей цементу.

Оптимізацію використаних складів ЛЦЕМ виконано за допомогою реалізації двофакторного методу планування експерименту (табл. 2). Питома поверхня цементу складала $S_{пит} = 4500 \text{ см}^2/\text{г}$ (за приладом Блейна).

Таблиця 1

Хімічний склад складових цементу

Складові	Вміст оксидів, мас.%,								
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	SO_3	в.п.п.
Клінкер	21,3	5,7	4,62	-	1,2	64,9	0,3	0,86	0,12
Шлак	39,0	5,9	0,3	0,5	5,82	47,3	-	1,54	-

Таблиця 2

Склади лужного шлаковміщуючого цементу

№ складу цементу	Співвідношення компонентів в цементі
1	50 % шлак, 50 % клінкер, 2 % Na_2CO_3 , 1 % ЛСТ
2	50 % шлак, 50 % клінкер, 3 % $Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$, 1 % ЛСТ
3	69 % шлак, 31 % клінкер, 2,5 % Na_2CO_3 , 1 % ЛСТ
4	69 % шлак, 31 % клінкер, 3,5 % $Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$, 1 % ЛСТ
5	88 % шлак, 12 % клінкер, 3 % Na_2CO_3 , 1 % ЛСТ
6	100 % шлак, 4,7 % Na_2CO_3 , 0,8 % ЛСТ

Для покращення структури бетону шляхом створення штучних повітряних пор використано комплексні добавки (КД) на основі ЛСТ і ПАР (в кількості 1,5 % від маси цементу), які за своїм фізичним принципом дії представлені у вигляді цепних молекул з біополярною структурою (полярна гідрофільна та неполярна гідрофобна група), але відрізняються різною природою основної діючої речовини: 1 - на основі складних поліефірів, тип ПА (традиційний СП для товарного бетону «Дунапон SR 2»); 2 - на основі простого поліефіру – поліетиленгліколь (пластифікатор для лужного цементу); 3 - на основі лужної солі карбонової кислоти - глюконату натрію (добавка «Mapetard SD 2000»), що традиційно використовується як сповільнювач тверднення розчинів і бетонів.

Початкова консистенція бетонних сумішей характеризувалися маркою за рухомістю Р4 (за температури навколишнього середовища $t = 20 \pm 2$ °С).

У дослідженнях прийнято постійний склад бетону для забезпечення методичної постановки досліджень і визначення впливу перемінних факторів (композиційний склад цементу, тип хімічної добавки) на формування капілярної пористості та відповідної морозостійкості бетону для подальшого їх регулювання. Склад бетону прийнято відповідно до стандарту ДСТУ Б В.2.7-171:2008 [12]: цемент - 350 кг/м³, кварцовий пісок - 740 кг/м³, гранітний щебінь фракції 5 ... 10 мм - 330 кг/м³ і фракції 10 ... 20 мм - 780 кг/м³.

Визначення водопоглинання та пористості бетону проводили згідно з методикою ДСТУ Б В.2.7-170:2008 [13]. Відповідно до цього методу зразки-куби з розміром ребра 100 мм після 28 діб тверднення висушувались до постійної маси в електрошафі за температури (105±10) °С. Потім зразки насичувались водою до постійної маси за температури (20±2) °С. Показники пористості визначали за результатами досліджень середньої густини та водопоглинання зразків.

Визначення морозостійкості бетонних

зразків проводили згідно з ДСТУ Б В.2.7-47-96 [14] за прискореною методикою в середовищі 5 % розчину хлориду натрію (NaCl) і температурі мінус -50 °С. Зразки знімалися з випробувань після появи ознак лущення на поверхні зразків у разі втрати маси або зниження міцності більш ніж на 5 %.

Результати досліджень.

У результаті досліджень виявлено, що зміна вмісту шлаку, виду і витрати лужного компонента в ЛЦЕМ впливає на пористість і, відповідно, на морозостійкість бетону в залежності від природи основної діючої речовини пластифікатора.

Так, введення КД на основі складного поліефіру до бетону при 50 % шлаку і 2 % кальцинованої соди (склад № 1) призводить до незначного збільшення водопоглинання та відкритої капілярної пористості бетону (рис. 1, рис. 2) до 3,7 % і 8,8 % відповідно, в порівнянні з показниками контрольного складу – водопоглинання 3,4 %, об'єм відкритих капілярних пор 8,1 %. При підвищенні вмісту шлаку в цементі до 88 % ефективність модифікації бетону даною КД суттєво знижується, що супроводжується погіршенням фізичних властивостей матеріалу – підвищення водопоглинання до 4,7 % та об'єму відкритих капілярних пор до 11 %.

Слід відмітити, що заміна аніонної складової лужного компоненту з карбонату на силікат спричинює збільшення водопоглинання та пористості як контрольного складу, так і бетону, модифікованого хімічними добавками.

Спостерігається загальна тенденція до зниження об'єму відкритих капілярних пор бетону контрольного складу при збільшенні вмісту шлакової складової та, відповідно, при підвищенні вмісту лужного компонента в цементі (рис. 2). Це пояснюється зміною порової структури в напрямку формування мікро- і умовно замкнутих пор, що визначає формування більш щільної і непроникної структури штучного каменю та, відповідно, підвищує фізичні і експлуатаційні властивості матеріалу.

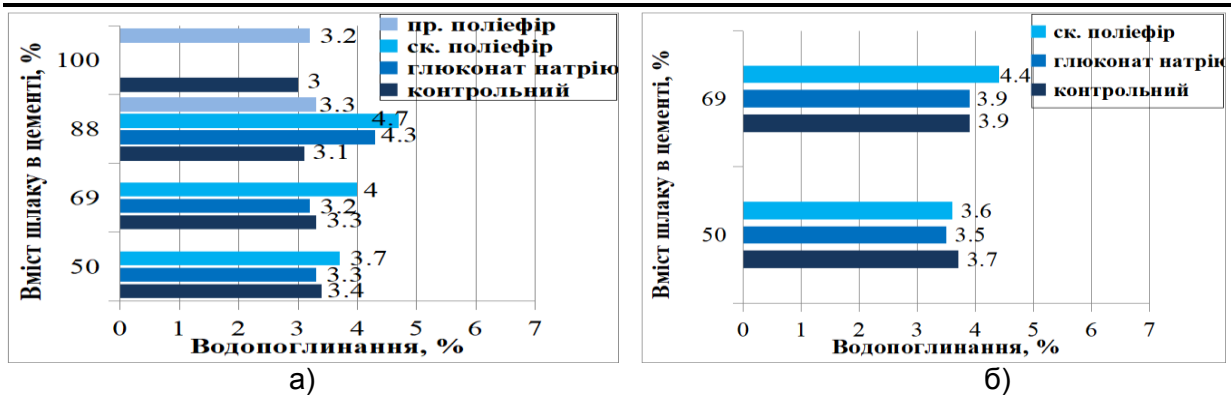


Рис. 1. Водопоглинання бетону залежно від ПАР в складі КД та вмісту шлаку в цементі, % (за табл. 2) а): № 1, № 3, № 5, № 6; б): № 2, № 4;

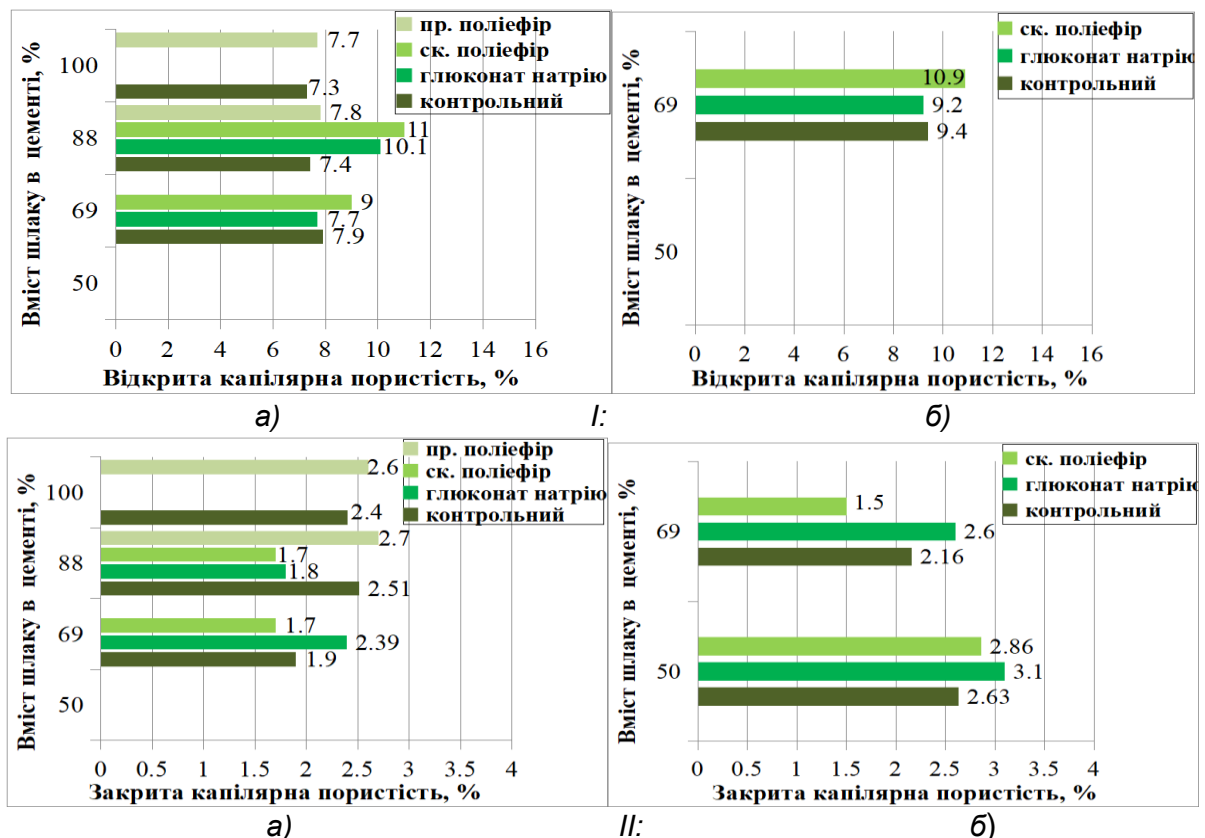


Рис. 2. Об'єм відкритих (I) та закритих (II) капілярних пор бетону залежно від ПАР в складі КД та вмісту шлаку в цементі, % (за табл. 2): а) № 1, № 3, № 5, № 6; б) № 2, № 4

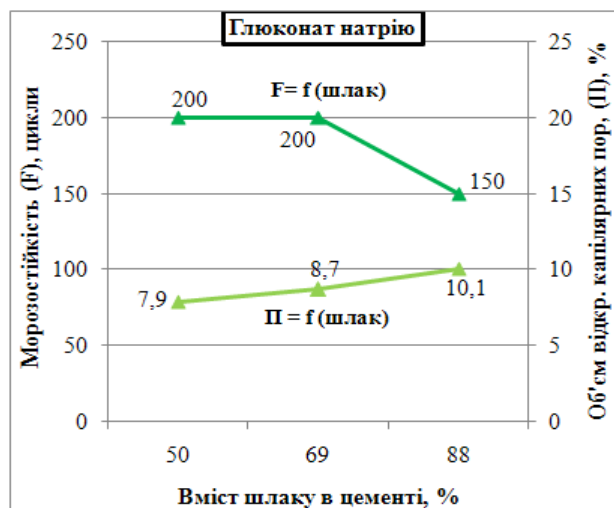
Результати випробувань морозостійкості модифікованих бетонів (табл. 3) підтверджують залежність експлуатаційних властивостей від характеру порового простору бетону. Збільшення об'єму відкритих капілярних пор та відповідне зниження умовно-замкнених викликає зниження морозостійкості бетону (рис. 3). Так, модифікація бетону добавкою на основі складного поліефіру при використанні цементів складу № 1 та № 3

(50 % шлаку) забезпечує морозостійкість на рівні марки F 200. Проте при збільшенні вмісту шлаку (до 69 %) ефективність модифікації бетону даною добавкою знижується, що підтверджується збільшенням об'єму відкритих капілярних пор до 9,6 % та зниженням морозостійкості до марки F150. Заміна кальцинованої соди на п'ятиводний метасилікат натрію в складі цементу не впливає на морозостійкість бетону.

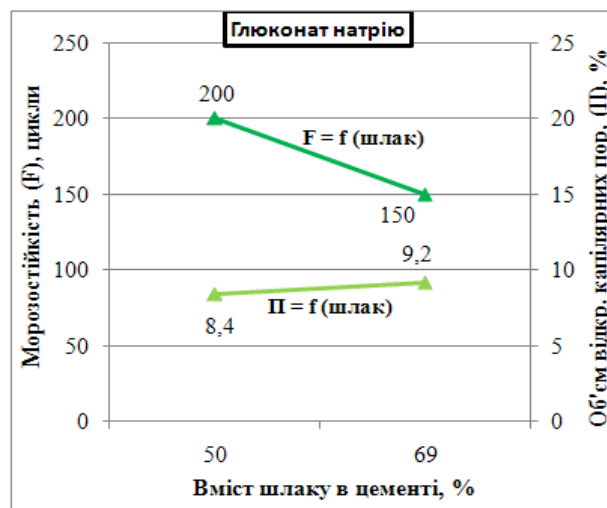
Таблиця 3

Морозостійкість бетонів на основі ЛЦЕМ

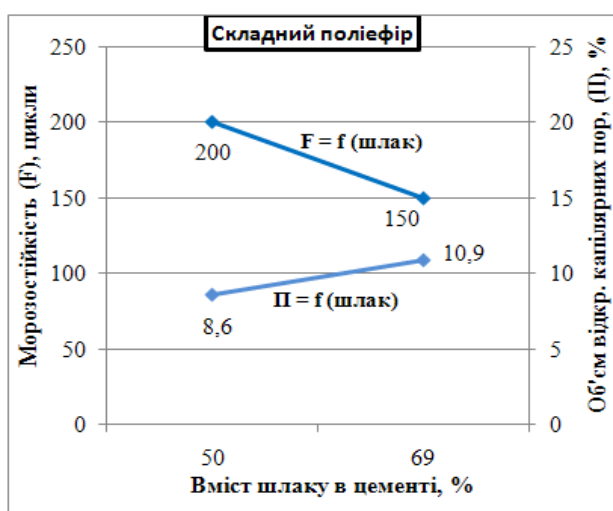
Склад цементу (за табл. 2)	Тип добавки	Втрата міцності, %, після циклів перемінного заморожування і відтавання			Марка за морозостійкості
		3	4	5	
№ 1	ск. поліефір (тип 1)	-1,4	-4,4	-4,9	F 200
	глюконат натрію (тип 3)	-0,6	-2,4	-4,2	F 200
№ 2	ск. поліефір (тип 1)	-0,9	-3,1	-5	F 200
	глюконат натрію (тип 3)	-1,0	-2,6	-4,4	F 200
№ 3	ск. поліефір (тип 1)	-1,6	-4,9	-8,1	F 150
	глюконат натрію (тип 3)	-1,1	-3,2	-4,7	F 200
№ 4	ск. поліефір (тип 1)	-1,9	-5,0	9,9	F 150
	глюконат натрію (тип 3)	-0,8	-2,9	-5,0	F 150
№ 5	пр. поліефір (тип 2)	-1,0	-2,8	-4,9	F 200
	глюконат натрію (тип 3)	-1,5	-4,9	-7,9	F 150
№ 6	пр. поліефір (тип 2)	-0,9	-2,3	-4,7	F 200



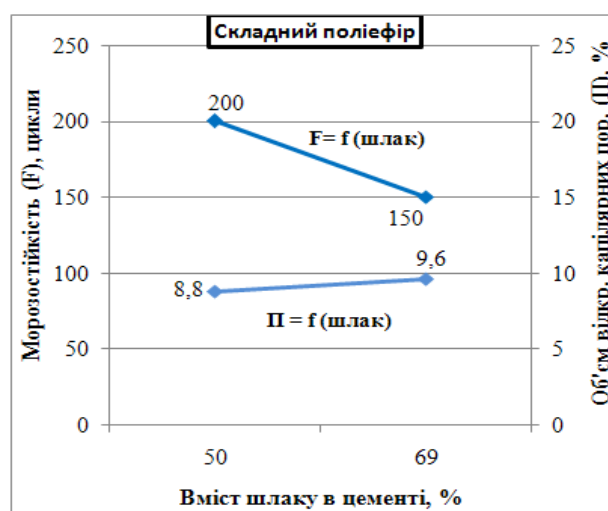
а)



б)



в)



г)

Рис. 3. Взаємозв'язок показників пористості та морозостійкості бетонів в залежності від ПАР в складі КД та вмісту шлаку в цементі (за табл. 2): а), в) № 1, № 3, № 5, б), г) № 2, № 4

Таким чином, доцільність використання добавки складного поліефіру (тип 1) в складі КД в бетонах залежить від вмісту шлаку в лужному цементі. При вмісті шлаку до 50 % і відповідній концентрації лужного компонента – КД забезпечує зміну консистенції бетонної суміші від марки Р1 до Р4 при збереженні властивостей бетону практично на рівні контрольного складу без зменшення морозостійкості. Проте збільшення вмісту шлаку до 88 % в цементі визначає зменшення ефективності зазначеної КД, що проявляється в погіршенні порової структури та зниженні морозостійкості бетону.

Введення добавки простого поліефіру (тип 2) в складі КД до бетону при використанні ЛЦЕМ з вмістом шлаку 88 % не суттєво впливає на характеристики бетону: водопоглинання збільшується з 3,1 % до 3,3 % (рис. 1), відкрита капілярна пористість - з 7,4 % до 7,8 % (рис. 2) в порівнянні з контрольним складом. Це дає можливість отримати щільну структуру модифікованого бетону зі збереженими функціональними властивостями. Так, введення добавки типу 2 в складі КД в бетон при використанні цементу складу № 5 (88 % шлаку) дозволяє отримати марку по морозостійкості F 200 (табл. 3).

При збільшенні вмісту шлаку в цементі навіть до 100 % та використанні поліетиленгліколю в складі КД показники порової структури бетону суттєво не змінюються в порівнянні з контрольним складом – водопоглинання збільшується з 2,9 % до 3,2 %, об'єм відкритих та закритих капілярних пор бетону збільшуються з 7,3 % до 7,7 % та з 2,4 % до 2,6 % відповідно. Завдяки покращенню структури бетону шляхом створення додаткового об'єму штучних повітряних пор відкривається можливість отримувати модифіковані бетони на основі цементу складу № 6 (100 % шлаку) з маркою за морозостійкістю F200 (табл. 3).

Таким чином, на протигагу до складного поліефіру ефективність модифікації ЛЦЕМ комплексною добавкою на основі простого поліефіру для

пластифікації та формування порового простору бетону збільшується прямо пропорційно підвищенню в цементній матриці ролі «шлакового» типу тверднення над «клинкерним».

Використання натрієвої солі карбонової кислоти (тип 3) в складі КД позитивно впливає на формування фізичних характеристик модифікованих бетонів (рис. 1, рис. 2). Так введення КД при використанні цементу складу № 1 (50 % шлаку) дозволяє зменшити водопоглинання з 3,4 % до 3,3 % в порівнянні з контрольним складом. При збільшенні вмісту шлакової складової до 69 % зниження водопоглинання бетону досягає 3,3 %. Однак, модифікація бетону зазначеною добавкою при використанні цементу з максимальним вмістом шлаку (88 %) негативно впливає на його фізичні характеристики, що свідчить про збільшення водопоглинання бетону до 4,3 % в порівнянні з контрольним складом (3,1 %).

Аналогічна тенденція спостерігається і за результатами досліджень зміни пористості. При мінімальному вмісту шлаку в цементі, об'єм відкритих капілярних пор бетону без добавки складає 8,1 % при введенні добавки типу 3 – 7,9 % (зменшення пористості на 0,2 %). При подальшому збільшенні вмісту шлаку в цементі зниження об'єму таких пор при використанні КД досягає 7,7 %. Проте, введення добавки до бетону при 88 % шлаку в цементі визначає погіршення порової структури бетону завдяки збільшенню об'єму відкритих капілярних пор до 10 %.

Результати, наведені в табл. 3, підтверджують взаємозв'язок між поровою структурою бетону та його морозостійкістю. Так, введення добавки на основі глюконату натрію до бетонів на основі ЛЦЕМ складів № 1 та № 3 (50 % та 69 % шлаку, відповідно) визначає можливість отримання бетону марки за морозостійкістю F 200. Однак, при максимальному вмісті шлаку в цементі (88 %) морозостійкість модифікованого бетону знижується до марки F 150.

Таким чином, введення ПАР до бетонів на основі ЛЦЕМ впливає на зміну структури і функціональних властивостей модифікованих бетонів в залежності від природи основної діючої речовини добавки, вмісту клінкерної і шлакової складової, виду і вмісту лужного компонента в цементі. Збільшення вмісту шлакової складової і, відповідно, вмісту лужного компонента в цементі визначає зменшення ефективності модифікації бетону добавкою на основі складного поліефіру та підвищення ефективності простого поліефіру в комплексі з ЛСТ у формуванні фізичних та експлуатаційних властивостей бетону.

Крім того, виявлено взаємозв'язок між показниками пористості та морозостійкості модифікованих бетонів. Так, на рис. 3 криві $P = f(\text{вміст шлаку})$ і $F = f(\text{вміст шлаку})$ відображають збільшення об'єму відкритих капілярних пор і відповідно зниження марки морозостійкості модифікованих бетонів.

Висновки.

1. Виявлено закономірності у формуванні порової структури бетону на основі лужного цементу в залежності від вмісту шлаку і показана можливість отримання бетонів високої морозостійкості з високорухомих товарних бетонних сумішей. В загальному випадку збільшення вмісту шлаку з відповідним підвищенням необхідного вмісту лужного компонента в цементі визначає зменшення об'єму відкритих, збільшення об'єму закритих капілярних пор і зменшення інтенсивності деградації структури бетону при перемінному заморожуванні-відтаванні за рахунок зменшення об'єму льоду, що утворюється в бетоні при від'ємних температурах.

2. Добавки на основі складних поліефірів, які є традиційними СП для товарних бетонів на основі звичайних клінкерних цементів, є ефективними лише до певної межі вмісту шлаку та лужного компонента в цементі. Зі збільшенням їх вмісту використання КД на основі простого поліефіру та лужної солі карбонової кислоти в присутності лігносульфонату

натрію позитивно впливають на формування штучних пор в структурі пластифікованого бетону. Завдяки цьому створюється додатковий повітряний простір для розширення води при замерзанні та відповідно знижується інтенсивність протікання процесу послаблення структури і підвищується морозостійкість бетону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Cement: a question of responsible use: Proceeding of the Intern. Confer. Held at the University of Dundee ["Cement combination for durable concrete"], (Scotland, 7.07.2005) / R.K. Dhir. - Scotland, Thomas Telford, UK. – P. 1-12.

2. Ушеров - Маршак А. Шлакопортландцемент и бетон / А.Ушеров-Маршак, З.Гергичны, Я.Маломепши/ — Х.: Колорит, 2004. — 154с.

3. Конструкційні матеріали нового покоління та технології їх впровадження у будівництво / [Рунова Р.Ф., Гоц В.И., Назаренко І.І. та ін.]. – К.: УВПК «ЕксОб», 2008. – 360 с.

4. Кривенко П.В. Специальные шлакощелочные цементы. – К.: Будівельник, 1992. – 192 с.

5. Кривенко П.В., Рунова Р.Ф., Саницкий М.А., Руденко И.И. Щелочные цементы: монография. – Киев: издательство «Основа», 2015. – 448 с.

6. Features of Alkali-Activated Slag Portland Cement / [P. Krivenko, V. Gots, R. Runova, I. Rudenko, O. Lastivka] // Proceed. 1-st Intern. Conf. On the Chemistry of Construction Materials – Berlin, October 7-9, 2013. – P. 453-456.

7. Глуховский В.Д. Грунтосиликаты. – М.: Будівельник, 1959. – 120 с.

8. Эффективность дії пластифікаторів в бетонах на основі лужного шлакопортландцементу / [Гоц В.И., Рунова Р.Ф., Руденко І.І., Ластівка О.В.] // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. - К., НДІБМВ, 2013. - Вип. 49. - С. 98-103.

9. Ластівка О.В. Модифіковані бетони на основі лужного шлакопортландцементу для монолітного будівництва : Автореф. дис. канд. техн. наук. / КНУБА. - Київ, 2015. – 21 с.

10. Й. Штарк, Б.Вихт. Долговечность бетона. / Пер. с нем. – А. Тулаганова. Под ред. П. Кривенко. Киев., «Оранта», 2004, 293 с.

11. ДСТУ Б В.2.7-181:2009 Цементи лужні. Технічні умови (Національний стандарт України).

12. ДСТУ Б В.2.7-171:2008 (EN 934-2:2001, NEQ) Добавки для бетонів і будівельних розчинів. Загальні технічні умови (Національний стандарт України, який відповідає EN 934-2:2001 “Admixtures for concrete, mortar and grout – Part 2: Concrete admixtures – Definitions, requirements, conformity, marking and labelling”)

13. ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності. – К.: Мінрегіон України, 2011. – 38 с.

14. ДСТУ Б В.2.7-47-96 (ГОСТ 10060.0-95) Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення морозостійкості. Загальні вимоги.

REFERENCES:

1. R.K. Dhir (2005). Cement: a question of responsible use: Proceeding of the Intern. Confer. Held at the University of Dundee. Scotland, Thomas Telford, UK. – P. 1-12.

2. Usherov - Marshak A, Z. Herhychnui, Ia. Malomepshy. Shlakoportlandtsement y beton. Kharkiv, Koloryt, 2004, 154

3. Runova R.F., Hots V.Y., Nazarenko I.I. Konstruktsiini materialy novoho pokolinnia ta tekhnolohii yikh vprovadzhennia u budivnytstvo. Kyiv.: UVPK «EksOb», 2008, 360.

4. Gelevera A.G., Munzer Kamel. Alkaline portland and slag portland cements // First Int. conf. on alkaline cements and concretes. Vipol Stock company, Kiev (Ukraine), 1994, 173-180.

5. P. Krivenko, V. Gots, R. Runova, I. Rudenko, O. Lastivka. Features of Alkali-Activated Slag Portland Cement. Proceed. 1-st Intern. Conf. On the Chemistry of Construction Materials, Berlin, October 7-9,

2013, 453-456.

6. Hlukhovskiy V.D. Hruntosylykatu. Budivelnyk, 1959, 120

7. Hots V.I., Runova R.F., Rudenko I.I., Lastivka O.V. Efektyvnist dii plastyfikatoriv v betonakh na osnovi luzhnoho shlakoportlandtsementu. Budivelni materialy, vyroby ta sanitarna tekhnika, NDIBMV, 2013, Vyr. 49, 98-103.

8. Lastivka O.V. Modyfikovani betony na osnovi luzhnoho shlakoportlandtsementu dlia monolitnoho budivnytstva : Avtoref. dys. kand. tekhn. Nauk, KNUBA, Kyiv, 2015, 21.

9. I. Shtark, B. Vykht. Dolhovechnost betona. Per. s nem. A. Tulahanova. Pod red. P. Kryvenko. Kyev, «Oranta», 2004, 293.

10. DSTU B V.2.7-181:2009 Tsementy luzhni. Tekhnichni umovy (Natsionalnyi standart Ukrainy).

11. DSTU B V.2.7-171:2008 (EN 934-2:2001, NEQ) Dobavky dlia betoniv i budivelnykh rozchyniv. Zahalni tekhnichni umovy (Natsionalnyi standart Ukrainy, yakyi vidpovidaie EN 934-2:2001 “Admixtures for concrete, mortar and grout, Part 2: Concrete admixtures – Definitions, requirements, conformity, marking and labelling”)

12. DSTU B V.2.7-170:2008. Budivelni materialy. Betony. Metody vyznachennia serednoi hustyny, volohosti, vodopohlynnannia, porystosti i vodonepronyknosti. – K.: Minrehion Ukrainy, 2011, 38.

13. DSTU B V.2.7-47-96 (HOST 10060.0-95) Budivelni materialy. Betony. Metody vyznachennia morozostiikosti. Zahalni vymohy.

14. P. Krivenko, O. Petropavlovskii, V. Pushkar, S. Lakusta. Freeze-thaw and freeze-deicing salt attack on alkali-activated slag cement concrete: problems and solutions, Ibaasil/Internationale Baustofftagung, Weimer, September 12-15, 2015, 0289-1-0299.

АННОТАЦИЯ

В статье исследованы закономерности в формировании поровой структуры бетона на основе щелочного цемента в зависимости от содержания шлака и расхода щелочного компонента. Показано, что увеличение содержания шлака с соответствующим повышением необходимого содержания щелочного компонента в цементе определяет уменьшение объема открытых, увеличение объема закрытых капиллярных пор и уменьшения интенсивности деградации структуры бетона при переменном замораживании-оттаивании за счет уменьшения объема льда, образующегося в бетоне при отрицательных температурах. Выявлено возможность получения бетонов на основе щелочных цементов высокой морозостойкости с высокоподвижных товарных бетонных смесей.

Ключевые слова: бетон, щелочной цемент, водопоглощение, поровая структура, морозостойкость.

ANNOTATION

Regularities in formation of pore structure of concrete on the basis of alkaline cement depending on the slag content and the consumption of the alkaline component are investigated in article. Increase in the slag content with a corresponding increase in the required content of alkaline component in the cement determines a decrease in the volume of open, increased volume of closed capillary pores, and a decrease in the intensity of the degradation of the structure of the concrete with variable freezing-thawing due to a decrease in the volume of ice formed in concrete at negative temperatures was shown.

Keywords: concrete, alkaline cement, water absorption, pore structure, frost resistance.

УДК 691.32.001.4

**Дмітрієва Н.В. к.т.н., доц.,
Федоренко П.П. д.т.н., с.н.с.,
Гострик А.М. магістр,
ОДАБА, м.Одеса.**

ПРО ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДОПОГЛИНАННЯ ВАПНЯКА-ЧЕРЕПАШНИКА ПРИ ВЛАШ- ТУВАННІ ШТУКАТУРНОЇ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ

Стаття присвячена вирішенню проблеми підвищення експлуатаційної ефективності систем штукатурної гідроізоляції, шляхом розробки технологічних основ, котрі дозволяють максимально використовувати можливості штукатурних гідроізоляційних матеріалів та понижувати водопоглинання вапняк-черепашника.

Ключові слова: штукатурна гідроізоляція, вапняк-черепашник, водопоглинання.

Актуальність. Останнім часом швидкими темпами почав освоюватися підземний простір як житлових будинків, так і громадських. Будуються малоповерхові котеджі, житлові будинки с підземними гаражами, підвалами, що експлуатуються під кімнати відпочинку в приватному будівництві, чи для комерційних цілей в громадському.

Природний камінь завжди вважався найкращим матеріалом для будівництва та оздоблення як житлових, так громадських будівель. Одним з таких, що ніколи не виходить з моди, кам'яним натуральним матеріалом вважається вапняк - черепашник. Протягом вже декількох тисяч років зводяться будівлі і споруди з цього матеріалу. На сьогоднішній день багато з них є пам'ятками архітектури. На прикладі м.Одеси на сьогоднішній день до офіційного переліку пам'яток містобудування та архітектури внесено 700 будівель і споруд, з яких 69% в різній мірі мають потребу в капітальному ремонті, відновленні або заміні конструкцій і елементів будівлі. За результатами

обробки технічної, проектної документації з архівних даних ЖКГ і проектних організацій, будівлі та споруди, зведені з вапняка-черепашника, складають 26% від всього містобудівного фонду міста. У центрі міста мають місце житлові приміщення в цокольному поверсі.

Огороджувальні конструкції підвалів і підземних поверхів будівель контактують з ґрунтом і тому повинні забезпечувати надійну взаємодію будівлі з геологічним середовищем, щоб уникнути появи руйнівних зусиль і понаднормових деформацій, проникнення ґрунтових вод. Тому гідроізоляція є одним з найважливіших конструктивних елементів конструкцій підземного циклу.

Багатолітній досвід експлуатації будівель доводить той факт, що порушення суцільності гідроізоляції або її відсутність – одна з основних причин виходу із ладу підземних споруд і, як наслідок, збільшення витрат на ремонтно-відновлювальні роботи і дискомфорт проживання. Погіршуються експлуатаційні показники огороджувальних конструкцій будівель: знижуються теплофізичні, санітарно-гігієнічні характеристики приміщень через підвищення вологості повітря і утворення плісняви, грибка, водоростей тощо, з'являються вицвіти і висоли на поверхні конструкцій. Таким чином, однією з актуальних інженерних задач є відновлення або влаштування системи «гідроізоляція – конструкція з вапняка-черепашнику».

Останні дослідження. Вивченням фізико-механічних властивостей пілкових вапняків займалися багато дослідників. Найбільш вагомий внесок в цій області був зроблений Комишевим А.В., Єременком П.Л., Ізмайловим Ю.В., Фігаровим А.Г., Оруджевим Ф.М., Турсуновим Н.Т. та ін. Науковим підґрунтям і теоретичною основою досліджень гідроізоляції стали наукові розробки провідних вчених Шиліна А.А., Лукинського О.А., Хоменка В.П., Леоновича С.Н., Карапузова Є.К., Сохи В.Г., та ін., які ґрунтуються на дослідженні зменшення або виключення

водопоглинання і водонепроникності конструкцій з бетону і каменя. Питання гідроізоляції вапняка-черепашника недостатньо вивчено.

Мета: дослідження впливу технологічних параметрів влаштування штукатурної гідроізоляції на водопоглинання системи «штукатурна гідроізоляція – вапняк-черепашник».

Основний матеріал.

Для забезпечення водонепроникності та зменшення водопоглинання матеріалів на будівельному ринку України пропонують велику кількість матеріалів різних складів і торгових марок, при цьому кожний із складів має певну область застосування.

Сучасні гідроізоляційні матеріали рекомендовані в більшості випадків для гідроізоляції кам'яних конструкцій, а для конструкцій з вапняка-черепашника немає.

Штукатурна гідроізоляція – це суцільне водонепроникне покриття, що складається з гарячої чи холодної суміші бітумних, цементних чи полімерних в'язучих з мінеральними чи органічними заповнювачами.

Штукатурна гідроізоляція характеризується значною товщиною покриття (6-50мм), невеликою рухомістю розчину, що наноситься на основу способами нанесення ізоляційного матеріалу, котрі аналогічні способам нанесення вапнякових і цементних будівельних штукатурок [1].

До виробництва штукатурних гідроізоляційних робіт висувають наступні вимоги: штукатурка повинна володіти високою адгезією з поверхнею конструкції, оштукатурені поверхні повинні бути рівними, гладкими, без забруднень та тріщин [2].

До штукатурної полімерної гідроізоляції (на основі органічних в'язучих) відносяться покриття з холодних і гарячих асфальтових мастик і розчинів, покриття на основі емульсійних бітумних паст [3].

У свою чергу, на неорганічних в'язучих до штукатурної гідроізоляції відносяться покриття, що наносяться на поверхню конструкції за допомогою технологій торкретування, набризге-бетону чи шприц-бетону [4].

Влаштування штукатурної гідроізоляції включає в себе операції з підготовки поверхні, підсилення місць можливих деформацій, безпосередньо нанесення штукатурних гідроізоляційних розчинів, а також заходи з попередження сповзання гідроізоляційного шару на вертикальних і похилих поверхнях [5].

Свіжоприготований розчин штукатурної гідроізоляції наносять ручним чи механізованим способом на зволожену поверхню.

Критеріями вибору штукатурної гідроізоляції стали наступні показники.

Умови виконання робіт:

- щільна забудова – можливість відновлення водонепроникності конструкції стін цокольних житлових приміщень з внутрішньої сторони;

- властивість матеріалу абсорбувати вологу: вода в матеріалі заміщує повітря, витісняючи його із мікропор, що призводить до підвищення теплопровідності стін з черепашника;

- значні витрати гідроізолюючих матеріалів у вигляді просочення.

Паропроникність матеріалу:

- у випадку закупорювання пор паро-непроникними матеріалами призводить до

збільшення накопичення вологи в стінах і створення сприятливих умов для життєдіяльності грибків і бактерій.

Експериментальні дослідження проводилися згідно з планом експерименту, представленому в таблиці 1.

Для дослідження водопоглинання системи «гідроізоляція – вапняк-черепашник» були використані зразки Одеського родовища (с. Ільїнка).

У плануванні експерименту був прийнятий ряд умовних позначень. Назва родовища вапняка-черепашника: Одеське – Y; вид штукатурної гідроізоляції:

«Гідрозит» – X1, «Siltek V-30» – X2, «Ceresit CR 65» – X3. Показник товщини шару не варіювався, відповідно приймався 2мм. Попередньо відібрані зразки перед початком нанесення безпосередньо гідроізоляційної суміші були зважені для визначення ваги і об'єму в повітряно-сухому стані.

Експериментальні дослідження визначення інтенсивності водопоглинання проводилися у відповідності з ДСТУ Б В.2.7-42-97 Будівельні матеріали. Методи визначення водопоглинання, густини і морозостійкості будівельних матеріалів і виробів.

Таблиця 1

План експерименту

Варіювання фактора впливу	Родовище вапняка-черепашника	Вид штукатурної гідроізоляції			Кількість шарів штукатурної гідроізоляції		
		X1	X2	X3	1	2	3
Номер серії випробувань	Одеське (умовне позначення Y)						
1	Y	+	-	-	+	-	-
2	Y	+	-	-	-	+	-
3	Y	+	-	-	-	-	+
4	Y		+		+	-	-
5	Y		+		-	+	-
6	Y		+		-	-	+
7	Y			+	+	-	-
8	Y			+	-	+	-
9	Y			+	-	-	+
10	Y	-	-	-	+	-	-
11	Y	-	-	-	-	+	-
12	Y	-	-	-	-	-	+
13	Y	-	-	-	+	-	-
14	Y	-	-	-	-	+	-
15	Y	-	-	-	-	-	+
16	Y	-	-	-	+	-	-
17	Y	-	-	-	-	+	-
18	Y	-	-	-	-	-	+

Водопоглинання зразків визначалося на зразках-паралелепіпедах розмірами $l \cdot b \cdot h$ 150*50*50мм.

Водопоглинання характеризується відношенням у відсотках ваги води, поглинутої впродовж 48 год, повністю зануреним у воду зразком (m) до ваги того ж зразка, висушеного до постійної ваги (m_1). Обчислення водопоглинання здійснювалося за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m}{m} \times 100 \quad (1)$$

Водопоглинання системи «гідроізоляція – вапняк-черепашник» обчислювалося як середнє арифметичне результатів по 3-х зразках.

Для порівняння результатів водопоглинання зразків системи в плануванні експерименту були включені випробування на водопоглинання зразків вапняка-черепашника до влаштування

гідроізоляції (серія зразків №10-18).

Результати дослідження показника водопоглинання наведені в таблиці 2.

У зв'язку з різноманітною макроструктурою (рис.1) зразків проводилися дослідження з визначення часу повного водонасичення зразків.

Інтенсивність водопоглинання каменю і гідроізоляції змінюється в залежності від тривалості (t в хв.) витримування їх у воді. Аналіз отриманих залежностей (рис.2) показує, що повне водонасичення серій зразків №1, 4, 6,13 практично відбувається через 72 год, а серії зразків 10 і 16 – на 14 добу.

При повному зануренні у воду найбільшу швидкість водопоглинання показали серії зразків №1 і 2, в той час як у дрібнопористих каменях серії зразків №10, 14,15,16 ця межа досягається у період 8–14 діб.

Таблиця 2

Результати визначення показників повного водопоглинання обраних зразків

Номер серії випробувань	Водопоглинання, %					Вага зразка в сухому стані, m, g
	Час					
	24 год	48 год	72 год	7діб	14 діб	
1	0,73	17,3	26,3	26,3	26,3	532
2	2,76	8,9	21,1	21,1	21,1	593
3	5,25	5,6	5,63	5,63	5,63	533
4	1,954	9,95	21,02	21,02	21,02	568
5	1,83	3,62	3,65	3,65	3,65	636
6	0,79	0,8	1,10	1,10	1,10	671
7	13,27	16,14	19,17	19,2	19,3	533
8	2,77	7,55	7,57	7,57	7,57	503
9	0,69	0,77	1,18	1,18	1,18	590
10	0,88	17,7	27,11	27,34	27,36	452
11	2,94	9,0	22,11	22,15	22,15	511
12	17,86	22,73	27,61	27,8	27,8	431
13	2,56	10,63	22,11	22,12	22,12	508
14	3,02	10,59	22,31	22,32	22,33	529
15	13,18	16,27	22,10	22,31	22,34	584
16	13,23	16,13	21,50	21,66	21,67	465
17	3,33	11,64	24,70	24,72	24,72	421
18	14,11	17,99	22,44	22,45	22,45	517



а)

б)

Рис.1. Структура зразків: а)серії №13 ;б) серії № 10

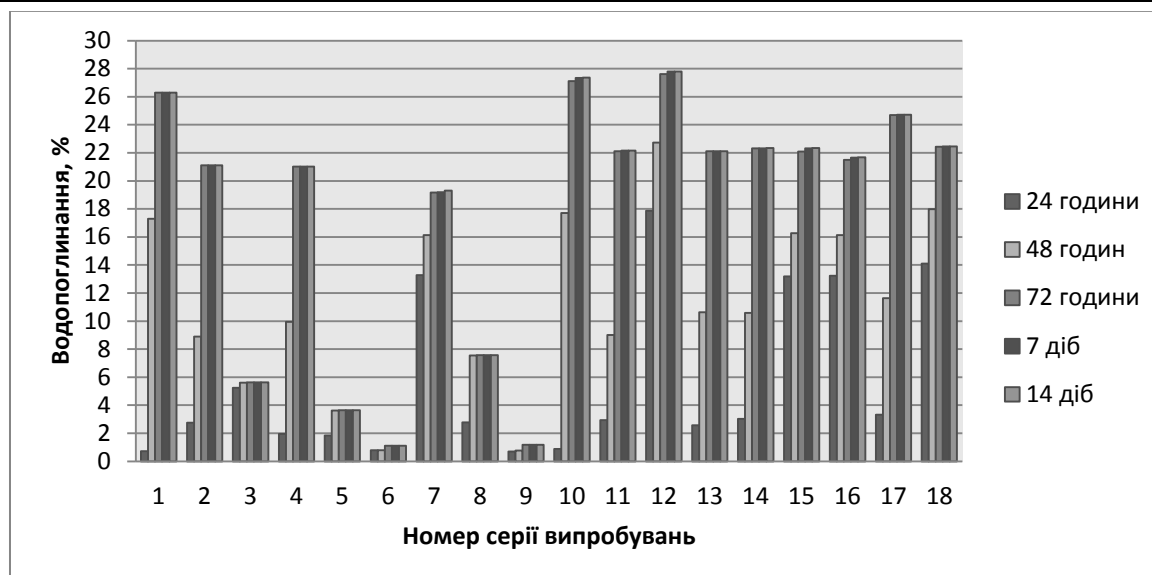


Рис.2. Залежність показника водопоглинання від факторів впливу

Зауважимо, що зразки Одеського родовища мають водопоглинання в межах від 21,67 до 27,8% і в цьому відношенні задовольняють вимоги ДСТУ Б В.2.7-42-97 (межа 30%).

У ході досліджень були проаналізовані залежності впливу кількості шарів нанесення гідроізоляції і виду матеріалу на інтенсивність водопоглинання.

Як видно з діаграми, водопоглинання зразків серії (№1,4,7), оброблених гідроізоляцією, незалежно від виду матеріалу, в один шар показують результати зменшення водонасичення в 1,07 раза у порівнянні зі зразками серії № 10, 13, 16 (без нанесення штукатурної гідроізоляції).

Нанесення 2-х шарів гідроізоляції характеризується зменшенням водонасичення в залежності від матеріалу, що використовується: «Гідрозит» – в 1,05 раза, «Siltek V-30» – в 6,4 раза, «CeresitCR 65» – в 3,3 раза. Зменшення водонасичення показали зразки, оброблені гідроізоляцією в 3 шари через 14 діб витримування у воді: «Гідрозит» – в 3,85 раза, «Siltek V-30» – в 20,3 раза, «CeresitCR 65» – в 19 разів. Варто зауважити що нанесення двох шарів штукатурної гідроізоляції «Siltek V-30» показують результати зменшення водонасичення у 1,7 раза в порівнянні з

системою з використанням матеріалу «Гідрозит», нанесеного у 3 шари.

Висновки. 1. На основі проведених лабораторних досліджень визначено значення водопоглинання системи «гідроізоляція – вапняк-черепашник» при варіюванні технологічних факторів: вид матеріалу, кількість шарів і час повного водонасичення.

2. Побудовані на основі аналізу експериментально-статистичні залежності дозволили визначити оптимальну кількість шарів у системі «гідроізоляція – вапняк черепашник», що сприяє зменшенню водопоглинання.

3. Нанесення 3-х шарів гідроізоляції в залежності від виду матеріалу дозволяють зменшити водопоглинання: «Гідрозит»– в 3,85 раза, «Siltek V-30»– в 20,3 раза, «CeresitCR 65»– в 19 разів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Цуварев М.А. Гидроизоляция подземных сооружений штукатурными составами / Цуварев М.А. – М.: Стройиздат, 1988. – 64 с.
2. Миронов В. В поиске идеальной изоляции: модификаторы битумных масс: значение и применение / В.Миронов // Современное строительство. – 2009. - №2. – С.58.

3. Новинки рынка кровельных и гидроизоляционных материалов // Стройка. – 2002. - №7. – С.218.

4. Производство гидроизоляционных работ: [Справочник]/ [Бабиченко В.Я., Зенченко Ю.Н., Бабешко А.Ф. и др]; под общ. ред. В.Я. Бабиченко. – К.: Будівельник, 1987. – 264 с.

5. Нациевский Ю.Д. Эффективные строительные материалы: [Справочное пособие] / Нациевский Ю.Д., Хоменко В.П., Заиончковский Б.Ф. – К.: Будивельник, 1980 – 264 с.

REFERENCES:

1. Tsuvarev M.A. (1988). Gidroizolyatsiya podzemnyih sooruzheniy shtukaturnymi sostavami. Moskov, Russia. 64.

2. Mironov V. (2009). V poiske idealnoy izolyatsii: modifikatoryi bitumnyih mass: znachenie i primeneniye. Sovremennoye stroitelstvo - №2, 58.

3. Novinki ryinka krovelnyih i gidroizolyatsionnyih materialov. (2002). Stroyka №7, 218.

4. Babichenko V.Ya., Zenchenko Yu.N., Babeshko A.F. et al. (1987). Bydivel'nik. Proizvodstvo gidroizolyatsionnyih rabot: [Spravochnik], 264. Babichenko V.Ya. (Eds.).

1. 5. Natsievskiy Yu. D., Khomenko V.P., Zaionchovskiy B.F. (1980). Bydivel'nik. Effektivnyie stroitelnyie materialy: [Spravochnoe posobie], 264 .Natsievskiy Yu.D. (Eds.). Kyiv, Ukraine.

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена решению проблемы повышения эксплуатационной эффективности систем штукатурной гидроизоляции путем разработки технологических основ, которые позволяют максимально использовать возможности штукатурных гидроизоляционных материалов и понижать водопоглощение известняка-ракушечника.

Ключевые слова: штукатурная гидроизоляция, известняк-ракушечник, водопоглощение.

ANNOTATION

The article is devoted to solving the problem of improving the operational efficiency of systems plastering and waterproofing, through the development of technological bases that allow maximum use of plaster and waterproofing materials to reduce water absorption of limestone.

The article analyzes the experimental statistical dependencies, which allow to determine the optimal number of layers of material in the system "waterproofing - limestone-shell". On the basis of the laboratory tests, the water absorption of the "waterproofing - limestone-shell" system was determined with varying technological factors.

Keywords: waterproofing plaster, shell limestone, water absorption.

УДК: 624.07: 004.921: 004.942

Городецкий А.С., д.т.н., проф.,
ООО «ЛИРА САПР», Киев,
Барабаш М.С., д.т.н., доц.,
ООО «ЛИРА САПР», НАУ, Киев

ВІМ-ТЕХНОЛОГІЯ ІНТЕГРАЦІЇ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ ПРОЕКТИВАННІ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Статья посвящена актуальной проблеме комплексного проектирования объектов строительства по принципу параметрического моделирования на основе ВІМ (Building information modeling)-технологии, которая базируется на формировании обобщенной информационной модели объекта строительства, единой на всех стадиях проектирования и полученной из разных САПР. На примере программного комплекса для автоматизированного проектирования САПФИР-3D продемонстрирован принцип создания обобщенной информационной модели объекта строительства с последующим созданием проектно-конструкторской документации. Рассматриваются процедуры динамического контроля проектных решений, принимаемых в режиме интерактивного взаимодействия проектировщика и САПР, перспективы развития таких технологий.

Ключевые слова: ВІМ-технологии; система автоматизированного проектирования; интеграция, САПФИР-3D, ЛИРА-САПР

Введение. Архитектурно-конструктивное проектирование, расчет конструкций, разработка сметной документации, а в последнее время и бухгалтерский учет осуществляются с использованием современных эффективных программных комплексов. Каждый из программных комплексов имеет свою модель представления объекта транспортного строительства и оперирует теми атрибутами элементов модели,

которые необходимы для решения задач автоматизации определенного этапа проектирования строительного объекта. Интеграция между программными комплексами чаще всего обеспечивается путем обмена файлами экспорта/импорта.

Анализ публикаций. Принципы параметрического моделирования и создание информационной модели строительных объектов отражены в работах современных ученых: Николас Нисбет, Алек Ньюинг, М.С. Барабаш, А.С. Городецкого [1,2], О.И. Пакидова, В.А. Попова, А.В. Скворцова, В.В. Талапова, В.В. Мигунова и др.

Практическим внедрением ВІМ-технологий для решения задач проектирования занимаются разработчики современных САПР (например, Autodesk, Bentley Systems, Nemetschek, Graphisoft, TEKLA, ЛИРА САПР и др.)

Основная часть. В настоящее время программное обеспечение САПР охватывает практически все разделы проектирования.

Автоматизация архитектурной части проекта обеспечивается такими программными комплексами, как САПФИР, ArchiCAD, REVIT, Allplan и др. Конструкторы имеют в своем распоряжении широкий набор программных комплексов, таких как ЛИРА-САПР, MOHOMAX, SCAD Office, ROBOT, SAP, STRAP, ANSYS и др. Для автоматизации сантехнической части проекта проектировщики располагают такими программными комплексами, как CAD-profi, HVAC & Piping, AutoCAD Revit MEP Suite, AutoCAD MEP, APC ПС и др. Для автоматизации электротехнической части проекта набор программного обеспечения следующий - NanoCAD ONC, NanoCAD СКС, NanoCAD ЭЛЕКТРО, Bentley promis, CAD – profi, Electrical, CADElectro, WinElso и др. Для автоматизации сметно-финансовой части проекта имеются такие программы, как АВК-5, АС-4 и др., хотя следует отметить, что наиболее трудоемкая часть работ – подсчет объемов до сих пор

остається вне поля зору розробників програмного забезпечення.

Среди существующего программного обеспечения в отдельную группу можно выделить сугубо графические программы, такие как AutoCAD, ZWCAD, NanoCAD, BricsCAD и др. Это объясняется тем, что сейчас практически все чертежи выполняются с использованием этих программ, что создает иллюзию 100% автоматизации проектных работ именно благодаря этим программам. Программы типа NanoCAD (Россия) или БудКАД (Украина) даже объявлялись национальными САПР. Все это неправильно расставляет акценты в намечаемых планах развития САПР. Необходимо иметь в виду, что, во-первых, сугубо графические системы автоматизируют только часть самых рутинных проектных работ, а именно – чертежные работы, являясь, по сути, электронным кульманом, а, во-вторых, эти программы основываются на компьютерной модели чертежа, а не на компьютерной модели объекта. В этом смысле прототипом будущих САПР являются такие программные комплексы, как САПФИР, ArchiCAD, REVIT, Allplan, ЛИРА-САПР, МАНОМАХ, SCAD Office и др., которые основываются на

компьютерной модели рассматриваемого объекта. Так, компьютерные модели, синтезируемые архитектурными системами, в основном содержат элементы архитектурной части проекта – форма и расположение стен, колонн, лестниц, окон, дверей, перегородок, отделка полов, стен и потолков и др. Компьютерные модели, синтезируемые конструктивными системами, естественно содержат элементы, необходимые для автоматизированного расчета и проектирования конструкций – топология и геометрия элементов несущих конструкций, сечения и материал несущих конструкций, величина и характер нагрузок, условия опирания и др.

Можно предположить, что дальнейшее развитие САПР будет связано с созданием BIM-технологий, ориентированных на автоматизацию и мониторинг процессов всего жизненного цикла строительного объекта [3,4]. Безусловно, основой BIM – технологий будет цифровая модель объекта – виртуальный объект, который с максимальной степенью приближения будет отображать проектируемый объект в натуре.

Примерная схема функционирования таких BIM – технологий представлена на рис. 1.

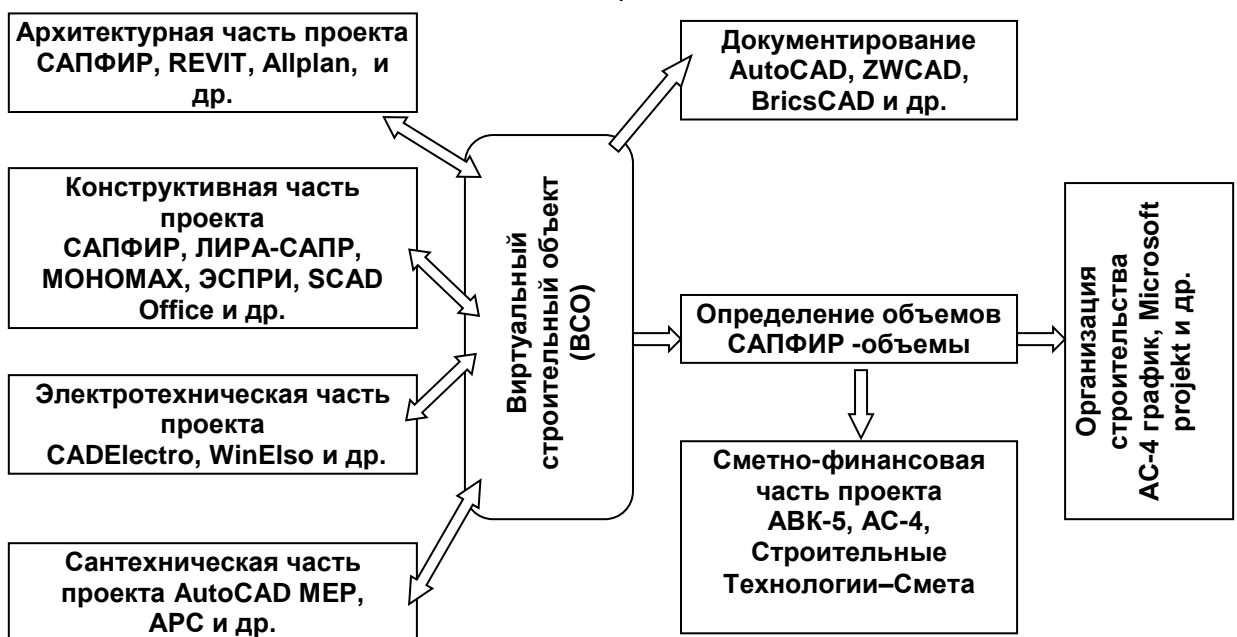


Рис. 1. Обобщенная схема функционирования BIM – технологии

BCO – виртуальный строительный объект представляет собой базу данных, в которой информация о каждом элементе организуется в виде фрейма, где указываются его атрибуты – местоположение, материалы, ссылки на каталоги и др.

Одним из основных требований к программному обеспечению BIM-технологии является открытость. Любое существующее или создаваемое программное обеспечение – САПФИР, ArchiCAD, Allplan, REVIT и др. – может принимать участие в формировании BCO, и в дальнейшем применении BCO в процессе проектирования (подсчет объемов, составление смет, документирование), а также в процессе организации работ, эксплуатации, т.е. на протяжении всего жизненного цикла [5,6]. Для реализации идей открытости необходим единый стандарт BCO. Такой подход, с одной стороны, обеспечивает принцип демократичности, так как позволяет коллективам проектировщиков, применяющим эту технологию, использовать привычное для них программное обеспечение, не ломая привычных традиций, с другой стороны, по сути новая технология использует уже накопившийся богатый опыт автоматизированного проектирования и имеющиеся программные средства.

Кроме того, такой подход открывает новые возможности для интеграции различных программных средств. Проблема интеграции программных средств САПР в настоящее время является достаточно востребованной. Уже сейчас считается хорошим тоном, если программный комплекс имеет многочисленные конвертеры.

Программные комплексы семейства ЛИРА (САПФИР, ЛИРА-САПР, МОНОМАХ-САПР, ЭСПРИ), с одной стороны, имеют многочисленные конвертеры, связывающие их с наиболее распространенными архитектурными, расчетно-конструкторскими, графическими

программами, с другой стороны, основаны на модели объекта и это позволяет их рассматривать как отдельные составляющие программного обеспечения BIM-технологий.

ПК САПФИР является связующим звеном между программным обеспечением различного назначения в BIM-технологии. ПК САПФИР построен на базе мощного трёхмерного параметрического ядра, обеспечивающего высокую эффективность пространственного моделирования, позволяет эффективно проектировать различные строительные объекты с помощью современных инструментов моделирования:

- информационная подсистема, позволяющая оперативно получать информацию из базы нормативных и справочных документов в контексте текущей проектной ситуации;

- развитые средства экспорта/импорта моделей позволяют использовать форматы IFC, DWG, DXF и некоторые другие, благодаря чему с помощью САПФИР можно эффективно и качественно обрабатывать модели, выполненные в других программах;

- преобразование архитектурной модели в аналитическую путем автоматизированной корректировки для достижения точной стыковки конструктивных элементов между собой для дальнейшего прочностного расчёта и конструирования;

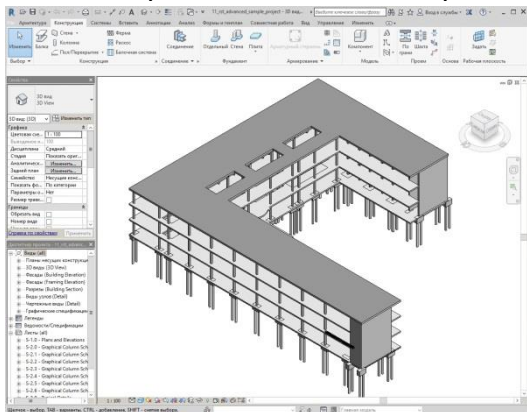
- обеспечение автоматического согласования видов, что исключает механические ошибки. Достаточно отредактировать объект на одном из видов – и его изображения на других видах автоматически корректируются.

Программа САПФИР построена по принципам открытой архитектуры. Это значит, что сторонние разработчики и опытные пользователи могут самостоятельно дописывать модули, расширяющие функциональность программы и адаптировать её к

определённым условиям проектирования, продиктованным корпоративными стандартами организации или спецификой проектируемого объекта. Для этого в программе предусмотрены OLE-интерфейсы, обеспечивающие доступ к параметрическому ядру [7] и динамически присоединяемая библиотека САПФИР API.

На базе ПК САПФИР разработан и продолжает разрабатываться ряд подсистем, которые, естественно, будут вписываться в архитектуру BIM-технологий и, возможно, определяют ПК САПФИР как основу отечественных BIM-технологий. В настоящее время разработаны и функционируют следующие подсистемы: САПФИР-Конструкции и САПФИР-ЖБК. Подсистема САПФИР-Конструкции предназначена для синтеза расчетных схем на основе управляемой процедуры преобразования 3D и 2D архитектурных моделей, созданных в различных графических программах (САПФИР, ArchiCAD, Allplan, REVIT, AutoCAD и др.). САПФИР-Конструкции включает:

- набор инструментальных средств для построения и корректировки конечно-элементных моделей;
- автоматизированное задание различных видов нагрузок, условий опирания;
- нагрузки в виде сосредоточенных или распределенных по произвольным штампам сил (перемещений) задаются на произвольных поверхностях без привязки к конечно-элементной сетке;
- задание различных видов материалов;



а)

- моделирование процесса монтажа;
- учет специфики моделирования панельных зданий – моделирование различных типов стыков, панелей.

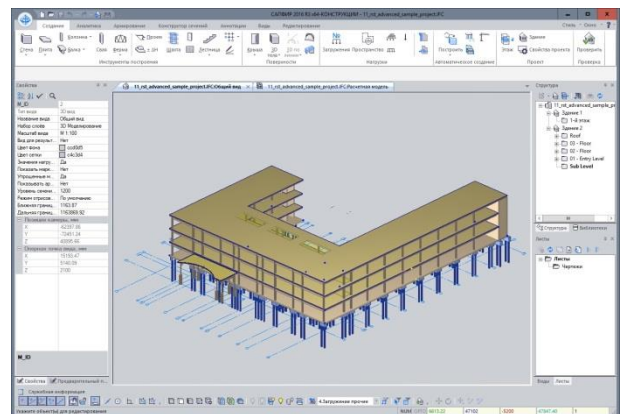
Имеется система диагностики корректности созданной расчетной схемы.

Подсистема САПФИР-ЖБК позволяет в автоматизированном режиме получить рабочие чертежи элементов железобетонных конструкций – колонн, балок, диафрагм, плит перекрытия и других.

Подсистема САПФИР-Объемы предназначена для автоматического расчета объемов на основе ВСО и автоматического сопоставления их со сметными нормативами, что позволяет значительно облегчить составление смет и организовать связь с автоматизированными системами управления строительством.

В статье приведена технология проектирования здания с использованием BIM-технологии.

На начальном этапе создание архитектурной модели здания в «САПФИР» возможно путем считывания информации об объекте проектирования из программных комплексов ArchiCAD, AutoCAD, Autodesk Revit Building и др. или с сканированных чертежей. Наиболее производительным является схема базового создания информационной модели здания с помощью программных комплексов параметризованных объектов Autodesk Revit Building и САПФИР-3D (рис. 2).



б)

Рис. 2. Пример здания созданного в Autodesk Revit Building (а) и импортированного в САПФИР-3D (б)

При создании архитектурной части проекта в программном комплексе Revit Building модель здания динамически распределяется между несколькими архитекторами и проектировщиками, работающими одновременно.

Далее для выполнения расчетов архитектурная модель здания экспортируется в программный комплекс прочностных расчетов ЛИРА-САПР. Конструктивная часть модели содержит модели сетки строительных осей и координатно-модульных сетей, модели конструктивных элементов, модели расчетных схем.

Модели конструктивных схем этажей содержат информацию о конструктивных элементах, входящих в данный этаж, и информацию о нагрузке на плиты перекрытий данного этажа. К конструктивным элементам этажа относятся стена, колонна, балка, перекрытия и др. К нагрузкам относятся: равномерно распределенная нагрузка по всей плите, сосредоточенная нагрузка, равномерно распределенная нагрузка по прямоугольному штампу, равномерно распределенная нагрузка по линейному штампу, равномерно распределенная нагрузка произвольной конфигурации.

Результаты расчета дополняют информационную модель объекта. «Виртуальный объект» формируется в виде трехмерной модели, в которой каждая конструкция или элемент здания рассматриваются как объемный. Для каждого элемента модели любой пользователь может получить интересующую его информацию. При необходимости объемная модель может быть преобразована в геометрический или графический образ. И также благодаря параметризации данных модели одновременно разные пользователи могут определить информацию о материалах, прочностные и физические свойства, цвет, объемный вес, стоимость, производителя и т. д. Данные о каждом элементе модели удовлетворяют требованиям однородности, достаточности, непротиворечивости и компактности.

Следующий этап работы интегрированной линии проектирования

заключается в реализации подсчета объемов работ и материалов, автоматическом и автоматизированном подборе сметных нормативов, в реализации средства управления ресурсами и ценами, определении предыдущих прямых расходов. Полученная информация экспортируется в сметные комплексы и программные комплексы управления строительством.

С использованием технологии BIM появляется возможность автоматизации процесса проектирования, начиная от получения задания на проектирование, заканчивая формированием проектно-сметной документации, быстро и в удобной форме обрабатывается вся проектная документация по различным разделам проектирования без использования специализированного программного обеспечения, а также подготовка входных данных для автоматизированных систем управления, которые обеспечивают формирование документов календарного планирования, мониторинг выполнения проекта, оперативный, периодический и бухгалтерский учет.

Использование данных информационной модели позволяет решить задачу визуализации процесса строительства, то есть получения трехмерных моделей отображения состояния объекта на произвольную дату его строительства с учетом фактического выполнения работ, благодаря сопоставлению конструктивных элементов объекта с соответствующими работами календарного плана. Таким образом, использование технологии BIM позволяет внедрить новую концепцию интеграции программных средств, позволяет на базе программных комплексов различного профиля впервые создать полную функциональную автоматизированную систему, решает практически все инженерные задачи в области строительства.

Из модели для всего здания в целом можно определить объем, площадь, энергопотребление, тепловой и

воздушный баланс, освещенность, инсоляцию, нагрузки и многое другое. При этом совсем не обязательно на первых этапах проектирования определять все необходимые параметры объекта - виртуальная модель здания позволяет это делать на любом этапе проектирования. Таким образом, итерационный процесс проектирования с информационной точки зрения на каждом шаге есть «наполнением» модели объекта информацией и одновременное использование сведений из базы данных объекта. «Виртуальный объект» информационно связан с большим количеством справочно-информационного материала, который можно только один раз занести в систему, а затем использовать в любой момент времени на каждом рабочем месте и по каждому проектному разделу.

Примером справочных данных могут быть различные сведения о материалах, изделиях, планировочные решения, типовые дома, фрагменты зданий и узлов, данные о приборах, автоматике, электричеству, сантехнике и прочее. Как правило, эти данные систематизированы и стандартизованы, приводятся в справочной литературе, каталогах изделий и материалов, типовых проектах и их решениях. Разумеется, применение единой структурированной модели объекта проектирования является эффективным, поскольку обеспечивает пользователей различных профилей всей необходимой информацией, а информационно-графическая система поддержки обеспечивает пополнение (или обновление) базы знаний (данных) в интерактивном режиме.

Таким образом, можно говорить о конкретной реализации первой стадии BIM-технологии, которая в рамках обобщенной схемы функционирования, представленной на рис.1, выглядит следующим образом: ArchiCAD/Allplan/REVIT → САПФИР → ЛИРА-САПР → BCO → САПФИР-Объемы → AC4 → AC4-график.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Барабаш М.С. Технологія автоматизованого проектування з використанням цифрової моделі об'єкту / М.С. Барабаш, О.С. Городецький // Зб. Науковий вісник будівництва. — вип. 20. — Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2002. — С. 179-186.
2. Барабаш М.С., Городецький О.С. Концепція інтеграції систем автоматизованого проектування з використанням технології інформаційного моделювання Нові технології в будівництві. — 2011. — №1(21) — С.67 – 70.
3. Талапов В.В. Основы BIM: введение и информационное моделирование зданий. — М.: ДМК Пресс, 2011. — 392 с.: ил.
4. Программные комплексы САПФИР и ЛИРА-САПР – основа отечественных BIM-технологий: Монографія / М.С. Барабаш, Д.В. Медведенко, О.І. Палієнко – М.: Юрайт, 2013. – 366 с.
5. Барабаш М.С. Компьютерное моделирование процессов жизненного цикла объектов строительства: Монография / М.С. Барабаш – К.: «Сталь», 2014. -300 с.
6. Городецкий А.С. Комплексные системы проектирования и управления строительством с использованием полнофункциональной информационной модели здания (BIM). Зарубежный и отечественный опыт, перспективы развития / А.С. Городецкий, М.С. Барабаш, В.С. Судак и др. // Проблемы развития городской среды: Научно-технический сборник. – К.: НАУ, 2014. – Вып.2(12). –499с.
7. Motta E., Zdrahal Z. Parametric Design Problem Solving // Presented at the 10th Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop, Banff Canada, November 1996. <http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW96/motta/pardes-banff.html>

REFERENCES:

1. Barabash M.S. (2002). Technology of automatic design using numerical model of the project. Scientific construction bulletin. Kharkiv, Ukraine: 20, 179-186.
2. Barabash M.S. & Gorodetsky A.S. (2011). The concept of integration of CAD systems using information modelling

technologies. New technologies in construction. 1 (21), 67-70.

3. Talapov V.V. (2011). Fundamentals of BIM: introduction and information modelling of buildings. M. DMK Press, 392.

4. Barabash M.S., Medvedenko D.V., Palienko O.I. (2013). Software packages SAPFIR and LIRA-SAPR – basis of domestic BIM-technologies. Monograph. M. Yuright, 366.

5. Barabash M.S. (2014). Computer modelling of life cycle process for building objects. Monograph. Kie, Ukraine: Steel, 300.

6. Gorodetsky A.S., Barabash M.S., Sudak V.S. & et.al. (2014). Complex systems of design and construction management using fully functional building information model (BIM). Foreign and domestic experience, development prospects. Problems of urban environment development. Kiev, Ukraine: 2(12), 499.

7. Motta E. & Zdrahal Z. (1996). Parametric Design Problem Solving. Retrieved from <http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW96/motta/pardes-banff.html>

АНОТАЦІЯ

Стаття присвячена актуальній проблемі комплексного проектування об'єктів будівництва за принципом параметричного моделювання на основі BIM-технології, яка базується на формуванні узагальненої інформаційної моделі об'єкта будівництва, єдиної на всіх стадіях проектування і отриманої з

різних САПР. На прикладі програмного комплексу для автоматизованого проектування САПФІР-3D продемонстрований принцип створення узагальненої інформаційної моделі об'єкта будівництва з подальшим створенням проектно-конструкторської документації. Розглядаються процедури динамічного контролю проектних рішень, що приймаються в режимі інтерактивної взаємодії проектувальника і САПР, перспективи розвитку таких технологій.

Ключові слова: BIM-технологія, життєвий цикл, віртуальний об'єкт, моделювання процесів, програмне забезпечення.

ANNOTATION

The paper deals with integrated design of building objects according to principle of parametric modelling based on BIM-technology. Technology is grounded on generation of integrated information model of the building object. Such model is the same at all stages of design and obtained from different CAD programs. Integrated information model for the building object is generated in SAPFIR-3D software and then design information is obtained. The paper considers procedures of dynamic control for design concepts accepted when the engineer works with CAD components and future development for such technologies.

Keywords: BIM-technology, life cycle, virtual object, modelling, software.

УДК 691.328

*Дорофеев В. С., д. т. н., проф.,
Выкиданец С. Н., асс.,
ОГАСА, г. Одесса*

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПОВРЕЖДЕННОСТИ НА ХАРАКТЕР
ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ТРЕЩИН В
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ
ЭЛЕМЕНТАХ ПРИ ДЕЙСТВИИ
ДЛИТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ**

В статье приведены результаты экспериментально-теоретических исследований влияния конструктивных факторов на формирование технологической поврежденности бетона. Проведенные исследования позволили подтвердить участие наполнителей в организации структуры бетона, образовании и развитии трещин. Также уточнено влияние количества минерального наполнителя на величину относительной поперечной силы трещинообразования. Установлены зависимости технологической поврежденности ($K_{пс}$, $K_{пл}$), призмной прочности и относительной критической наклонной трещины на относительную поперечную силу трещинообразования.

Ключевые слова: технологическая поврежденность, трещинообразование, дисперсность, коэффициент технологической поврежденности, трещины, деформативность

Последние исследования. Проведенный авторами анализ показывает, что трещины присутствуют практически на всех структурных уровнях КСМ. Предложены классификации этих трещин в зависимости от размерных факторов и их «опасности» в материале. При этом отмечается, что зафиксированные трещины существуют в структуре материала еще до приложения к ним эксплуатационных нагрузок [7].

Выполненные ранее исследования свидетельствуют о необходимости рассмотреть характер образования нормальных и наклонных трещин, и преобразование одной из них в критическую (магистральную)

трещину в железобетонных балках под действием длительной нагрузки. В основе методики определения поперечной силы трещинообразования для данного исследования лежит принцип оценивания появления и развития трещин в железобетонных элементах с помощью коэффициентов технологической поврежденности.

Актуальность. Поскольку влияние технологических трещин на прочность и деформативность железобетонных изгибаемых элементов нуждается в изучении и исследованиях, изыскания в этом направлении представляют научный интерес.

По мнению авторов [1], микроструктура композиционных строительных материалов представляет собой материал типа "блок в блоке" между отдельными блоками, на различных масштабных уровнях сосуществуют поверхности раздела или наследственные трещины.

Объемные эксплуатационные деформации разных знаков развиваются как в каждом блоке, так и в структуре в целом. На этапе увеличения объема происходит частичное смыкание масштабных трещин (особенно их параллельных участков) и увеличение ширины раскрытия на участках разнонаправленных деформаций. Этап уменьшения объема характеризуется увеличением ширины раскрытия трещин.

Как при увеличении объема материала, так и при его уменьшении происходит концентрация напряжений растяжения в вершине наследственной трещины, что вызывает ее подрастание. Таким образом, в структуре материала появляется новая структурная неоднородность – эксплуатационные трещины.

Проведенный авторами [1] анализ показал, что технологическая поврежденность определяется в значительной степени дисперсностью наполнителя. При этом изменяется протяженность поверхностных трещин при сохранении их "рисунка". Рисунок трещин представляет собой завершенные или незавершенные четырех-, пяти- или шестиугольники. Таким образом, верно предположение, что бетон разделен на своеобразные структурные блоки,

внешними границами которых являются технологические трещины.

Оценка прочности и трещиностойкости бетонных и железобетонных конструкций невозможна без учета механизмов зарождения и развития трещин, а также разработанных методик надежного определения критериев трещиностойкости. Бетон и железобетон, являясь неоднородными материалами, имеют свои особенности поведения трещин. Даже при отсутствии трещин распределение напряжений в них существенно отличается от распределения в однородном теле. В зависимости от соотношения свойств компонентов и характеристик контакта этих компонентов трещины могут развиваться в различных зонах материала [2, 3].

Технологические трещины предопределяют возникновение градиентов деформаций по величине и направлению, изменяющих начальное деформативное состояние бетонных и железобетонных конструкций. Деформации и напряжение за счет подрастания и образования новых технологических трещин способствуют увеличению поврежденности материала [4, 5, 6].

Цели и задачи. Известно, что трещины, являясь одним из важных структурных параметров, определяющих комплекс физико-технических свойств, как материала, так и конструкции из него, влияют на прочность и деформативность железобетонных изгибаемых элементов. Поэтому на основании ранее проведенных исследований важно рассмотреть характер образования нормальных и наклонных трещин, развитие наклонных и преобразование одной из них в критическую (магистральную) трещину в железобетонных балках под действием длительной нагрузки.

Картина трещин при обследовании железобетонной конструкции или элемента с их габаритами и ориентацией, дает возможность подготовить исходные данные для применения информации в математических моделях по определению концентрации напряжений у вершины трещин [13, 14, 15].

Результаты исследований.

Рассмотрим влияние технологической поврежденности на трещинообразование железобетонных балок, нагруженных длительной нагрузкой.

Величина относительной поперечной силы трещинообразования ($Q'_{\text{срс}}$) в зависимости от количества и качества наполнителя изменяется в пределах от 0,650 до 0,954 (на 46,8 %).

Влияние количества наполнителя на относительную поперечную силу трещинообразования отражено на рис. 1,а. Изменение N от 8 до 12 % от массы вяжущего при постоянной дисперсности $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$ приводит к повышению $Q'_{\text{срс}}$ от 0,650 до 0,769 (на 18,3 %).

При дисперсности $S_y=200 \text{ м}^2/\text{кг}$ и изменении количества наполнителя от 8 до 12 % $Q'_{\text{срс}}$ уменьшается от 0,753 до 0,718 на (4,9 %).

При фиксированной дисперсности $S_y=300 \text{ м}^2/\text{кг}$ изменение количества наполнителя от 8 до 12 % от массы вяжущего приводит к уменьшению $Q'_{\text{срс}}$ от 0,954 до 0,836 (на 14,1 %).

Следует отметить, что максимальное изменение $Q'_{\text{срс}}$ (18,3 %) достигается при изменении N от 8 до 12 % и $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$. Минимальное изменение относительной поперечной силы трещинообразования достигается при изменении количества наполнителя от 8 до 12 % и дисперсности $S_y=200 \text{ м}^2/\text{кг}$ (4,9 %).

Влияние качества (дисперсности) наполнителя на относительную поперечную силу трещинообразования отражено на рис. 1,б. Изменение дисперсности наполнителя от 100 до 200 $\text{м}^2/\text{кг}$ при его расходе 8 % ведет к повышению $Q'_{\text{срс}}$ от 0,650 до 0,753 (на 15,8 %), а увеличение S_y до 300 $\text{м}^2/\text{кг}$ приводит к дальнейшему более интенсивному увеличению относительной поперечной силы трещинообразования до 0,954 (27 %).

При постоянном количестве наполнителя 12 % и при изменении дисперсности от 100 до 200 $\text{м}^2/\text{кг}$ происходит уменьшение $Q'_{\text{срс}}$ от 0,769 до 0,718 (на 7,1 %), а при увеличении дисперсности до 300 $\text{м}^2/\text{кг}$ $Q'_{\text{срс}}$ возрастает до 0,836 (на 16,4 %).

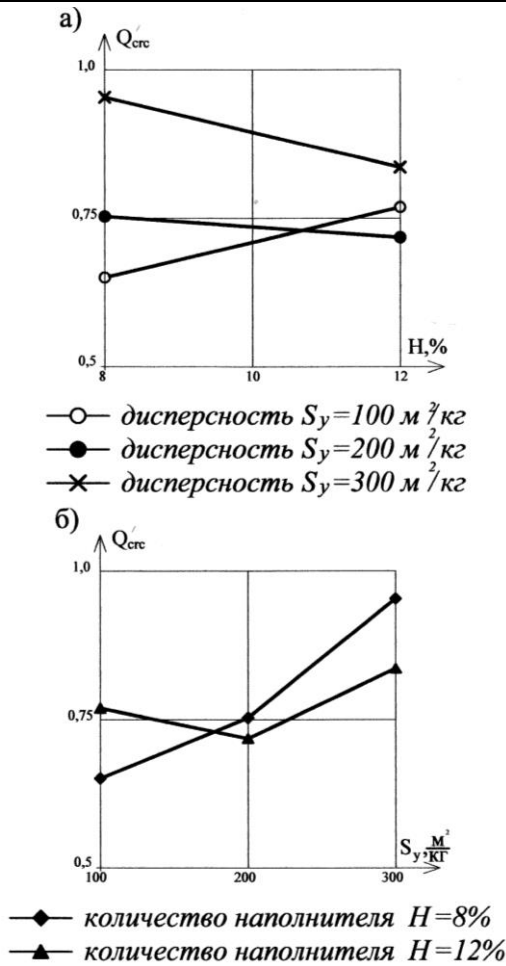


Рис. 1. Влияние количества (а) и дисперсности (б) наполнителя на относительную поперечную силу трещинообразования

Следует отметить, что максимальное изменение Q'_{crs} (27 %) достигается при изменении S_y от 200 до 300 м²/кг при постоянном $H=8\%$. Минимальное изменение Q'_{crs} достигается при постоянном $H=12\%$ и изменении S_y от 100 до 200 м²/кг (7,1 %).

Делая предварительный вывод по анализу влияния количества и качества наполнителя на относительную несущую способность бетона, хочется отметить, что подтверждается участие наполнителей в организации структуры, образовании и развитии трещин, а также прочности и деформативности бетонных и железобетонных элементов.

В частности, при изменении количества наполнителя от 8 до 12 % от массы вяжущего при постоянных дисперсностях $S_y=100 \text{ м}^2/\text{кг}$ а при изменении количества наполнителя от 8 до 12 % от массы вяжущего при постоянных дисперсностях

$S_y=200$ и $300 \text{ м}^2/\text{кг}$ наблюдается уменьшение поперечной силы трещинообразования бетона.

При изменении же дисперсности от 100 до 300 м²/кг наблюдается следующее: при фиксированном $H=8\%$ поперечная сила трещинообразования увеличивается с максимальным значением изменения и максимальным значением поперечной силы трещинообразования; при фиксированном $H=12\%$ происходит увеличение, а затем уменьшение поперечной силы трещинообразования.

Величина относительной поперечной силы трещинообразования в зависимости от технологической поврежденности, призмной прочности и относительной критической наклонной трещины изменяется в пределах от 0,650 до 0,954 (на 46,8 %).

На рис. 2,а показана нелинейная квадратичная зависимость вида

$$Q'_{crs} = 1,35 - 1,67K_{пЛ} - 0,322K_{пЛ}^2.$$

Коэффициенты квадратичного уравнения найдены, решив систему трех уравнений с тремя неизвестными в табличной форме по формуле (1) между относительной поперечной силой трещинообразования и технологической поврежденностью, выраженной при помощи коэффициента технологической поврежденности, измеренного по характерной наклонной линии (36,5 см) для образцов балок.

$$\Sigma y = an + b\Sigma x + c\Sigma x^2$$

$$\Sigma xy = a\Sigma x + b\Sigma x^2 + c\Sigma x^3 \quad (1)$$

$$\Sigma x^2 y = a\Sigma x^2 + b\Sigma x^3 + c\Sigma x^4$$

Как видно из графика (рис. 2,а), с увеличением технологической поврежденности от $K_{пЛ} = 0,266$ до $K_{пЛ} = 0,367$ (на 38 %) величина относительной поперечной силы трещинообразования уменьшается от 0,883 до 0,694 (на 27,2 %).

На рис. 2,б показана нелинейная квадратичная зависимость вида:

$$Q'_{crs} = 1,418 - 2,04K_{пЛ} + 0,107K_{пЛ}^2.$$

Коэффициенты квадратичного уравнения найдены, решив систему трех уравнений с тремя неизвестными в табличной форме по формуле (1) между относительной поперечной силой трещинообразования и технологической

поврежденностью, выраженной при помощи коэффициента технологической поврежденности, измеренного по характерной наклонной линии (31,1 см) для образцов балок. Как видно из графика (рис. 2,б), с увеличением технологической поврежденности от $K_{пЛ} = 0,243$ до $K_{пЛ} = 0,372$ (на 53 %) величина относительной поперечной силы трещинообразования уменьшается от 0,929 до 0,674 (на 37,8 %).

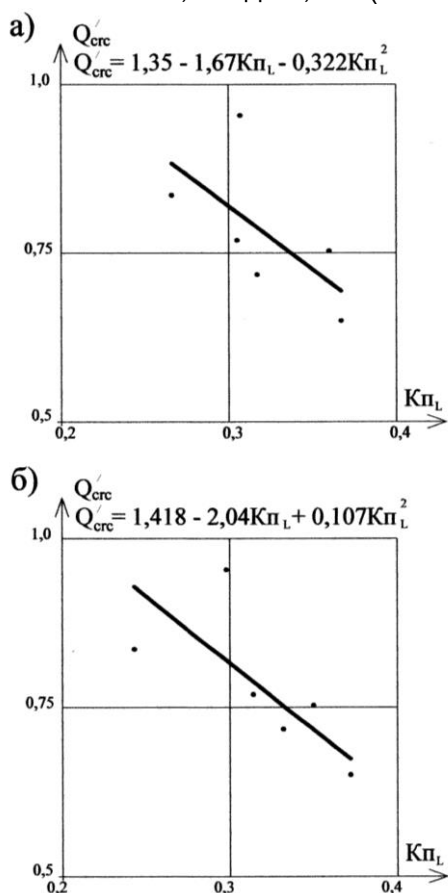


Рис. 2. Зависимость относительной поперечной силы трещинообразования от технологической поврежденности, измеренной на поверхности образцов балок по наклонным линиям длиной 36,5см (а) и 31,1см (б)

На рис. 2,б показана нелинейная квадратичная зависимость вида:

$$Q'_{crс} = 1,418 - 2,04K_{пЛ} + 0,107K_{пЛ}^2.$$

Коэффициенты квадратичного уравнения найдены, решив систему трех уравнений с тремя неизвестными в табличной форме по формуле (1) между относительной поперечной силой трещинообразования и технологической поврежденностью, выраженной при помощи коэффициента

технологической поврежденности, измеренного по характерной наклонной линии (31,1 см) для образцов балок. Как видно из графика (рис. 2,б), с увеличением технологической поврежденности от $K_{пЛ} = 0,243$ до $K_{пЛ} = 0,372$ (на 53 %) величина относительной поперечной силы трещинообразования уменьшается от 0,929 до 0,674 (на 37,8 %).

На рис. 3,а показана нелинейная квадратичная зависимость вида

$$Q'_{crс} = 1,07 - 0,0343K_{пЛ} - 3,19K_{пЛ}^2.$$

Коэффициенты квадратичного уравнения найдены, решив систему трех уравнений с тремя неизвестными в табличной форме по формуле (1) между относительной поперечной силой трещинообразования и технологической поврежденностью, выраженной при помощи коэффициента технологической поврежденности, измеренного по характерной поперечной линии (15 см) для образцов балок. Как видно из графика (рис. 3,а), с увеличением технологической поврежденности от $K_{пЛ} = 0,226$ до $K_{пЛ} = 0,370$ (на 63,7 %) величина относительной поперечной силы трещинообразования уменьшается от 0,899 до 0,621 (на 44,8 %).

На рис. 3,б показана нелинейная квадратичная зависимость вида:

$$Q'_{crс} = 2,51 - 3,49K_{пС} + 1,67K_{пС}^2.$$

Коэффициенты квадратичного уравнения найдены, решив систему трех уравнений с тремя неизвестными в табличной форме по формуле (1) между относительной поперечной силой трещинообразования и технологической поврежденностью, определенного по площади (225 см²) для образцов балок. Как видно из графика (рис. 3,б), с увеличением технологической поврежденности от $K_{пС} = 0,67$ см/см² до $K_{пС} = 1,22$ см/см² (на 82 %) величина относительной поперечной силы трещинообразования уменьшается от 0,921 до 0,687 (на 34,1 %), а потом увеличивается от 0,687 до 0,738 (на 7,4 %).

Выводы. 1. Анализ механизмов зарождения и развития трещин позволяет заключить, что технологические трещины определяют возникновение градиентов деформаций по величине и

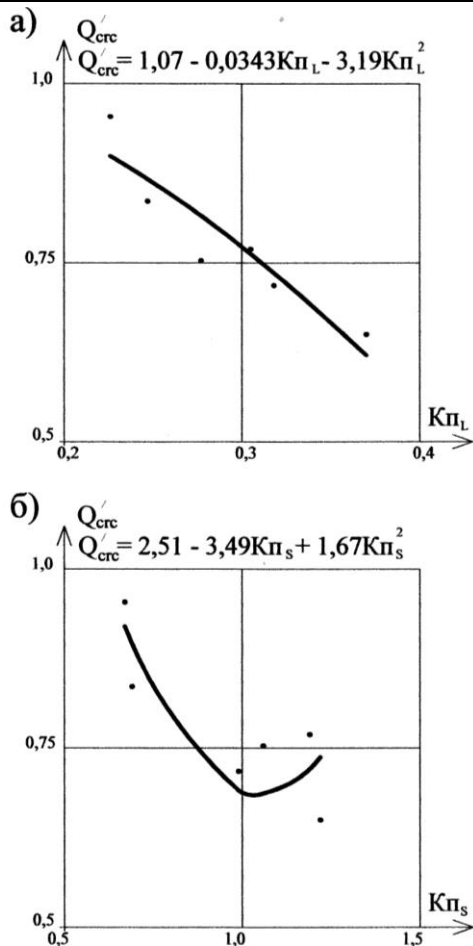


Рис. 3. Зависимость относительной поперечной силы трещинообразования от технологической поврежденности, измеренной на поверхности образцов-балок по поперечной линии (а) и площади (б).

направлению, изменяющих начальное деформативное состояние бетонных и железобетонных конструкций. Деформации и напряжения за счет подрастания и образования новых технологических трещин способствуют увеличению поврежденности материала.

2. Изучено влияние количества минерального наполнителя ($H=8$ и 12% от массы вяжущего), а также дисперсности ($S_y=100, 200$ и $300\text{ м}^2/\text{кг}$ по каждому количеству) на величину относительной поперечной силы трещинообразования. Подтверждается участие наполнителей в организации структуры бетона, образовании и развитии трещин, а также прочности и деформативности бетонных и железобетонных элементов. Минимальное значение относительной поперечной силы трещинообразования получено при $H=8\%$ и $S_y=100\text{ м}^2/\text{кг}$ ($Q'_{crс}=0,650$), а максимальные значения

получены при $H=8\%$ и изменении S_y от 200 до $300\text{ м}^2/\text{кг}$ (наибольшее $Q'_{crс}=0,954$ при $S_y=300\text{ м}^2/\text{кг}$), при этом, максимальные изменения достигали $31,3\%$.

3. Установлены зависимости технологической поврежденности ($K_{п_S}, K_{п_L}$), призмочной прочности и относительной критической наклонной трещины на относительную поперечную силу трещинообразования. Данные зависимости являются нелинейными квадратичными уравнениями. При влиянии технологической поврежденности получено уравнение вида:

$$Q'_{crс} = 1,35 - 1,67K_{п_L} - 0,322K_{п_L}^2,$$

показывающее, что с увеличением технологической поврежденности величина $Q'_{crс}$ уменьшается.

4. Анализ напряженно – деформированного состояния железобетонных элементов без поперечной арматуры показал, что на начальном этапе развития наклонные трещины, как и нормальные, развиваются по энергетически выгодному пути – траекториям технологических трещин. Поэтому, управляя технологической поврежденностью, можно изменять условия работы, кинетику роста и траекторию магистральных трещин.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций: Монография. – О.: Город мастеров, 1998. – 168 с.
2. Зайцев Ю.В. Механика разрушения для строителей: Учебное пособие для строительных вузов. – М.: Высшая школа, 1991. – 288с.
3. Зайцев Ю.В. Моделирование деформаций и прочности бетона методами механики разрушений. – М.: Стройиздат., 1982. – 196с.
4. Лучко Й.Й., Чубриков В.М., Лазар В.Ф. Міцність, тріщиностійкість і довговічність бетонних та залізобетонних конструкцій на засадах механіки руйнування /НАН України; Фіз.-мех. ін-т ім. Г.В. Капенка. – Львів: Каменяр, 1999. – 348с.
5. Мухелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. – М.: Наука, 1966. – 707с.
6. Черепанов Г.Л. Механика разрушения композиционных материалов. – М.: Наука, 1983. – 294с.

7. Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Суханов В.Г. Композиционные строительные материалы и конструкции: Структура, самоорганизация, свойства. - Одесса – 2010 – 56 с.

8. Hutchinson J. W. Singular behavior at the end of tensile crack in a hardening material // J. Mech. Phys. Solids. 1968. V. 16. P. 13-31.

9. Rice J. R., Rosengren G. F. Plane strain deformation near a crack tip in a power-law hardening material// J. Mech. Phys. Solids. 1968. V. 16. P. 1-12.

10. Riedel H., Rice J. R. Tensile crack in creeping solids/ In: Fracture Mechanics. Twelfth Conference ASTM STP 700. 1980. P. 112-130.

REFERENCES:

1. Dorofeyev V.S., Vyrovoy V.N., (1998). Tehnologicheskaja povrezhdennost' stroitel'nyh materialov i konstrukcij: Monografija. [Technological damage of building materials and structures: monograph] - Gorod masterov, 168.

2. Zaitsev Yu.V., (1991), Mehanika razrushenija dlja stroitelej: Uchebnoe posobie dlja stroitel'nyh vuzov, [Mechanics of Destruction for Builders: A Textbook for Building Universities.], Vysshaja shkola, 288.

3. Zaitsev Yu.V. (1982), Modelirovanie deformacij i prochnosti betona metodami mehaniki razrushenij. [Modeling of deformations and strength of concrete by the methods of fracture mechanics], Storojizdat, 196.

4. Luchko YY, Chubrikov V. Lazar V., (1999), Micnist', trishhinostijkist' i dovgovichnist' betonih ta zalizobetonih konstrukcij na zasadah mehaniki rujnuvannja [Strength, crack resistance and durability of concrete and reinforced concrete structures on the basis of fracture mechanics] NAN Ukraïni; Fiz.-meh. in-t im. G.V. Kapenka. – L'viv: Kamenjar, 348.

5. Muskhelishvili N.I. (1966), Nekotorye osnovnye zadachi matematicheskoj teorii uprugosti. [Some basic problems of the mathematical theory of elasticity]. - M: Nauka, 707.

6. Cherepanov G.L. (1983), Mehanika razrushenija kompozicionnyh materialov, [Mechanics of destruction of composite materials]. Nauka, 294.

7. Vyrovoy V.N., Dorofeyev V.S., Sukhanov V.G., (2010), Kompozicionnye stroitel'nye materialy i konstrukcii: Struktura, samoorganizacija, svojstva. [Composite

building materials and structures: Structure, self-organization, properties], Odessa, 56.

8. Hutchinson J. W. (1968), Singular behavior at the end of tensile crack in a hardening material// J. Mech. Phys. Solids. (1968). V. 16., 13-31.

9. Rice J. R., Rosengren G. F., (1968), Plane strain deformation near a crack tip in a power-law hardening material// J. Mech. Phys. Solids. V. 16., 1-12.

10. Riedel H., Rice J. R., (1980), Tensile crack in creeping solids/ In: Fracture Mechanics. Twelfth Conference ASTM, 700., 112-130.

АНОТАЦІЯ

У статті наведені результати експериментально-теоретичних досліджень впливу конструктивних чинників на формування технологічної пошкодженості бетону. Проведені дослідження дозволили підтвердити участь наповнювачів в організації структури бетону, утворенні та розвитку тріщин. Також уточнено вплив кількості мінерального наповнювача на величину відносної поперечної сили тріщиноутворення. Встановлені залежності технологічної пошкодженості (K_{pS} , K_{pL}), призмової міцності і відносної критичної похилої тріщини на відносну поперечну силу тріщиноутворення.

Ключові слова: технологічна пошкодженість, тріщиноутворення, дисперсність, коефіцієнт технологічної пошкодженості, тріщини, деформативність

ANNOTATION

The article presents the results of experimental and theoretical studies of the influence of constructive factors on the formation of technological damage to concrete. The research allowed to confirm the filling part in the organization structure of the concrete, the formation and development of cracks. Also, the effect of the amount of mineral filler on the value of the relative transverse cracking force is specified. The dependencies of process damage (K_{pS} , K_{pL}) prism strength and relative critical crack inclined relative to a transverse force cracking.

Keywords: technological damages, cracking, dispersibility, rate of technological damage, cracks, deformability

УДК 69.059.38

*Галушко В.А., д.т.н., доц.,
Кирилюк С.В., к.т.н., асс.,
ОГАСА, г. Одесса'
Уваров Д.Ю., Уварова А.С.
г. Запорожье «Инженерно-
строительное предприятие «ФОРТ»*

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ АВАРИЙНОГО ЗДАНИЯ 9-ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА

В статье рассмотрена история эксплуатации и выявлены деформации жилого 9-этажного кирпичного здания в г. Одессе. Здание состоит из четырех секций, высота этажа: 2,8 м, толщина стен – 510 мм, число квартир: 216. Описаны: условия эксплуатации и методы исследования - визуальный метод и обследование с испытанием кирпичной кладки. Оценена возможность возникновения перегрузок на различных участках, выявлены явные проблемы с разрушающим воздействием и сделан ряд других выводов. Приведены результаты обследования здания и показаны дефекты, возникшие в процессе эксплуатации. Выполнены испытания образцов из кирпича здания и приведены их результаты. В частности, получены результаты испытания по определению пустотности, наличия высолов, прочности на сжатие и на изгиб. Результаты испытаний удовлетворительные.

Ключевые слова: состояние здания, методы исследования, обследования, техническая диагностика, техническая прогностика, технической генетика

Актуальность выбранной темы. В современных условиях проведение обследований аварийных зданий довольно частое явление. Это связано в первую очередь с высокой степенью износа зданий или ошибками в процессе проектирования, строительства, эксплуатации. Нарушения в процессе эксплуатации могут привести к деформации здания или сооружения,

которые могут повлечь за собой аварийную ситуацию.

При выборе метода обследования необходимо обращать внимание на внутреннее и наружное состояние здания, его конструктивную особенность.

Существуют следующие методы при обследовании зданий: визуальный; акустический; ультразвуковой; электромагнитный; радиометрический; электрооптический; метод отрыва со скалыванием и метод сдавливания; метод пластической деформации; пневматический метод; тепловизионный метод; нивелирование, теодолитная съемка и фотограмметрия.

У каждого из этих методов имеется своя область применения.

Последние исследования. Обследованием зданий занимались многие ученые и специалисты. Это Осипов А.Ф., Гладун И.Т., Тугай Я.Б., Черненко В.К., Жван В.Д., Баранов П. Ю., Гончаренко Д.Ф., Гилодо А. Ю., Гудков Б.П., Кукунаев В.С., Овечкина Л.М., Черкашин А.В. Шокорев В. и др.

Решение проблемы. До проведения самого обследования здания необходимо ознакомиться с условиями его эксплуатации и выбрать эффективный метод. В существующих рекомендациях и нормативных документах отсутствуют указания по выбору методов обследования для конструктивных зданий. Поэтому из известных методов при проведении обследования здания необходимо выбрать эффективный, который не причинит дополнительных разрушений.

Цель работы – используя общеизвестные методы, выбрать наиболее эффективный.

Для решения поставленной проблемы решаем следующие задачи:

- ✓ изучить историю здания;
- ✓ провести визуальное обследование;
- ✓ применить наиболее эффективный метод при обследовании здания.

В качестве примера представлено жилое 9-этажное кирпичное здание в г. Одессе. Количество этажей 9, высота этажа: 2,8 м, толщина стен – 510 мм,

число квартир: 216. Здание состоит из четырех секций. На рис. 1 представлен ситуационный план расположения жилого дома по ул. Балковской, 35. Здание было построено в конце 80-х годов. Протечка труб в подвале и постоянная влажность основания привели к тому, что в одной из секций образовалась щель 15 см, а в трех остальных появились трещины как внутри квартир, так и снаружи по кирпичной кладке.

На рис. 2 представлены фрагменты трещин по наружной и внутренней стенам здания.

Обследуемое здание относится к первой группе по капитальности («Особо капитальное»), нормативной долговечностью – 150 лет. Обследуемый объект был сдан в эксплуатацию в 1989 г. Здание находится в периоде нормальной эксплуатации. Судя по внешнему осмотру, сооружение возведено без видимых признаков ошибок в проектировании и строительстве.

Обследуемый жилой дом к настоящему времени должен был пройти 5 циклов текущих ремонтных мероприятий с

обязательным повышением влагостойкости фасадов, ревизией и ремонтом стенового ограждения, косметическим ремонтом подъездов, ремонтом плоского индустриального покрытия.

В 2014 г. должен был пройти полный капитальный ремонт в составе следующих мероприятий: смена всех инженерных коммуникаций, восстановление отмостки, смена всех оконных и дверных заполнений, усиление балконов и козырьков.

Вместо этого, средствами жильцов была заменена кровля, частичное утепление фасада, замена двигателя лифта и восстановление лестничных маршей.

В ходе текущих ремонтных мероприятий было выполнено:

- ✓ заделку трещин, окраска стен лестничной клетки;
- ✓ ремонт лестничных ограждений;
- ✓ побелку потолков.

Таким образом, можно сделать вывод, что сооружение эксплуатируется со значительными отступлениями от нормативных требований.



Рис. 1 Ситуационный план расположения здания



Рис. 2. Фотофрагменты состояния наружной и внутренних стен

Для определения состояния конструкций были применены следующие методы – визуальный и обследование с испытанием кирпичной кладки. С этой целью вырезался образец для испытаний, толщина которого составляла 510 мм.

Визуальный метод состоял из выявления явных дефектов, выяснения тех или иных факторов, которые нарушались в процессе эксплуатации здания. Метод позволил оценить возможность возникновения перегрузок на различных участках, выявить явные проблемы с воздействием на разрушающие свойства грунта и сделать ряд других выводов. Постоянные протечки в трубах размягчали грунт, что привело в конечном счете к деформации здания. На рис. 3 представлен план расположения труб в подвале.

Визуальный метод решал три типа задач определения технического состояния здания. Первый тип – техническое состояние здания в настоящий момент (задача диагностирования). Второй тип – предсказание технического состояния, в котором окажется здание в будущем

времени (задача прогнозирования). Третий тип – технического состояния здания в прошлом (задачи генеза). Задачи первого типа относят к *технической диагностике*, второго – к *технической прогностике*, а третьего – к *технической генетике* [2, 3].

Таким образом было оценено состояние здания, представлены рекомендации и мероприятия для дальнейшей безопасной эксплуатации.

Обследование кирпичной кладки с испытанием образцов. С этой целью вырезались образцы для испытаний, толщина которых составляла 510 мм. (рис. 4). Протечка труб в подвале и постоянная влажность основания привели к тому, что в одной из секций образовалась щель 15 см, а в трех остальных появились трещины как внутри квартир, так и снаружи по кирпичной кладке.

Одним из показателей обследования вырезанного образца кирпичной кладки является пустотность.

Пустотность изделий определялась, как отношение объема песка, заполняющего пустоты изделия, к объему изделия.

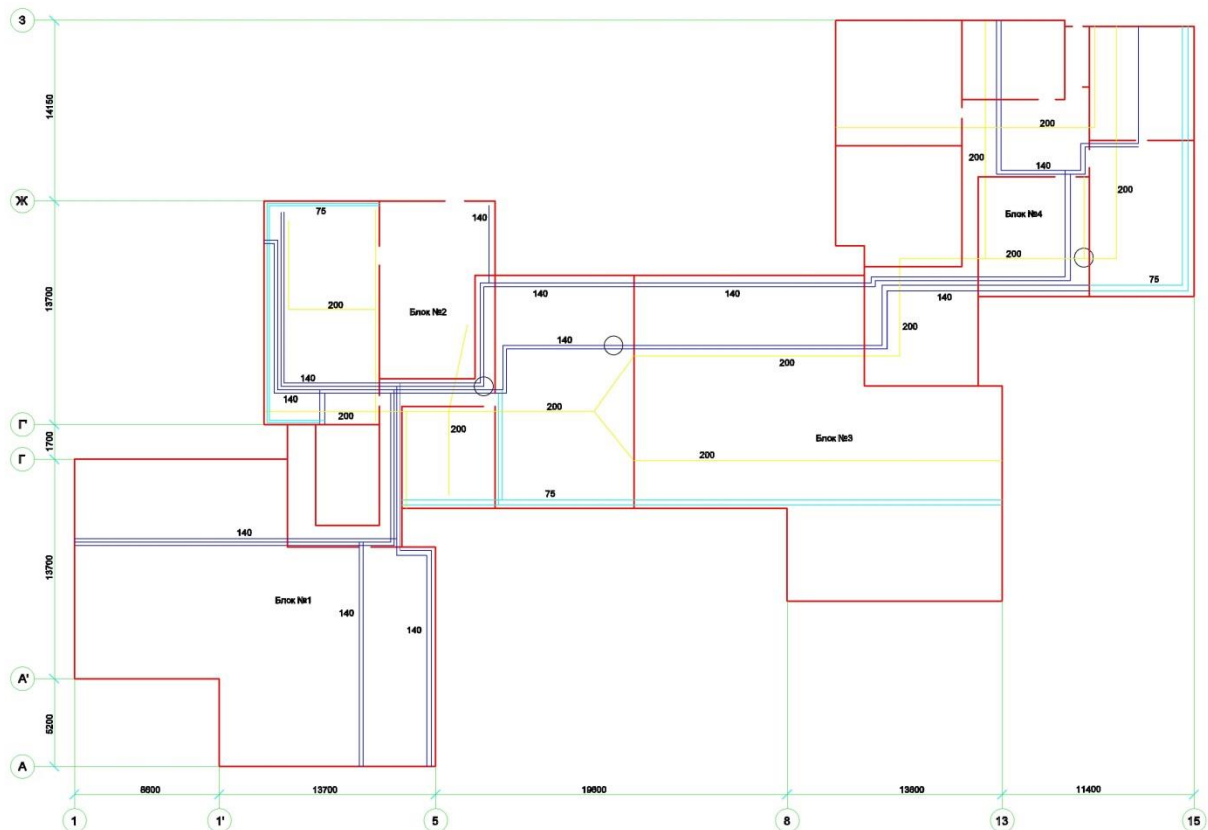


Рис. 3. План расположения водопроводных и канализационных труб



Рис. 4 Фотофрагмент процесса вырезания образца в кирпичной стене жилого здания

Пустотность изделия P , %, вычислялась по формуле:

$$P = \frac{V_{\text{пес}}}{l \cdot d \cdot h} \cdot 100, \quad (1)$$

где $V_{\text{пес}}$ – объем песка, мм³;
 l – длина изделия, мм;
 d – ширина изделия, мм;
 h – толщина изделия, мм.

Скорость начальной абсорбции рассчитывалась по формуле:

$$C_{\text{абс}} = \frac{m_2 - m_1}{S \cdot t} \cdot 10^3, \quad (2)$$

где $C_{\text{абс}}$ – скорость начальной абсорбции воды, кг/(м²·мин.);
 m_1 – масса сухого образца, г;
 m_2 – масса образца после погружения, г;
 S – площадь погружаемой поверхности, мм²;
 t – время выдерживания образца в воде (постоянная величина $t = 1$ мин).

Далее определялось наличие высолов. Для определения наличия высолов половинку образца погружали отбитым торцом в емкость, заполненную дистиллированной водой, на глубину 1 – 2 см и выдерживали в течение 7 сут. (уровень воды в лотке поддерживали

постоянным). По истечении 7 сут. образцы высушивали в сушильном шкафу при температуре $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ до постоянной массы, а затем сравнивали со второй частью образца, не подвергавшейся испытанию.

Подготовленные образцы испытывали в воздушно-сухом состоянии. Испытываемый образец состоял: из двух целых кирпичей, уложенных постелями друг на друга.

Подготовку опорных поверхностей изделий для приемосдаточных испытаний производили шлифованием. Так как образец выполнен из кирпича, применяли выравнивание цементным раствором, приготовленным по 2.6 ДСТУ Б В.2.7-248:2011. Допускается при проведении приемо-сдаточного испытания применение иного способа выравнивания опорных поверхностей образцов.

Отклонение от плоскостности опорных поверхностей испытываемого образца не превышал 0,1 мм на каждые 100 мм длины. Непараллельность опорных поверхностей испытываемого образца (разность значений высоты измеряли по четырем вертикальным ребрам) – не более 2 мм.

Испытуемый образец измеряли по средним линиям опорных поверхностей с погрешностью до ± 1 мм.

На боковые поверхности образца наносили осевые линии.

Образец устанавливали в центре машины для испытаний на сжатие, совмещая геометрические оси образца и плиты, и прижимали верхней плитой машины (рис. 5).



Рис. 5 Фотофрагмент проведения испытания образца на сжатие

При испытаниях нагрузка на образец возрастала следующим образом: до достижения примерно половины ожидаемого значения разрушающей нагрузки – произвольно, затем поддерживали такую скорость нагружения, чтобы разрушение образца произошло не ранее чем через 1 мин. Значение разрушающей нагрузки регистрировали.

Предел прочности при сжатии изделий $R_{сж}$, МПа (кгс/см²) вычисляли по формуле:

$$R_{сж} = \frac{P}{F}, \quad (3)$$

где P – наибольшая нагрузка, установленная при испытании образца, Н (кгс);

F – площадь поперечного сечения образца (без вычета площади пустот) вычисляли как среднеарифметическое значение площадей верхней и нижней поверхностей, мм² (см²).

Испытания образцов по определению предела прочности на сжатие и изгиб проводились на прессе ИП-М и ИП-М-авто на сжатие и изгиб по ДСТУ Б В.2.7-248:2011, ДСТУ Б В.2.7-61:2008.

Оборудование состояло из 2-х сборных узлов: основания с двумя опорами и плиты с роликом. При перемещении нижних опор относительно неподвижного ножа происходило приложение нагрузки к кирпичу (табл. 1, рис. 6).

Полученные результаты заносили в таблицу 2.

Определили предел прочности образца кирпичной кладки при изгибе. Образец кирпичной кладки выдерживали в

воде не менее 5 мин, а затем на его постели наносили полоски из цементного раствора шириной 2–3 см, одну посередине верхней постели поперек ее и две по краям нижней постели, также поперек нее. Порядок нанесения и выравнивания полосок из цементного или гипсового раствора аналогичен описанному выше при подготовке кирпича к испытанию на сжатие.

Нагружали образец равномерно и непрерывно со скоростью, обеспечивающей разрушение образца не ранее чем через 20 с после начала испытания.

Таблица 1

Технические характеристики прессы на сжатие и изгиб

Расстояние между опорами, мм	200
Ширина опорных роликов, мм	200
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм	360 x 205 x 135
Масса, кг, не более	33

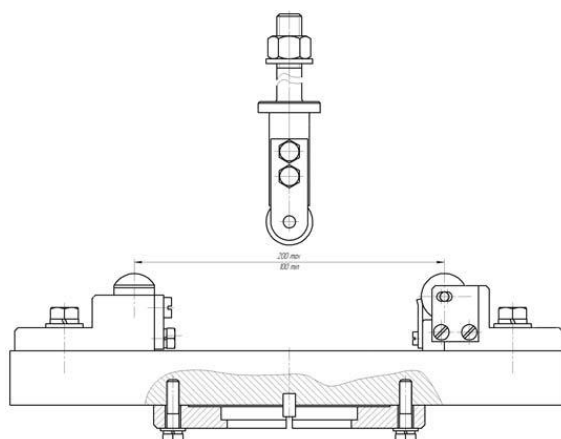


Рис. 6. Схема испытания восстановленного кирпича на изгиб

Таблица 2

Экспериментальные данные образцов по определению пределов прочности при сжатии и изгибе

№ п/п	Показатели	Номер образца				
		1	2	3	4	5
1	Размеры образца, см					
	– длина	50	50	50	50	50
	– ширина	25	25	25	25	25
	– толщина	12	25	38	51	64
2	Площадь поперечного сечения (F), см ²	300	625	950	1275	1600
3	Предел прочности при сжатии ($R_{сж}$), МПа (кгс/см ²)	5,47 (54,7)	15,86 (158,6)	24,5 (245)	36,43 (364,3)	46,9 (469)
4	Предел прочности при изгибе ($R_{изг}$), МПа (кгс/см ²)	1,15 (11,5)	3,33 (33,3)	5,15 (51,5)	7,65 (76,5)	9,85 (98,5)

Предел прочности при изгибе вычисляют по формуле:

$$R_{изг} = 3Pl/2bh^2, \quad (4)$$

где P – наибольшая нагрузка, достигнутая при испытании образца, Н
 l – расстояние между осями опор, м;
 b – ширина образца, м;
 h – высота образца посередине пролета без выравнивающего слоя, м.

Выводы:

1. В ходе проведения обследования была изучена история строительства и эксплуатации здания, которая позволила выявить причины появления деформации.

2. Рассмотрены методы обследования зданий, определена область применения, на основании которой выбран был эффективный метод.

3. На основе визуального метода были представлены результаты состояния, обследуемого жилого 9-этажного кирпичного здания, а также показаны дефекты, возникшие в процессе эксплуатации.

4. Испытания образцов, выполненных из кирпича, на сжатие колеблется в пределах 5,47 – 46,9 МПа и изгиб – в пределах 1,15 – 9,85 МПа, показали допустимые результаты материала, который пригоден к эксплуатации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Технические средства диагностирования: Справочник/ В.В. Ключев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук и др. – М.: Машиностроение, 1989.

2. Техническое обследование и ремонт зданий. Под общ. ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1989. – 672 с.

3. Физдель И.А. Дефекты в конструкциях, сооружениях и методы их устранения. – М.: Стройиздат, 1978. 161 с.

4. Физдель Н.А. Дефекты в конструкциях, сооружениях и методы их устранения. М.: Стройиздат, 1987. - 336 с.

5. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений: Справочное пособие/ Под ред. М.Д. Бойко. – М.: Стройиздат, 1993. – 208 с.

6. ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. – К.: НДІБК, 2011. – 97 с.

7. ДБН В.1.1-1-94. Захист від небезпечних геологічних процесів. Проектування і будівництво цивільних будівель із блоків і каменів. – К.: Держкоммістобудування України, 1995. – 35 с.

8. ДСТУ Б В.2.7-248:2011. Матеріали стінові. Методи визначення границь міцності при стиску і згині. – К.: НДІБК, 2012. – 12 с.

9. ДСТУ Б В.2.7-61:2008. Цегла та камені керамічні рядові та лицьові. Технічні умови. – К.: НДІБМВ, 2009. – 32 с.

REFERENCES:

1. Technical means of diagnosis: Handbook & V. Klyuev, P. Parkhomenko, V. Abramchuk & et al. (1989) - M.: Mechanical Engineering, 1989.

2. Technical inspection and repair of buildings. Under the general editorship of & V. Klyuev. (1989). - Moscow: Mechanical Engineering, 1989. - 672 p.

3. Fizdel I. (1978). Defects in constructions, structures and methods for their elimination. - Moscow: Stroyizdat, 1978. 161 p.

4. Fizdel N. (1987). Defects in constructions, structures and methods for their elimination. Moscow: Stroyizdat, 1987. - 336 p.

5. Maintenance and repair of buildings and constructions: Handbook /Ed. M. Boyko. (1993). - Moscow: Stroyizdat, 1993. – 208 p.

6. DBN B.2.6-162: 2010. Stone structures and reinforcement structures. Substantive provisions. - K.: NIISK, 2011. - 97 p.

7. DBN B.1.1-1-94. Protection from dangerous geological processes. Design and construction of civil buildings with blocks and stones. - K.: State Committee of Ukraine, 1995. - 35 p.

8. DSTU B В.2.7-248 ISO: 2011. Walling. Methods for determining the boundaries of compressive strength and bending. - K.: NIISK, 2012. - 12 p.

9. DSTU Б В.2.7-61 ISO: 2008. Brick and ceramic stone facial and ordinary. Specifications. - K.: NDIBMV, 2009. - 32 p.

АНОТАЦІЯ

У статті розглянута історія експлуатації та виявлені деформації житлового 9-поверхового цегляного будинку в Одесі. Будівля складається з чотирьох секцій, висота поверху: 2,8 м, товщина стін – 510 мм, число квартир: 216. Описано: умови експлуатації та методи дослідження - візуальний метод і обстеження з випробуванням цегляної кладки. Оцінено можливість виникнення перевантажень на різних ділянках, виявлені явні проблеми з руйнівним впливом і зроблено ряд інших висновків. Наведено результати обстеження будівлі і показані дефекти, що виникли в процесі експлуатації. Виконано випробування зразків з цегли будівлі й наведено їх результати. Зокрема, одержані результати випробування з визначення пористості, наявності висолів, міцності на стиск і на вигин. Результати випробувань задовільні.

Ключові слова: стан будівлі, методи дослідження, обстеження, технічна діагностика, технічна прогностика, технічна генетика

ANNOTATION

The article deals with the history of exploitation and reveals the deformations of a residential 9-storey brick building in Odessa. The building consists of four sections, floor height: 2.8 m, wall thickness - 510 mm, number of apartments: 216. The article describes the conditions of its operation and selection of an effective research method. To determine the state of the structures, a visual method and a survey with a brick masonry test were applied. The visual method made it possible to assess the possibility of overloading at various sites, to reveal obvious problems with destructive effects, and to make a number of other conclusions. The article presents the results of a survey of the building and shows the defects that have arisen in the process of operation. Samples were cut for testing, the thickness of which was 120, 250, 380, 510 and 640 mm. The samples of the brick of the building are tested and their results are shown. In particular, the results of the test to determine the voidness, the presence of highs, compressive strength and bending. The test results are satisfactory.

Keywords: condition of building, methods of research, surveys, technical diagnostics, technical forecasting, technical genetics

УКД 69.059.4:69.059.2

Денисов Є. В., к.т.н., доц.,
ТОВ «Будівельна група “Модус”
Хохрякова Д. О., к.т.н., доц.,
Колесниченко С.В., к.т.н., доц.,
ДОННАБА, м. Краматорськ

**ВИКОРИСТАННЯ ДИНАМІЧНИХ
ЕКСПРЕС-ТЕСТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ
ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОГО
ОБСТЕЖЕННЯ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Розглянуто можливість підвищення достовірності результатів обстеження сталевих конструкцій будівель і споруд на основі аналізу їх динамічних параметрів. Наведено результати технічної діагностики сталевих ферм з використанням динамічних експрес-тестів. Проведена оцінка трудомісткості виконання вібродинамічних випробувань.

Ключові слова: динамічні випробування, технічне обстеження, моніторинг технічного стану, динамічний паспорт, трудомісткість робіт.

Постановка проблеми. Докладний аналіз стану фонду сталевих конструкцій, що експлуатуються, наведено в роботі [1]. Цифри 15-річної давності показують, що 7-8% існуючого фонду знаходяться в аварійному стані і 30-40% - на межі аварійного. З урахуванням екстраполяції існуючих даних сьогодні можна припустити, що ці показники становлять 10-15% та 50-60% відповідно.

Оновлення основних фондів відбувається повільно і непропорційно виходу з ладу і зносу конструкцій будівель і споруд. Цей фактор актуалізує завдання проведення технічних обстежень та моніторингу технічного стану будівельних конструкцій, а також розвитку методик, що дозволяють підвищити достовірність результатів і зменшити трудомісткість виконання даних робіт. Обсяг проведених обстежень будівель і споруд збільшується з кожним роком внаслідок ряду чинників: фізичного і морального зносу конструкцій;

переозброєння і реконструкції виробничих будівель промислових підприємств; техногенних і природних впливів; пошкоджень, пов'язаних з військовими діями. Отже, необхідна розробка і реалізація таких прискорених методик оцінки стану споруди, які б дозволяли у будь-який момент експлуатації об'єкта достатньо швидко, методом відносних оцінок, визначити стан і безпеку його подальшої експлуатації.

Повне обстеження всіх відповідальних споруд та їх елементів, по-перше, вимагає великих витрат коштів і часу, наявності висококваліфікованих кадрів, оснащених сучасною технікою для виконання неруйнівних методів контролю та випробувань. По-друге, обстеження може не гарантувати виявлення дефектів, які можуть знизити несучу здатність всього обстежуваного об'єкта. До таких пошкоджень відносяться втомні тріщини, наскрізні корозійні пошкодження, дефекти зварних швів тощо.

Реальні умови проведення огляду ускладнюють завдання виявлення пошкоджень: сильно запилені або забруднені конструкції, наявність важкодоступних місць, відсутність перехідних містків, галерей тощо для обслуговування та огляду конструкцій. При використанні візуального методу обстеження завжди можливо припустити, що в конструкції існують невиявлені або «гіпотетичні» дефекти і пошкодження.

Крім спеціальних методів діагностики, таких як тензометрія, акустичні, радіаційні, лазерно-голографічні методи, метод магнітної пам'яті металу, вихрострумний та радіохвильовий метод, методи муарових смуг тощо в будівництві застосовуються методи контролю, запозичені з інших галузей. Так, у машинобудуванні одним з найпоширеніших видів неруйнівного контролю є вібраційна діагностика. Найбільш успішно метод використовується для діагностики обладнання, яке піддається динамічним впливам, для визначення його стану та створення прогнозних моделей. Для виявлення дефектів, що зароджуються,

використовуються природні діагностичні ознаки, які визначаються шляхом спектрального аналізу самого сигналу вібрації. При цьому, основною ознакою дефектів в підшипниках є зміна властивостей сил тертя і високочастотної вібрації.

Використання такого досвіду в будівництві досить рідке, але могло б бути застосоване для оцінки технічного стану будівлі шляхом визначення якісних показників однотипних конструкцій при їх випробуванні в реальних умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Застосування динамічних методів випробувань будівельних конструкцій або їх окремих елементів зустрічається в практиці проведення технічних обстежень та моніторингу технічного стану будівель і споруд [2, 3]. Дискусії про необхідність фіксації динамічних характеристик конструкцій та будівель в цілому з складанням відповідного документа – динамічного паспорта у науковому середовищі точаться протягом останніх 30 років [4-5]. У першу чергу, даний вид паспортизації актуальний для споруд, що піддаються постійному впливу динамічних навантажень, у тому числі сейсмічних. Так, нормативним документом України [6] закріплено ведення динамічного паспорта для ряду споруд. Окремий напрямок динамічної паспортизації пов'язаний з обстеженням та експлуатацією мостів як у вітчизняній практиці [6, 7], так і в зарубіжній [8].

У роботах М.І. Казакевича і В.В. Кулябка [4, 5] зазначалась необхідність виконання теоретичних розрахунків і проведення динамічних натурних випробувань при різних технологічних умовах з подальшим складанням динамічного паспорта об'єкта. Наявність результатів випробувань спрощує процедуру оцінки технічного стану об'єкта і дозволяє формувати прогнозні моделі і виконувати розрахунок залишкового ресурсу системи.

Метою даної роботи є дослідження можливості застосування методів

динамічних експрес-тестів при виконанні робіт з обстеження будівлі шляхом визначення якісних показників технічного стану конструкцій.

Сутність методу динамічних експрес-тестів полягає в аналізі деякого інтегрального параметра, який загалом характеризує зміни, що відбулися з конструкціями в процесі експлуатації. Наприклад, вихід з ладу певних елементів, розрив зварних швів, розбалчування з'єднань, зміна геометрії при пластичних деформаціях, наявність втомних тріщин.

Виконуючи процес моніторингу стану будівельних конструкцій, важливо мати певні інтегральні параметри, які були б досить чутливі до змін у вигляді пошкоджень. Причому дані інтегральні параметри повинні бути пов'язані з безпосереднім відгуком конструкції на які-небудь дії, оскільки в силу зазначених вище обставин візуальний огляд не дозволяє достовірно вказати на необхідність проведення більш ретельного обстеження. Маючи такі ж параметри і відстежуючи їх у часі, можна говорити про механізм «загального моніторингу», який може регулювати терміни планових обстежень або ініціювати позапланове обстеження як будівлі в цілому, так і окремих конструктивних елементів. При цьому моніторинг інтегральних параметрів для ряду об'єктів доцільно проводити постійно в автоматизованому режимі. Останнє дуже важливо при моніторингу технічного стану об'єктів, для яких вимагається науково-технічний супровід згідно з [9, 10].

В якості інтегральних параметрів роботи конструкції зручно використовувати відгук з малою або відсутньою залежністю від збурюючих параметрів. Так, наприклад, переміщення елементів конструкцій або внутрішні зусилля і напруження знаходяться в залежності від діючих навантажень. Такий параметр, як частота власних коливань глобально досить «чутлива» до будь-яких змін жорсткості конструкції, зміни геометрії та ін. Дисипативні характеристики суттєво

залежать від співвідношення сил в'язкого і сухого тертя, що може характеризувати роботу конструкцій у вузлових з'єднаннях. Ці параметри можуть бути інтегральними характеристиками, що дозволяють оцінити ймовірність появи пошкоджень конструкцій між проведенням діагностичних заходів. Для споруд, які безпосередньо зазнають дії динамічних навантажень, перелік динамічних параметрів для паспортизації може бути збільшений.

Визначення динамічних параметрів та складання динамічного паспорта на прикладі сталевих ферм промислового будинку.

В рамках проведення робіт з оцінки технічного стану колишньої промислової будівлі, яка розташована в Куйбишевському районі м. Донецька, з метою її перепрофілювання під складські приміщення у 2013 році були виконані вібродинамічні випробування кроквяних ферм прогоном 36 метрів з складанням динамічного паспорта для даних конструкцій.

Конструкції кроквяних ферм – сталеві, з паралельними поясами і трикутною решіткою серії 1.460-2 В. 1 (рис. 1). Висота ферми на опорі по обушках поясів – 3150 мм, повна висота опори – 3300 мм. Опорні стояки запроєктовані з прокатних двотаврів № 45 за ГОСТ 8239-89. Матеріал конструкцій ферм: сталь 14Г2-6 – для поясів; сталь ВСтЗсп5 для вузлових фасонки; ВСтЗсп6 для розкосів і стояків; ВСтЗкп2 для інших елементів. Відмітка низу ферм становила 22 м.

Завдання огляду конструкцій ускладнювалося відсутністю оглядових майданчиків і перехідних містків та великим скупченням дрібнодисперсного виробничого пилу на горизонтальних елементах, товщина якого досягала 200мм.

У результаті огляду було виявлено типові для даних конструктивних елементів дефекти та пошкодження: щільна корозія у вузлових з'єднаннях, локальні викривлення елементів, виріз частини поперечного перерізу елементів; розрив зварних швів.

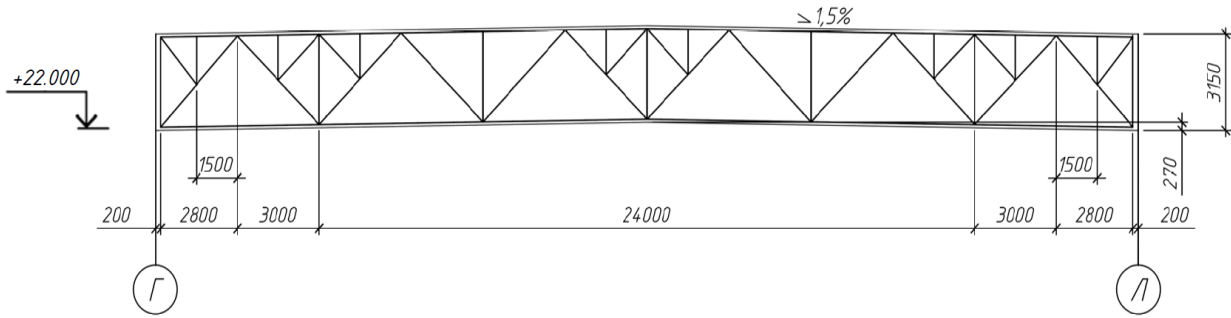


Рис. 1. Кроквяні ферми будівлі, що обстежувалась

У зв'язку з припущенням про неможливість виявлення серйозних пошкоджень для існуючих складних умов проведення візуально-інструментального огляду було прийнято рішення в програму обстеження додати натурні випробування конструкцій, результати яких використовувати для підвищення достовірності зроблених висновків.

Оптимальним автори визнали аналіз динамічних параметрів конструкцій, отриманих в натурних умовах, як інтегральної характеристики працездатності конструкції. В якості динамічних параметрів для аналізу були прийняті частоти основного тону власних коливань ферм.

Конструкції ферм цеху були розбиті на 4 групи в залежності від конструктивного виконання. Всі конструкції в групі повинні мати подібні динамічні параметри. Отримана інформація про величину цих параметрів для всієї групи конструкцій дозволила б виділити ті конструкції, які відрізняються від інших. Тоді можливо припустити, що дані конструкції містять недоліки, виявлені у ході візуального обстеження, або додаткові недоліки, які виявлені не були. Отримана інформація, що занесена в спеціальний динамічний паспорт, дозволить провести подібний аналіз за необхідності проведення наступних обстежень.

Колівання конструкцій ферм створювалися за допомогою вібростанини, що дозволяла створювати спрямовані гармонійні навантаження з регульованою частотою. У зв'язку з великою різницею мас

покриття і вібростанини коливання ферм створювалися налаштуванням частоти впливу вібростанини в резонансний режим з частотою власних коливань ферми. В якості первинних перетворювачів були використані п'єзоелектричні перетворювачі, встановлені на найбільш напружених елементах: нижньому поясі ферми в середині прогону і опорному розкосі.

Послідовність дій при проведенні динамічних випробувань може бути представлена у вигляді скороченої структурно-логічної схеми (рис. 2).

Запис процесу коливань проводився в резонансному режимі і «на вибігу» (після виключення вібростанини) з реєстрацією процесу власних коливань (рис. 3). Оцифруванню та подальшому аналізу підлягала частина віброграми, що містила процес власних коливань (рис. 4).

Локальні ефекти биття обумовлені ефектом перекачування енергії коливань ферми на сусідні парні елементи ферм, колон, зв'язків і плит покриття.

Отримані результати зводилися по групах конструкцій ферм з подальшим кореляційним аналізом результатів для кожної групи, на підставі яких формувались висновки про повноту результатів візуально-інструментального обстеження. Як приклад, в табл. 1 наведені значення досліджуваних динамічних параметрів для ферм групи 3.

Теоретичні значення власних частот для кроквяних ферм визначались з використанням програмного комплексу Lira.

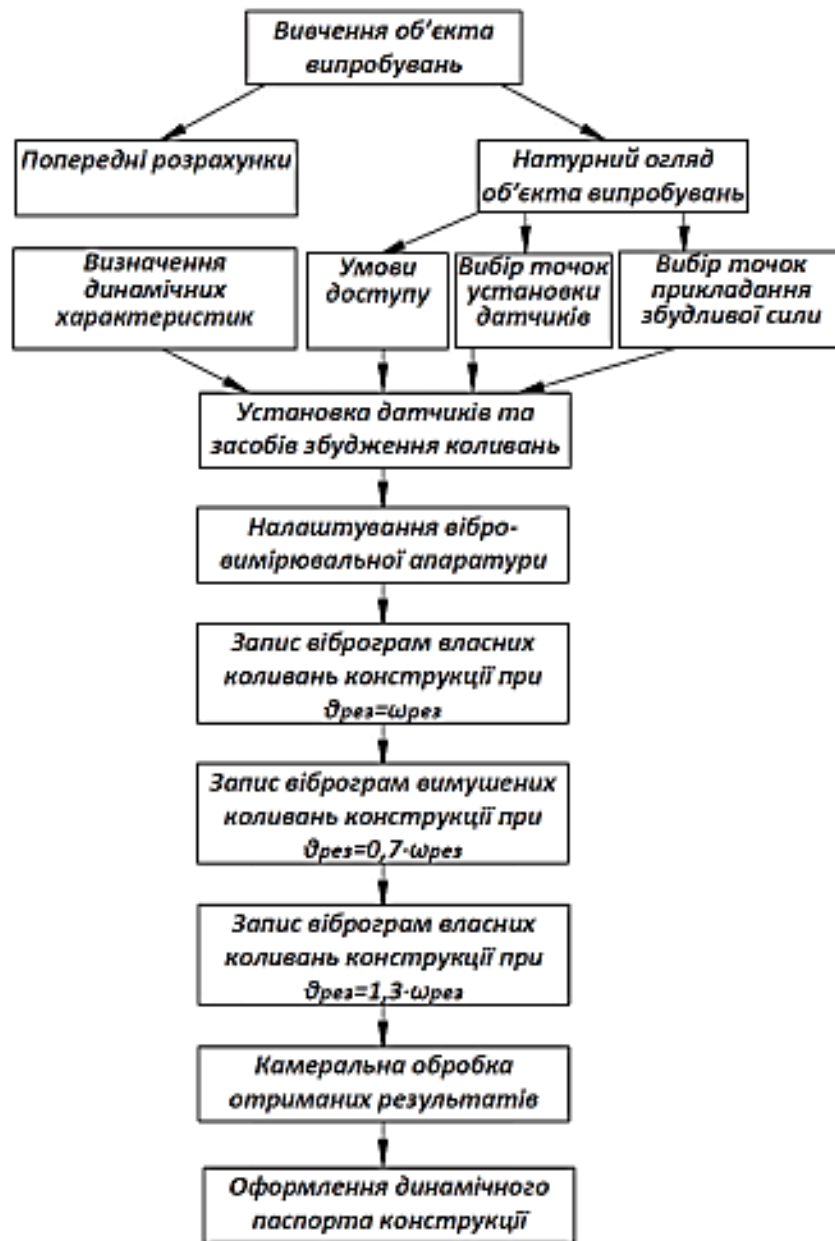


Рис.2. Структурно-логічна схема послідовності дій при динамічних випробуваннях

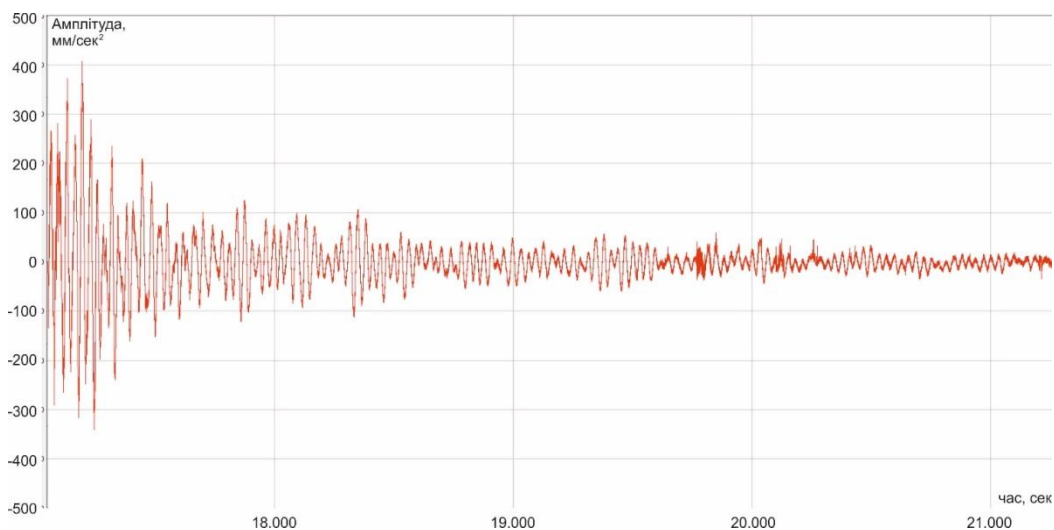


Рис. 3. Віброграма поздовжніх коливань опорного розкосу ферми після виключення вібромашини (на вибігу)

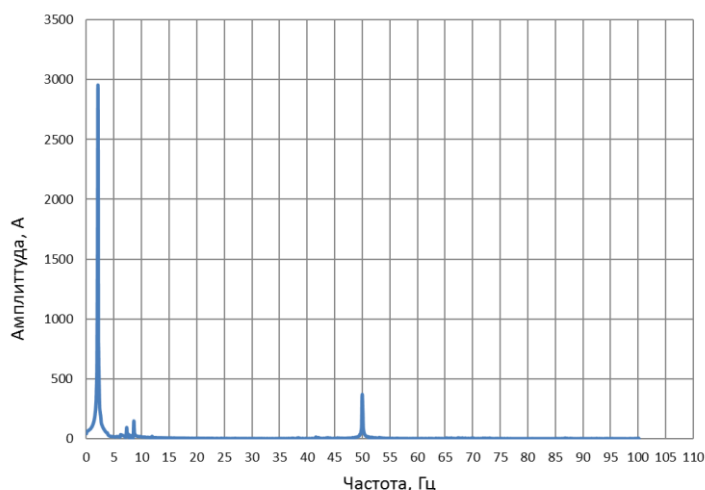


Рис. 4. Амплітудно-частотна характеристика оцифрованої віброграми

Таблиця 1

Динамічний параметр для ферм групи №3 в осях 1-11

Динамічний параметр	Ферма покриття						Теоретичне значення
	1	2	3	4	5	6	Група 3
$\omega_{собств.}, Гц$	2,47±0,05	2,46±0,05	2,44±0,05	2,47±0,05	2,45±0,05	2,46±0,05	2,51

Основним результатом вібродіагностики виявився той факт, що отримані частоти власних коливань для кожного типу ферм перебували в досить вузькому діапазоні з відхиленням від теоретичних значень всього 2-3%. Цей факт вказував на те, що в фермах відсутні ушкодження, що впливають на якісну зміну динамічних параметрів: втомні і наскрізні корозійні тріщини, відриви елементів у вузлах.

На підставі результатів тестування конструкцій був складений динамічний паспорт, в якому були вказані:

- загальні дані про об'єкт;
- загальні дані про проведене технічне обстеження та виявлені дефекти;
- дані про проведені випробування (схеми діючих навантажень, місця установки датчиків, апаратура для реєстрації, погодні умови при випробуваннях тощо);
- динамічні параметри, отримані в результаті випробувань, і розрахункові параметри;
- рекомендації до подальшого накопичення і використання інформації.

Оцінка трудомісткості проведення вібродинамічних випробувань при складанні динамічного паспорта об'єкта.

При формуванні договірної ціни на зазначені дослідження окреслилася проблема, яка пов'язана з відсутністю норм і розцінок на виконувани роботи.

В Україні, починаючи з 1999 року, видаються і переглядаються нормативи витрат праці з оцінки технічного стану будівель і споруд [11-13]. У 2003 році в збірнику нормативів [12] з'явилася розцінка на виконання вібродинамічних випробувань при обстеженні будівель, яка обґрунтовувалася відповідним складом робіт і технологічних операцій. Пропонувалися норми часу для випробувань перекриттів, прогонів довжиною до 12 м, колон і ґрунту. Відсутність затрат праці для випробувань ферм можна було компенсувати застосуванням непрямої розцінки на «вимірювання рівнів вібрації будівельних конструкцій будівель». У СОУ 2008 року видання [13] остання розцінка була виключена. Тому на сьогоднішній день відсутні будь-які нормативи та рекомендації, що містять порядок проведення відповідних випробувань.

Застосування непрямих розцінок при визначенні вартості робіт не дозволяє організаціям, що займаються обстеженням

конструкцій будівель і споруд, в повній мірі компенсувати ті витрати, яких вони зазнали при виконанні відповідних робіт. Відсутність у чинному стандарті норм часу на проведення вібродинамічних випробувань металевих ферм спонукало авторів на створення індивідуальної розцінки на цей вид робіт.

Нормативні спостереження проводилися методом змішаного фотообліку відповідно до «Методичних рекомендацій з проектування та перегляду норм часу на будівельно-монтажні роботи» [14].

Точність записів під час спостережень становила 1 хвилину. Всі роботи виконувалися ланкою з трьох робітників, п'єзодатчики встановлювалися в кількості 2 штуки на нижньому поясі ферм і опорному розкосі.

Обробка даних нормативних спостережень мала три етапи:

- первинна обробка даних;
- розрахунок середніх значень витрат праці оперативної роботи на одиницю вимірюваної первинної продукції (одна точка установки датчика, одна ферма, група ферм);
- розрахунок середніх значень витрат

праці оперативної роботи на одиницю виміру робочого процесу в цілому (10 конструкцій).

Узагальнена норма часу на проведення вібродинамічних випробувань визначалася як середньоарифметична величина первинних норм для 20 ферм (табл. 2).

Результати розрахунку норми часу на проведення вібродинамічних випробувань сталевих ферм показали, що непряма розцінка в чинному стандарті [13] як мінімум в 2 рази недооцінює трудомісткість виконуваних робіт.

Витрати праці, отримані дослідним шляхом, були зіставлені з нормативами візуального обстеження, які складають 12,192 люд.-дні для сталевих ферм прогоном 36 м [13] (третья група складності робіт). Очевидно, що проведення вібровипробувань для оцінки технічного стану конструкцій дозволяє не тільки підвищити достовірність результатів обстеження, але на 24% знизити їх трудомісткість.

Результати цих досліджень були використані організацією при визначенні вартості виконання робіт з оцінки технічного стану об'єкта.

Таблиця 2

Склад робіт і витрат праці основного етапу вібродинамічних випробувань сталевих ферм прольотом 36 м (одиниця виміру - 10 конструкцій)

Найменування робіт	Трудомісткість, люд.-день		
	Узагальнена норма часу	Збірник нормативів [12]	СОУ* [13]
Попередні розрахунки конструкцій з визначенням динамічних характеристик	0,63		
Складання програми випробувань	0,63	+	+
Підготовка апаратури і доставка її на об'єкт		+	+
Установка і контроль режиму джерел вібрації		+	+
Установка 2 вібродатчиків і вібромашини	2,50		
Налаштування апаратури	1,13		
Реєстрація умов проведення вимірювань (метеоумови, стан важкого устаткування в момент випробувань)	0,63		
Вимірювання рівнів вібрації, запис мікросейсмічних коливань	1,25	+	+
Обробка результатів випробувань, побудова дисперсійної залежності і оформлення висновків.	2,50	+	+
Всього	9,27	3,92	4,62 *

* Прийнята розцінка, що застосовується для підкранових балок довжиною 12 м з розрахунку один датчик на конструкцію, з коефіцієнтом 1.4, що враховує висоту її розташування.

Висновки. 1. У процесі візуального обстеження сталевих конструкцій не завжди можливо визначити небезпечні дефекти і пошкодження в повному обсязі. Тому роботи зі створення та розвитку методик, які дозволяють швидко визначити якісний стан і безпеку подальшої експлуатації будівлі, є актуальними.

2. Запропоновано методику експрес-оцінки технічного стану сталевих конструкцій на основі аналізу її динамічних параметрів. В натурних умовах дана методика реалізується шляхом накопичення інформації про зміну діагностованих параметрів у часі на різних етапах експлуатації будівлі.

3. Дослідним шляхом встановлено, що запропонована методика проведення вібродинамічних випробувань дозволяє не тільки підвищити достовірність результатів оцінки технічного стану конструкцій, але й знизити їх трудомісткість у порівнянні з візуальним обстеженням.

4. Існуючий стандарт СОУ [13] потребує перегляду діючих і розробці нових, технічно обґрунтованих норм праці з оцінки технічного стану конструкцій будівель і споруд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Перельмутер А.В. Стан та залишковий ресурс фонду будівельних металевих конструкцій в Україні./А.В. Перельмутер, В.М. Гордєєв, Є.В. Горохов та ін. //– К.: УІНСіЗР, 2002. – 92 с.

2. Бугаевский Г. Н. Параметры динамической паспортизации / Г. Н. Бугаевский // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – К.: НДІБК, 2008. – Вип.69. – С. 201-207.

3. Савин С. Н. Мониторинг уникальных объектов с использованием динамических параметров по ГОСТ Р 53778-2010 / С. Н. Савин, С. В. Демишин, И. В. Ситников // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – № 7. – С. 33-39.

4. Кулябко В. В. Развитие динамических моделей, расчетов и испытаний составных строительных конструкций и сооружений: дисс. докт. техн. наук 05.23.01/ Кулябко

Владимир Васильевич. – Днепропетровск: ПДАБА, 1998 г. – 346 с.

5. Казакевич М.И. Динамическая диагностика и мониторинг состояния строительных конструкций ответственных сооружений. / М.И. Казакевич, В.В. Кулябко // Труды IV-й украинской научно-технической конференции «Металлические конструкции».- Киев-Николаев.-1996.-С.84-85.

6. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1-12-2006. – [Чинний від 2014-10-01] – Київ.: Мінрегіон України. 2014. – 110 с.

7. Рекомендації з визначення натурних динамічних характеристик автодорожніх мостів: РВ.3.1- 218-03450778-777. – К.: Укравтодор, 2010. – 38 с. – (Відомчі норми Укравтодору).

8. Challenges in experimental vibration analysis for structural identification and corresponding engineering strategies / Zhang J., Prader J., Moon K. A. F. [and oth.] // International conference on experimental vibration analysis for civil engineering structures: Procs. (Wroclaw, Poland. Oct 14-16, 2009). – 2009. – P. 13-34.

9. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния: ГОСТ 31937-2011. [Дата введения 2014-01-01]– М.: Стандартинформ, 2014. – 54 с. – (Межгосударственный стандарт)..

10. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів: ДБН В.1.2-5:2007 – [Чинний від 2008-01-01]. – Київ: Мінрегіонбуд України. 2007. – 16 с. – (Національний стандарт України).

11. Методичні рекомендації визначення вартості робіт з обстеження, оцінки технічного стану і паспортизації будівель і споруд - Офіц. Вид. – К.: Науково-дослідний інститут будівельного виробництва, 1999.- 24 с.

12. Збірник нормативів для визначення вартості робіт з оцінки технічного стану та експлуатаційної придатності конструкцій будівель і споруд - Офіц. Вид. – К.: Державний науково-дослідний інститут будівельних

конструкцій, 2003.- 37 с.

13. Нормативи витрат труда для визначення вартості робіт з оцінки технічного стану та експлуатаційної придатності конструкцій будівель і споруд: СОУ Д.1.2 - 02495431 - 001: 2008. – [Чинний від 2008-07-01] – К.: Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій, 2008. – 46 с. – (Стандарт організації України).

14. Методичні рекомендації з проектування та перегляду норм часу на будівельно-монтажні роботи [Текст]/ Держбуд України – Офіц. Вид. – К.: Укрархбудінформ, 2004.- 40с.

REFERENCES:

1. Perel'muter A.V., Gordeev V.M., Є.V. Gorokhov & et. al. (2002). The condition and residual life of the Fund construction of metal structures in Ukraine. Kyiv, Ukraine: UINSiZR, 92.
2. Bugayevskiy, G. N. (2008). Parameters dynamic certification. Building construction, Kyiv, Ukraine: 69, 201-207.
3. Savin, S. N. (2011). Monitoring of unique objects with using of dynamic parameters according to GOST R 53778-2010 / S. Savin, S. Demishin, I. Sitnikov// Magazine of civil Engineering, 7, 33-39.
4. Kulyabko, (1998) V. V. Razvitie dinamicheskikh modelej, raschetov i ispytaniy sostavnykh stroitel'nykh konstruksij i sooruzhenij [Development of dynamic models, calculations and testing components of building structures and constructions]. Doctor thesis. Dnepropetrovsk: PDBA [in Ukraine].
5. Kazakevitch, M. I. (1996). Dynamic diagnostics and monitoring of condition of building structures of important buildings. / M. Kazakevitch, V. Kulyabko // Proceedings of IV-th Ukrainian scientific-technical conference "Metal structures". 84-85.
6. Budivnitstvo u sejsmichnikh rajonakh Ukraïni. [Construction in seismic regions of Ukraine]. (2014). DBN V. 1.1-12-2006 from 1d October 2014 Kyiv: Minrehion Ukraine [in Ukraine].
7. Rekomendatsii z viznachennya naturi. [Guidelines for determining in-situ dynamic characteristics of highway bridges]. (2010). Kyiv: Departmental norms of Ukravtodor. [in Ukraine].
8. Zhang J., (2009). Challenges in experimental vibration analysis for structural identification and corresponding engineering strategies / J. Zhang, J. Prader, K. A. F. Moon & et. al. // International conference on experimental vibration analysis for civil engineering structures, 13-34.
9. Zdaniya i sooruzheniya. Pravila obsledovaniya i monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya [Buildings and constructions. Rules of inspection and monitoring of the technical condition]. (2014). GOST 31937-2011 from 1d January 2014, Moscow: Standartinform [in Russia].
10. Naukovo-tekhnichnij suprovid budivel'nikh ob'ektiv [Scientific and technical support of construction projects]. (2007). DBN.1.2-5:2007 from 1d January 2014, Kyiv: Ministry Of Regional Development Of Ukraine [in Ukraine].
11. Metodichni rekomendatsii viznachennya vartosti robit z obstezhennya, otsinki tekhnichnogo stanu i pasportizatsii budivel' i sporud [Guidelines the determination of the value of work survey, assessment of technical state and passportization of buildings and structures] (1999). Kyiv: Scientific-research Institute of building production [in Ukraine].
12. Zbirnik normativiv dlya viznachennya vartosti robit z otsinki tekhnichnogo stanu ta ekspluatatsijnoi pridatnosti konstruksij budivel' i sporud [The collection of standards to determine the cost of works on evaluation of technical condition and serviceability of the structures of buildings and constructions. (2003). Kyiv: State scientific-research Institute of building structures [in Ukraine].
13. Normativi vitrat truda dlya viznachennya vartosti robit z otsinki tekhnichnogo stanu ta ekspluatatsijnoi pridatnosti konstruksij budivel' i sporud [The standards of labor costs to determine the cost of works on evaluation of technical condition and serviceability of the structures of

buildings and structures]. (2008). SOU D. 1.2 – 02495431 from 1d July 2008. Kyiv: State scientific-research Institute of building structures [in Ukraine].

14. Metodichni rekomendatsii z proektuvannya ta pereglyadu norm chasu na budivel'no-montazhni roboti [Methodical recommendations for the design and revision of norms of time for construction work]. (2004). Kyiv: State Committee for construction of Ukraine [in Ukraine]

АННОТАЦИЯ

Рассмотрена возможность повышения достоверности результатов обследования стальных конструкций зданий и сооружений на основе анализа их динамических параметров. Приведены результаты технической диагностики стальных ферм с использованием динамических экспресс-тестов. Произведена оценка трудоемкости выполнения вибродинамических испытаний.

Ключевые слова: динамические испытания, техническое обследование, мониторинг технического состояния, динамический паспорт, трудоемкость работ.

ANNOTATION

The new methodic of certainty increasing for steel structures investigations results for buildings and structures on the basis of dynamic parameter analysis is considered. The results of technical diagnostics of steel trusses with the dynamical express-tests are proposed. The work labour input estimation for vibro-dynamic tests with composed photo-registered method have carried out. Established that proposed methodic allows not only rising the estimation's certainty of real technical trusses condition, but also decreasing the hours of labour comparing with visual investigation.

Keywords: dynamic test, technical investigation, technical conditions monitoring, dynamic passport, work labour input.

УДК 666.972.16

*Шевчук Г.Я., к.т.н., доц., Собко Ю.М., к.т.н., доц., Генсецький М.П., к.т.н., доц., НУ «Львівська політехніка», м. Львів
Гнип О. П., к.т.н., доц., Чуб О. А., асист.
ОДАБА, м. Одеса*

ЗАСТОСУВАННЯ ДОБАВОК ПОЛІКАРБОКСИЛАТНОГО ТИПУ У ВИРОБНИЦТВІ ДОРОЖНІХ БЕТОНІВ

Представлені дослідження з використання добавок полікарбоксилатного типу у виробництві дорожніх бетонів. Застосування добавок забезпечує високі параметри експлуатаційної надійності дорожніх бетонів в умовах підвищених навантажень. Встановлено, що використання модифікуючих добавок дозволяє заощадити цемент і отримати бетони для покриття доріг класу В30 і вище. Розроблені склади цементобетонів модифікованої структури характеризуються підвищеною довговічністю дорожніх покриттів.

Ключові слова: полікарбоксилат, дорожній бетон, підвищена міцність, надійність, деформативність, морозостійкість, ефективність використання.

Постановка проблеми. У зв'язку із дефіцитом органічних в'язучих все більшу питому вагу в мережі швидкісних та місцевих доріг займатимуть дороги з цементобетонним покриттям, які можна влаштовувати високопродуктивними сучасними комплексами і засобами малої механізації. Однією з найбільших галузей будівництва, де застосовують цементні та асфальтні бетони, є реконструкція та ремонт автодоріг і злітно-посадкових смуг. Цементобетон для дорожніх конструкцій - це альтернатива асфальтобетону через його високу довговічність. Дорожні бетони підвищеної міцності, деформативності і морозостійкості можуть бути розроблені за допомогою комплексу технологічних прийомів, до яких відносять проектування оптимальних складів бетону з використанням хімічних добавок, застосування ефективних

технологій приготування та вкладання бетонної суміші, догляд за бетоном [1].

В умовах обмеженого фінансування дорожньої галузі виконання дорожньо-будівельних ремонтних робіт на належному рівні є запорукою подовження строків служби доріг і мостів, покращення їх експлуатаційного стану в цілому. Більшість цементобетонних покриттів збудовано в 50-70-ті роки минулого століття, і всі вони потребують ремонту. Це не тільки важливе практичне завдання, а й складна наукова проблема, особливо коли йдеться про поєднання старого цементобетонного шару з новим – жорстким або нежорстким [2].

Проблема довговічності цементобетонних покриттів носить комплексний характер. При її розв'язанні виходять із взаємозв'язку властивостей компонентів, складу бетонної суміші і бетону, експлуатаційних та кліматичних умов. Технологія підвищення довговічності цементобетону також нерозривно пов'язана із зменшенням значень водоцементного відношення завдяки використанню суперпластифікаторів. Сучасні хімічні добавки є потужним регулятором властивостей бетонної суміші і бетону та забезпечують отримання цементобетонів з покращеними експлуатаційними властивостями.

Аналіз останніх досліджень.

Цементобетонне покриття автомобільних доріг та аеродромів відносять до одного із найбільш довговічних типів конструкції. Довговічність таких покриттів значною мірою визначається тим, наскільки властивості бетону відповідають умовам роботи конструкції. Підвищення ефективності капіталовкладень в дорожнє і аеродромне будівництво пов'язано зі строком служби покриттів, зниженням вартості їх будівництва, раціональним, економічним та науково-обґрунтованим використанням складових матеріалів [3].

Цементобетон – це довговічний матеріал, а його властивості можна змінювати при виготовленні та отримувати бетон із заданими характеристиками. При будівництві цементобетонних покриттів і основ широке

застосування знайшли хімічні добавки, які дозволяють модифікувати структуру бетонної суміші та бетону, впливати на процеси структуроутворення цементного каменю і покращувати його експлуатаційні властивості [4].

Сучасний підхід до виробництва дорожніх бетонів передбачає покращення їх реологічних властивостей за рахунок використання ефективних комплексних модифікаторів, які можуть забезпечити високу міцність та довговічність. Вивчення властивостей таких бетонів з хімічними добавками модифікаторами є важливим питанням в області сучасного бетонознавства. Відомо [5], що традиційні пластифікатори є дуже чутливими до передозувань в бетоні і приводять частково до розшарування бетонної суміші, а також можуть спричинити сповільнене початкове твердіння цементних систем. Використання в дорожніх бетонах комплексних добавок на основі полікарбоксилатів дає можливість зменшити водоцементне відношення бетонної суміші, отримати високі показники міцності і підвищити його довговічність.

Мета досліджень. Одержання дорожніх цементобетонів з комплексними добавками на основі полікарбоксилатів з покращеними фізико-механічними характеристиками дорожніх покриттів.

Експериментальні дослідження. В роботах багатьох вчених [6,7] показано, що цементні бетони і, зокрема, дорожні з покращеними експлуатаційними властивостями можна отримати шляхом застосування цементних в'язучих та добавок суперпластифікаторів модифікуючої дії. При цьому одним з основних напрямів випробування модифікаторів є встановлення сумісної дії системи «добавка-цемент», яка визначає необхідний алгоритм вибору добавки, що застосовується.

Для проведення досліджень використано портландцемент ПЦ II/A-Ш 400, який відповідає європейському стандарту СЕМII/A-S. Попередніми випробуваннями встановлено, що ефективними для дорожніх бетонів є добавки суперпластифікаторів на

основі полікарбоксилатів, а саме, пластифікатори та повітрязахоплюючі добавки – аеранти фірми «Sika» (SikaViscoCrete, SikaPlast, SikaBV 3M, SikaMixPlus).

Дорожні цементобетони отримували із бетонних сумішей різних складів з добавками, які вводили із водою замішування в кількості 0,5; 0,7 і 1,0 % маси цементу, що характеризуються модифікуючою дією на цементні системи. За еталонний зразок при проведенні досліджень прийнято бетон без добавки. Розроблені бетонні суміші по осадці конуса відносять до малорухомих ($OK=2-3$ см), а кількість портландцементу в них складала 350-400 кг/м³ бетону, що відповідає нормативним показникам при проектуванні дорожнього цементобетону. Для виготовлення бетонів застосовували пісок кварцовий з модулем зернистості 1,5 і щебінь гранітний фр. 5-10 мм та фр. 20-40 мм. Кількість води підбиралась експериментально в залежності від складу цементобетону та осадки конуса. Цементобетони різних складів формували у вигляді зразків-кубів 10×10×10 см для випробування міцності на стиск та зразків-призм 10×10×40 см для випробування міцності на розтяг при згині. Результати досліджень бетону в різні терміни тверднення (2; 3; 7 і 28 діб) в залежності від кількості витрати цементу і комплексної добавки, представлено на графіку.

Як видно з рис. 1а, при витраті цементу 350 кг/м³ міцність цементобетону без добавки у віці 2-3 доби складає 6,0-9,5 МПа, а у 28 діб – 20,6 МПа. Введення комплексної добавки від 0,5 до 1,0 % приводить до зростання ранньої міцності (2 доби) до 8,6-9,8 МПа. Через місяць тверднення міцність таких бетонів становить 24,0-30,3 МПа. З підвищенням кількості цементу до 400 кг/м³ (рис. 1б) міцність бетону без добавок у ранні терміни тверднення 10,9-15,2 МПа, а з добавками – 12,5-19,8 МПа (0,5% добавки) і 15,0-21,2 МПа (1,0% добавки). Застосування добавок модифікуючої дії на основі полікарбоксилатів дозволяє збільшити міцність в 1,5-2 рази у всі терміни тверд-

нення. При такій витраті цементу (400 кг/м³) можна досягнути клас бетону В30 уже при 0,5% добавки. Авторами [8] показано, що при введенні комплексних модифікаторів спостерігається прискорення процесів гідролізу алітової фази, а ущільнення мікроструктури цементного каменю досягається за рахунок стабілізації структурно-активних гексагональних пластинчастих кристалів гідроалюмінатів кальцію, яка забезпечує зростання міцності цементних систем. Слід відзначити, що введення комплексної добавки модифікуючої дії забезпечує зниження водоцементного відношення на 15-24 % у всіх складах дорожнього цементобетону.

У результаті проведених випробувань встановлено, що цементобетони з добавками полікарбоксилатного типу підвищують свою міцність і до 60 діб тверднення та досягають по міцності класу В30 і вище. При цьому механізм дії суперпластифікаторів нової генерації на основі полікарбоксилатів на відміну від звичайних суперпластифікаторів, як наведено в роботі [8], досягається за рахунок стеричного ефекту, коли довгі ланцюги полімерів перешкоджають зближенню цементних зерен.

Міцність бетону та його структурні особливості також суттєво впливають на експлуатаційні властивості досліджуваних бетонів, а одночасно і на його довговічність. Усі характеристики бетонів вивчалися на зразках бетону марочної міцності, тобто після тверднення у вологих умовах протягом 28 діб. Результати визначення експлуатаційних властивостей бетонів з різною кількістю комплексної добавки наведено в табл. 1.

Випробування міцності бетонів на розтяг при згині, що є важливою характеристикою для дорожніх та аеродромних покриттів, також підтвердили високу ефективність використання запропонованих добавок модифікаторів (табл. 1). Так, міцність бетону на розтяг при згині через 28 діб тверднення дорівнює 4,98-5,67 МПа (0,5-1,0% добавки) при витраті цементу 400 кг/м³). Цей показник для цементобетону без добавок становить 3,80 МПа.

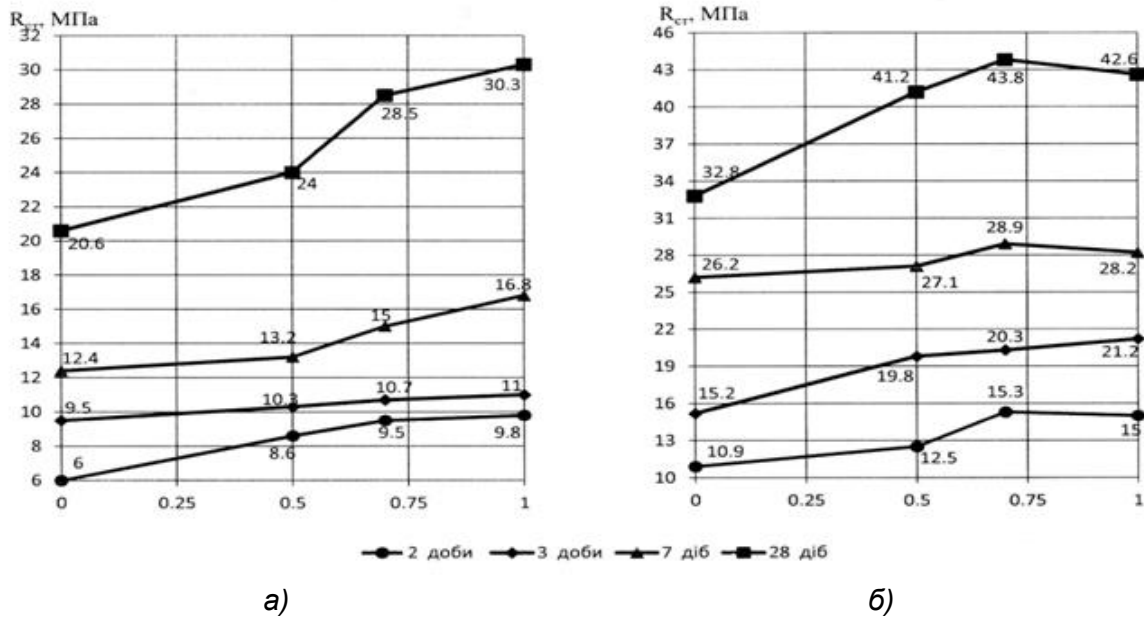


Рис. 1. Залежність міцності дорожнього цементобетону від витрати портландцементу (а-ПЦ=350 кг/м³, б – ПЦ=400 кг/м³) та кількості комплексної добавки

Таблиця 1

Експлуатаційні властивості цементобетону з комплексними добавками

№ п/п	Вид портланд-цементу	Кількість комплексної добавки, % маси цементу	Густина бетону ($\rho_{бет}$), кг/м ³	Міцність бетону у віці 28 діб, МПа		Стирання	
				стиск	розтяг при згині	втрата маси, г/см ²	глибина, мм
1.	ПЦ II/A-Ш 400	-	2210	30,0	3,50	1,38	8,2
2.		0,2	2205	34,1	4,35	1,20	6,8
3.		0,5	2192	38,9	4,98	1,12	6,0
4.		1,0	2180	40,6	5,67	1,04	5,5

При розробці нових складів дорожніх бетонів вивчалось питання зношування поверхневого шару. Експериментально підтверджено (табл.1), що втрата маси при стиранні цементобетонів з комплексною добавкою (0,2-1,0%) становить 1,04-1,20 г/см³, а глибина стирання при цьому дорівнює 5,5-6,8 мм, коли у бетоні без добавок ці показники вищі і складають 1,38 г/см³ та 8,2 мм відповідно.

Дослідженнями також встановлено, що використання в дорожніх цементобетонах вищевказаних добавок, до складу яких входить аерант, дозволяє забезпечити оптимальну кількість повітряних пор в бетонній суміші (4,36-5,90%), яка необхідна для отримання високих показників міцності за морозостійкістю.

Висновок. Застосування добавок полікарбоксилатного типу для дорожніх бетонів дає змогу направлено керувати структурою бетонних сумішей, що забезпечує високі

параметри експлуатаційної надійності в умовах підвищених навантажень. Аналізуючи результати випробувань, можна стверджувати, що модифікуючі добавки дозволяють заощадити цемент (30-85 кг/м³) і отримати цементобетон для покриття доріг класу В25-В30. Крім цього, розроблені дорожні цементобетони модифікованої структури характеризуються підвищеною зносостійкістю та морозостійкістю і, в цілому, довговічністю дорожніх покриттів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Гамеляк І.П., Корецький А.С., Корецький С.С. Про необхідність будівництва в Україні автомобільних доріг із цементобетонним покриттям //Автошляховик України. – 2013. – Вип. № 5. – С. 24-31.
2. Шейнин А.М. Цементобетон для дорожніх и аеродромных покритий / А.М. Шейнин /– М., 1991. – 150 с.
3. Гамеляк І.П., Смолянець В.В.

Застосування цементобетонного покриття в дорожньому будівництві / Гамеляк І.П., Смолянець В.В. //Дорожня галузь України. – 2013. – №6. – С. 46-51.

4. Навчальний посібник «Дорожні одяги». /С.Й. Солодкий // Львів, Видавництво Львівської політехніки, 2015. – 164 с.

5. Позняк О.Р. Эффективность использования комплексных модификаторов в дорожных бетонах/ О.Р. Позняк, М.А. Саницкий, У.Д. Марущак, Т.В. Олійнык и др. // Асфальт. – 2009. – № 2. – С. 22-34.

6. Марків Т.Є. Цеолітовмісні цементы для бетонів транспортного призначення/ Т.Є.Марків, Х.С.Соболь, О.М. Гуняк //Тези III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Сучасні тенденції розвитку і виробництва силікатних матеріалів». – Львів, 2016. – С. 97-99.

7. Позняк О.Р. Особливості процесів гідратації технологічних систем з модифікаторами на основі полікарбоксилатів / О.Р. Позняк, О.Т. Мазурак, У.Д. Марущак //Вісник НУ «Львівська політехніка». Хімія, технологія речовин та їх застосування. – Львів, 2008. – Вип. № 609. – С. 310-314.

REFERENCES:

1. Hamelyak I.P., Koretsky A.S., & Koretsky S.S. (2013). Pro neobkhdnist budivnytstva v Ukrayini avtomobilnykh dorih iz tsementobetonnyy pokryttyam. Avtoshlyakhovyk Ukrayiny. Vyp. № 5 Kyiv, Ukraine, 24-31.

2. Sheynyn A.M. (1991). Tsementobeton dlya dorozhnykh y aërodromnykh pokrytyy. Moscow, 150.

3. Gamelyak I.P., & Smolyanets V.V. (2013). Zastosuvannya tsementobetonnoho pokryttya v dorozhnomu budivnytstvi. Dorozhnya haluz Ukrayiny. №6. Kyiv, Ukraine, 46-51.

4. Solodky S.Y. Navchal'nyy posibnyk «Dorozhni odyahy» (2015). Vydavnytstvo Lvivskoyi politekhniki. Lviv, Ukraine, 164.

5. Poznyak O.R., Sanytsky M.A., Marushchak U.D., Olyynyk T.V. & et. al. (2009). Éffektyvnost yspolzovanyya kompleksnykh modyfikatorov v dorozhnykh betonakh// Asphalt. № 2, Ukraine, 22-34.

6. Markiv T. E., Sobol K.S.,& Guniak O.M (2016). Tseolitovmisni tsementy dlya betoniv transportnoho pryznachennya. Tezy III Vseukrayins'koyi nauково-tekhnichnoyi

konferentsiyi «Suchasni tendentsiyi rozvytku i vyrobnytstva sylikatnykh materialiv». Lviv. Ukraine , 97-99.

7. Poznyak O.R., Mazurak O.T., & Marushchak U.D. (2008). Osoblyvosti protsesiv hidratatsiyi tekhnolohichnykh system z modyfikatoramy na osnovi polikarboksylativ. Visnyk NU. – Lviv: «Lvivska politekhnika». Khimiya, tekhnolohiya rehovyn ta yikh zastosuvannya, Vyp. № 609, 310-314 [in Ukraine].

АННОТАЦІЯ

Представлены исследования по использованию добавок поликарбоксилатного типа при производстве дорожных бетонов. Использование добавок обеспечивает высокие параметры эксплуатационной надежности дорожных бетонов в условиях повышенных нагрузок. Установлено, что применение модифицирующих добавок позволяет экономить цемент и получить бетоны для покрытия дорог класса В30 и выше. Разработанные составы цементобетонов модифицированной структуры характеризуются повышенной долговечностью дорожных покрытий.

Ключевые слова: поликарбоксилаты, дорожный бетон, повышенная прочность, надежность, деформативность, морозостойкость, эффективность использования.

ANNOTATION

The presented research on the use of additives in the production polikarboksylatnoho type of road concrete. The use of additives provides high reliability parameters of concrete road in conditions of high stress.

Research strength of concrete and its structural features The influence of different amounts of additives polikarboksylatnoho type of modification to the structure, improve operational properties and durability of concrete road.

It is shown that the use of modifiers also allows you to save and get cement concrete roads to cover the class B30 or higher. The composition of the modified cement-concrete structure characterized by high durability coatings road.

Keywords: polycarboxylates, road concrete, high strength, deformation, frost, efficiency.

УДК 628.38

*Клапченко В. І., к.т.н., доц.,
Краснянський Г. Ю., к.ф-м.н., доц.,
Азнаурян І. О. доц., Кузнецова І. О.,
КНУБА, м. Київ*

ВИКОРИСТАННЯ ОСАДУ СТИЧНИХ ВОД ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА В ТЕХНОЛОГІЇ СИЛІКАТНОЇ ЦЕГЛИ

Використання промислових відходів у будівельній індустрії є перспективним напрямком зниження собівартості продукції і зменшення негативного навантаження на навколишнє середовище. За результатами будівельно-технічних (досліджувались міцність при стиску і вигині, водопоглинання, водостійкість, морозостійкість, середня густина і міцність зчеплення з розчином) і санітарно-хімічних (досліджувались хімічний склад і кількісні рівні міграції хімічних сполук у водне середовище і середовище, що імітує кислотні дощі) випробувань показано, що силікатна цегла з добавками осаду гальваностоків в кількості до 2% відповідає будівельно-технічним та гігієнічним вимогам і може бути рекомендованою до застосування за призначенням. Запропоновано рекомендації щодо доповнення технологічного регламенту виробництва силікатної цегли з добавками осаду.

Ключові слова: осад стічних вод; утилізація; силікатна цегла; будівельно-технічні; санітарно-хімічні дослідження

Постановка проблеми. Внаслідок того, що будівництво спеціальних полігонів із знешкодження і захоронення токсичних промислових відходів, які містять важкі метали, вимагає значних витрат, їх зазвичай звозять у відвали, що є неприпустимим за діючими санітарними нормами і призводить до погіршення екологічної обстановки. Одним з перспективних напрямків захоронення токсичних промислових відходів є включення їх у вигляді добавок

до складу будівельних матеріалів.

Аналіз основних досліджень та публікацій. Використання промислових відходів при виробництві будівельних матеріалів було предметом ряду робіт, результати яких представлені, наприклад, в [1, 2]. Значний досвід досліджень із утилізації осадів гальванічних стічних вод при виробництві будівельних матеріалів накопичено на кафедрі фізики КНУБА [3-5].

Формулювання мети статті. Розроблення і вибір оптимальних способів утилізації осаду гальваностоків при виробництві силікатної цегли.

Основна частина. Досліджений осад є кінцевим продуктом реагентної обробки стічних вод гальванічного виробництва. Він утворюється в результаті очищення промивної води, в процесі чого здійснюється відновлення хрому-VI іонами заліза до хрому-III і перехід важких металів у важкорозчинні гідроксиди.

Отримані дані за хімічним складом і дисперсністю осаду вказують на те, що його утилізацію може бути, очевидно, здійснено при додаванні в будівельні матеріали, речовин, які містять гідралічні в'язучі. При цьому попередні дослідження показали, що в бетонній суміші осад поводить себе як інертна добавка, яка призводить до зниження показників міцності бетону, і тому спосіб утилізації осаду за рахунок введення його в якості добавки в бетон не може бути рекомендованим до застосування.

Зразки силікатної цегли виготовлялися з сировинних матеріалів, які відповідають вимогам діючих стандартів. Співвідношення вапно-пісок у в'язучому складало 45-55%. Осад вводився в силікатну суміш в кількості 1...20% від маси суміші. Готувалася суміш двох типів. В одному випадку осадом заміщалося частина піску-наповнювача, в інших – частина в'язучого.

Отримані зразки досліджувалися на міцність при стиску та вигині, морозостійкість, водостійкість, водопоглинання. Визначалася також їх середня густина і міцність зчеплення з розчином. Результати вимірювань наведено в табл. 1 і 2.

Таблиця 1

Показники міцності силікатної цегли з добавками осаду

Склад силікатної суміші, %			Межа міцності цегли, МПа				
в'язуче	пісок	добавка	сирець	при стиску		при вигині	
				середній	мінім.	середній	мінім.
25	75	-	0,6	23,4	23,0	3,3	3,0
25	74	1	0,4	17,5	17,0	2,8	2,7
25	73	2	0,4	14,8	14,2	2,5	2,3
25	70	5	0,3	9,5	9,0	2,0	1,8
25	65	10	0,3	7,1	7,0	-	-
25	55	20	0,3	6,0	6,0	-	-
24	75	1	0,6	21,5	20,5	3,2	3,1
23	75	2	0,6	19,9	18,6	3,0	2,9
20	75	5	0,6	13,3	12,5	2,6	2,4
15	75	10	0,6	7,0	6,5	-	-
5	75	20	0,5	0,6	0,4	-	-

Таблиця 2

Фізико-технічні характеристики силікатної цегли з добавками осаду

Склад силікатної суміші, %			Межа міцності цегли, МПа		Середня густина, кг/м ³	Міцність зчеплення з розчином, МПа	Водопоглинання, %
в'язуче	пісок	добавка	водонасичена	після випробування на МРЗ			
25	75	-	20.1	18.0	1750	0.8	9.0
25	74	1	14.7	13.1	1730	0.9	8.4
25	73	2	12.0	10.7	1710	0.9	7.7
25	70	5	9.5	8.6	1730	0.6	9.0
25	65	10	8.0	7.4	1700	-	-
25	55	20	6.0	2.4	1740	-	15.8
24	75	1	18.0	19.1	1710	0.9	7.9
23	75	2	15.6	16.9	1680	0.9	7.1
20	75	5	10.2	9.2	1700	0.7	8.7
15	75	10	5.0	4.6	1710	-	-
5	75	20	-	-	1740	-	15.8

Нижче наводиться аналіз фізико-технічних властивостей зразків і їх відповідність нормативно-технічній документації на силікатну цеглу.

Міцність при стиску і вигині. Відповідно до державного стандарту марка цегли визначається її міцністю при стиску, яка повинна знаходитися в межах 7,5...30 МПа. Кожній марці цегли повинна відповідати певна міцність при вигині в межах 1,6...4 МПа. З табл. 2 випливає, що додавання добавки в кількості 1...2% замість частини в'язучого не знижує марки цегли. В інших випадках при вмісті добавки до 5 % марка знижується, однак показники міцності залишаються в межах вимог державних стандартів.

Морозостійкість. Державний стандарт встановлює чотири марки цегли за морозостійкістю. Морозостійкість

рядової цегли повинна становити не менше 15 циклів заморожування за температури -15°C і відтаювання у воді за температури $15...20^{\circ}\text{C}$, а лицьової цегли – 25, 35 і 50 циклів в залежності від кліматичного пояса, частин і категорій будівель, в яких її застосовують. Зниження міцності після випробувань на морозостійкість порівняно з водонасиченими контрольними зразками не повинно перевищувати 20 % для лицьової і 25 % для рядової цегли.

З табл. 2, де наведено результати вимірювань міцності при стиску зразків після 25 циклів заморожування і відтавання, випливає, що втрати міцності у всіх випадках, за винятком цегли з добавкою осаду 20%, не перевищують 15 %. Таким чином, силікатна цегла з добавками осаду в кількості до 10 %

силікатної маси є достатньо морозостійким матеріалом.

Водопоглинання. Відповідно до державного стандарту водопоглинання силікатної цегли повинно бути не менше 6%. Наші виміри показують, що всі випробувані зразки задовольняють цю вимогу.

Зчеплення з розчином. Відповідно до державного стандарту міцність зчеплення оздоблювального покриття з поверхнею силікатної цегли повинна бути не менше 0,6 МПа. З табл. 2 видно, що при вмісті осаду до 5% значення цієї характеристики є цілком задовільними.

Водостійкість. Цей показник обумовлюється коефіцієнтом розм'якшення силікатної цегли, який визначається як відношення його міцності при стиску після водонасичення до міцності в повітряно-сухому стані і повинен бути не менше 0,8. За нашими даними коефіцієнт розм'якшення в усіх випадках, за винятком зразків з добавками 10 і 20% осаду, замість частини в'язучого, перевищує вказане значення. Отже, введення осаду не знижує водостійкості силікатної цегли.

Міцність цегли-сирцю. Міцність сирцю має бути достатньою для стійкої роботи автоматів-укладальників. Вона залежить від виду цегли, її розмірів, кількості, розташування і величини порожнин та інших технологічних факторів. Мінімальна знімальна міцність сирцю повинна знаходитися в межах 0,3...0,4 МПа. Як видно з табл. 2, міцність сирцю,

виготовленого з сумішей, що містять осад, при будь-яких добавках осаду в межах 1...20% є не нижчою за наведені величини.

Підсумовуючи, можна зробити висновок, що досліджені зразки з добавками осаду гальваностоків в кількості до 5% від маси силікатної суміші за всіма основними фізико-технічними параметрами задовольняють вимоги нормативних документів, що ставляться до силікатної цегли. Причому найкращі технічні характеристики, як і слід було очікувати, мають зразки, в яких осад в кількості 1...2 % заміщає частину в'язучого, а не піску-наповнювача.

Фактором, що в значній мірі визначає можливість утилізації осаду стічних вод при виробництві силікатної цегли, є її відповідність гігієнічним вимогам, які ставляться до неорганічних відходів і матеріалів з їх добавками. Проведені санітарно-хімічні дослідження показали таке.

1. Силікатна цегла з добавками осаду гальваностоків в кількості до двох відсотків за сухою масою не відрізняється за хімічним елементним складом від природних будівельних матеріалів і не містить в своєму складі потенційно небезпечних для організму і навколишнього середовища елементів.

2. Кількісні рівні вмісту в складі силікатної цегли сполук біологічно активних елементів (хром-III, свинець, сурма, нікель) не відрізняються від їх концентрацій в матеріалах, використовуваних в будівельній практиці (табл. 3).

Таблиця 3

Вміст біологічно активних елементів у складі силікатної цегли з добавками осаду гальваностоків

Елементи	Вміст, ваг. %		
	силікатна цегла з добавками	допустима норма	допустимі відхилення
хром-III	0,060	0,080	0,005
цинк	0,008	0,010	0,003
нікель	0,002	0,003	0,001
свинець	0,0010	0,0010	0,0005
сурма	0,0002	0,0010	0,0005
ртуть, талій, берилій, селен, хром VI, миш'як	не виявлені	відсутність	

3. Силікатна цегла з добавками осаду є хімічно стабільним матеріалом. За даними ІЧ-спектральних і рентгеноструктурних досліджень встановлено, що до її складу входять важкорозчинні у воді гідроксиди і силікати. Це підтверджується результатами лабораторних досліджень, які свідчать про те, що матеріал виділяє в спонукаючі середовища слідові кількості катіонів біологічно активних сполук (табл. 4).

4. Матеріал не містить в своєму складі будь-яких летючих компонентів (оксиди азоту та сірки, меркаптани, органічні сполуки), які можуть становити потенційну небезпеку для організму і навколишнього середовища. Радіоактивність силікатної цегли не відрізняється від фонові (0,6 пКи/кг).

У результаті проведених санітарно-хімічних досліджень можна зробити висновок, що силікатна цегла з добавками осаду гальваностоків в кількості до 2% відповідає гігієнічним вимогам і може бути рекомендованою до застосування за призначенням.

Відповідно до описаних вище результатів досліджень для отримання силікатної цегли з оптимальними характеристиками осад слід додавати в силікатну суміш замість відповідної частини в'язучого в процесі її приготування. З огляду на його високу вологість для найбільш ефективного помелу осаду рекомендується застосовувати бігуни мокрого помелу, використовувані зазвичай при виробництві

керамічної цегли для помелу глини. За відсутності зазначеного обладнання помел осаду може здійснюватися і в трубному млині, що застосовується на силікатних заводах для спільного помелу вапна і піску.

Після дозування осаду з тим же ступенем точності, як в'язуче і пісок, його необхідно змішувати з ними в двохвальному багатооборотному лопатовому змішувачі. При цьому вносити зміни в кількість води, яка використовується для зволоження маси, немає необхідності, оскільки при вмісті осаду 1...2% вологість силікатної маси при завантаженні в силос змінюється в допустимих межах 0,5%.

Таким чином, при додаванні осаду в силікатну суміш до технологічного регламенту силікатного заводу повинні бути додані такі технологічні зміни: помел осаду, дозування в'язучого, піску і осаду. Необхідне додаткове устаткування: бункер осаду, стрічковий живильник осаду, бігуни мокрого помелу або трубний млин, шнековий живильник осаду.

Висновки. За результатами проведених досліджень виявлено, що силікатна цегла з добавками осаду гальваностоків в кількості до 2% відповідає будівельно-технічним та гігієнічним вимогам і може бути рекомендованою до застосування за призначенням. Запропоновано рекомендації щодо доповнення технологічного регламенту виробництва силікатної цегли з добавками осаду.

Таблиця 4

Рівні міграції значущих в гігієнічному відношенні елементів з силікатної цегли з добавками осаду гальваностоків в спонукаючі водні середовища

Елементи	Рівні, мг/л		ГДК, мг/л
	водне середовище	кислотне середовище*	
залізо	0,02	0,100	1
хром-III	0,03	0,005	0,5
цинк	0,02	0,012	1
мідь	0,11	0,003	1
нікель сурма свинець	не виявлені		
лужні	7,5	13,8	30 за калієм
лужно-земельні	6,0	9,5	300 за кальцієм

* – середовище, яке імітує кислотні дощі (рН = 5,5) при 25...30°C

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Зайнуллин Х. Н. Утилизация осадков сточных вод гальванических производств. Уфа [б.и.], 2003. 272 с.
2. Кальгин А. А. и др. Промышленные отходы в производстве строительных материалов. М. : [б.и.], 2002. 131 с.
3. Сидоров В. М. и др. Бетон с добавкой осадка гальваносток / Передовой научно-производственный опыт, рекомендуемый для внедрения в строительстве объектов агропромышленного комплекса : Научно-технический информ. сб. [б.и.] 1990. Вып. 5. с. 21 – 25.
4. Казанский В.М. и др. Использование осадка гальваносток в бетоне / Передовой научно-производственный опыт, рекомендуемый для внедрения в строительстве объектов агропромышленного комплекса: Научно-технический информ. сб. [б.и.] 1990. Вып. 9. с. 15 – 19.
5. Клапченко В. И., Краснянский Г. Е., Дугинов В. Е., Кучерова Г. В. Утилизация осадка гальваносток при производстве бетона / Містобудування та територіальне планування : Наук.-техн. збірник. К : КНУБА, 2011. Вип. 39. с. 38 – 41.

REFERENCES:

1. Zainullyn Kh. N. (2003). Utilization of sewage sludge from galvanic productions. Ufa, Russia : [N.p.] [in Russian]
2. Kalhyn A. A. & other (2002). Industrial waste in the production of building materials. Moscow, Russia : [N.p.] [in Russian]
3. Sydorov V. M. & other (1990). Concrete with the addition of a sediment of galvanic drains. Advanced scientific and production experience recommended for the implementation of the construction of agro-industrial complex facilities, issue. 5. 21 – 25 [in Russian]
4. Kazanskyi V.M. & other (1990). The use of galvanic drains sludge in concrete. Advanced scientific and production experience recommended for the implementation of the construction of agro-industrial complex facilities, issue. 9. 15 – 19 [in Russian]
5. Klapchenko V. Y., Krasnianskyi H. E., Duhynov V. E., Kucherova H. V. (2011). Recycling of galvanic drains during the manufacture of concrete. Urban and territorial planning, issue 39. 38 – 41 [in Russian]

АННОТАЦИЯ

Использование промышленных отходов в строительной индустрии является перспективным направлением снижения себестоимости продукции и уменьшения негативной нагрузки на окружающую среду. По результатам строительно-технических (исследовались прочность при сжатии и изгибе, водопоглощение, водостойкость, морозостойкость, средняя плотность и прочность сцепления с раствором) и санитарно-химических (исследовались химический состав и количественные уровни миграции химических соединений в водную среду и среду, имитирующую кислотные дожди) испытаний показано, что силикатный кирпич с добавками осадка гальваносток в количестве до 2% соответствует строительно-техническим и гигиеническим требованиям и может быть рекомендован к применению по назначению. Предложены рекомендации по дополнению технологического регламента производства силикатного кирпича с добавками осадка.

Ключевые слова: осадок сточных вод; утилизация; силикатный кирпич; строительно-технические, санитарно-химические исследования.

ANNOTATION

Utilization of industrial waste in the construction industry is a promising direction in reducing the cost of production and reducing the negative impact on the environment. It is shown from the results of construction-technical (compressive strength and bending strength, water absorption, water resistance, frost resistance were investigated, average density and adhesion strength with solution) and sanitary-chemical (chemical composition and quantitative levels of chemical compound migration into the aquatic environment and the environment simulating acid rains were investigated) tests that silicate brick with additives of galvanic sediments in an amount of up to 2% corresponds to construction-technical and hygienic requirements and can be recommended for the intended use. Recommendations for the addition of technological regulations for silicate brick production with additives of sewage sludge are proposed.

Keywords: sewage sludge; recycling; silicate brick; construction-technical, sanitary-chemical research.

УДК 332.146

**Корнило І.М., к.е.н., доц.,
Гапшенко В.С., к.т.н., доц.,
ОДАБА, м. Одеса**

**СИСТЕМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНКИ
НЕПРЯМИХ ОЗНАК ВАРТОСТІ ЖИТЛА**

Житлова нерухомість в даний час є важливим об'єктом економічного дослідження та аналізу. Прагнення до наявності розвинутого ринку нерухомості спонукають спади і кризи економіки. Все це проковує учасників ринку постійно вдосконалювати свій інструментарій аналізу формування вартості житла та його оцінки, а також вивчати вплив прямих і непрямих факторів, що впливають на ринок нерухомості.

Стаття присвячена визначенню впливу на вартість житла непрямих ознак (а саме наявність комфортних умов для проживання) та використання кваліметричного підходу, щоб врахувати додаткові фактори впливу, як частки цілого, тобто ціни квартири.

Об'єктивні результати визначення вартості нерухомості, таким чином, стають більш актуальними і затребуваними.

Ключові слова: ринок нерухомості, оцінка вартості житла, кваліметричний підхід, непрямі ознаки, кореляція, регресія, дисперсійний аналіз.

Постановка проблеми. На сучасному ринку нерухомості до оцінки вартості житла все частіше додають додаткові суми, які не підтверджені прямими економічними розрахунками, але які досить суттєво впливають на кінцеву вартість квартири.

Мета статті. Обґрунтувати необхідність застосування кваліметричного підходу до визначення впливу непрямих ознак на ціну квартир, враховуючи асиметрію його формування.

Викладення основного матеріалу.

Підвищення вартості житла відбувається за рахунок архітектурних, транспортних, комфортних та інших переваг, які не мають матеріального змісту, але дуже суттєво впливають на ціну. Найчастіше до таких штучних ознак відносять: наявність дитячих і спортивних майданчиків; установи медицини, освіти і культури; віддаленість житла від торгових центрів і транспортних вузлів; стан доріг і освітленість вулиць; рівень шуму; естетичні цінності ландшафту і архітектури; поверх квартири; орієнтація квартир щодо півночі і півдня; панорама місцевості з боку вікон, рівень озеленення регіону житла;

Цей список ознак (факторів) не може бути постійним і залежить від соціальних і кліматичних умов, в яких знаходяться жителі конкретного району. Він може змінюватися відповідно до розвитку архітектури, будівництва і технології комунальних послуг.

Врахування тієї чи іншої ознаки (фактора) часто буває вирішальним при оцінці житла і при прийнятті рішення.

Сутність кваліметричного підходу полягає в тому, щоб врахувати ці фактори як частки цілого, тобто ціни квартири. Ознаки впливу на ціну виражені в частках одиниці (ціни квартири), а їх значущість – у балах. У підсумку ми маємо отримати коефіцієнт, який буде визначальним при оцінці квартири.

Коли є безліч якісних ознак, виникає питання про облік кореляції, яка б дозволила вибрати найбільш істотні з ознак, скоротила розмірність їх простору, тобто дозволила б визначитись з вирішальним впливом того чи іншого фактора. У цьому напрямі доводиться застосовувати багатовимірний дисперсійний аналіз. Для цього вводиться багатовимірний розподіл і вивчаються вибірки з нього. При цьому замість χ^2 – розподілу з'являється розподіл Уїшарта. Для цього вводиться p – мірна випадкова величина:

$$\bar{y} = (y_1, y_2, \dots, y_p),$$

яка має щільність вірогідності:

$$f(y_1, y_2, \dots, y_p) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^p \sqrt{\Sigma}}} e^{-\frac{1}{2}(\bar{y}-\bar{\mu})' \Sigma^{-1}(\bar{y}-\bar{\mu})}, \quad (1)$$

де параметрами слугують - вектор $\bar{\mu}$ і (p, p) матриця Σ .

Співвідношення між числом ознак p і обсягом вибірки n може бути різним. Перший випадок – коли число вибіркових одиниць значно перевищує число їх ознак. Цей випадок найбільш простий з математичної точки зору. Він характерний для ситуацій, в яких вже виявлені головні змінні. Тут завдання вибору найбільш інформативних ознак є найважливішим. У літературі її часто називають завданням шкалювання.

Часто доводиться стикатися з положенням, коли число вибіркових одиниць зіставне з числом їх характеристик. У такій ситуації зменшення числа вимірюваних ознак покращує якість статистичних висновків при даній n . Тут треба відмітити, що шкалювання є підготовчим етапом для багатовимірного дисперсійного аналізу, а саме завдання шкалювання зводиться до проблеми власних значень. Формально будь-яка номінальна ознака може приймати K різних значень і розділений I груп, кожна з яких представлена випадковою вибіркою. Тому результати спостережень можна представити матрицею частот, у якій елемент n_{jk} показує, скільки разів серед спостережень групи j зустрілася категорія K .

Сформулюємо кваліметричну задачу таким чином: категоріям $1, 2, \dots, K$ треба приписати певні числові значення ознак y_1, y_2, \dots, y_K так, щоб добитися малого розсіяння усередині груп і великої відмінності між групами. Перевірка цієї властивості досягається за допомогою критерію Фішера, обчисленого за даними матриці частот. У роботі [1, с.96] використовується – відношення:

$$F = \frac{(n-I) \bar{y}' D A D \bar{y}}{(I-1) \bar{y}' D B D \bar{y}}, \quad (2)$$

де i – квадратна матриця порядку K з елементами

$$a_{kl} = \frac{1}{\sqrt{n_{0k} n_{0l}}} \sum_{j=1}^I \frac{n_{jk} n_{jl}}{n_{j0}} - \frac{\sqrt{n_{0k} n_{0l}}}{n}, \quad (3)$$

$$b_{kl} = \delta_{kl} - \frac{1}{\sqrt{n_{0k} n_{0l}}} \sum_{j=1}^I \frac{n_{jk} n_{jl}}{n_{j0}}, \quad (4)$$

де n_{j0} – сума по рядках матриці;

n_{0k} – сума по стовпцях;

δ_{kl} – елементи одиничної матриці;

n – обсяг вибірки;

D – діагональна матриця з елементами $\sqrt{n_{01}}, \sqrt{n_{01}}, \dots, \sqrt{n_{0k}}$.

До рівності (2) можна застосувати симетричні позитивно вірогідні матриці A , згідно з якою

$$\max \frac{\bar{x}_i' A \bar{x}_i}{\bar{x}_i' B \bar{x}_i} = \lambda_i, \quad (5)$$

де \bar{x}_i і λ_i – відповідно власний вектор і характеристичний корінь рівняння:

$$A \bar{x} = \lambda B \bar{x} \quad (6)$$

Щоб використовувати цей критерій Фішера, матрицю треба представити у вигляді:

$$A = X'X, \quad (7)$$

$$x_{jk} = \frac{n_{jk}}{\sqrt{n_{j0} n_{0k}}} - \frac{\sqrt{n_{j0} n_{0k}}}{n} \quad (8)$$

Використання рівняння (5) на підставі (7) зводиться до двох еквівалентних завдань про власні значення:

$$X'X y = \lambda y,$$

де $y = D \bar{y}$.

Порядок першого завдання співпадає з числом категорій, а другий – з числом груп I . Обидва характеристичні рівняння в рівній мірі придатні для оцифрування якісних ознак.

Наведемо приклад клієнтів чотирьох груп, де кожен виражає однозначно своє відношення (вимога, бажання, згода, відмова) до однієї з категорій житлового району (паркова зона, зелень тільки у дворах,

відсутність зелені). Припустимо, що матриця частот має такий вигляд (табл. 1):

Таблиця 1

Матриця частот

$j \backslash K$	1	2	3
1	98	2	0
2	78	22	0
3	3	57	40
4	0	45	55

j – індекс групи K – індекс категорії

Рішення завдань про власні значення дає оцифрування категоріям:

$$K_1 = 2,41; K_2 = -1,57; K_3 = -2,46.$$

Щоб розмістити ці категорії на шкалі 0–1, виконаємо перетворення: $\varphi = ak + b$

за граничних умов: $\varphi(-2,46) = 0; \varphi(2,41) = 1$.

Запишемо систему рівнянь:

$$\begin{aligned} a \times (-2,46) + b &= 0; \\ a \times 2,41 + b &= 1, \end{aligned} \quad (9)$$

звідки знаходимо:

$$a = 0,21; b = 0,5; \varphi(-1,57) = 0,21 \times (-1,57) + 0,5 = 0,17.$$

Отже, за шкалою 0–1 одержані оцінки:

1. Відсутність зелені – 0. 2. Зелень тільки в дворах – 0,17. 3. Паркова зона – 1.

При 100–бальній шкалі відповідні оцінки дорівнює 0; 17%; 100%.

У багатьох практичних випадках нормування оцінок грає другорядну роль, або в ньому немає необхідності. В цьому випадку замість матриці частот, виходячи з доцільності спрощення обчислень, можна узяти будь-яку кратну матрицю N . Можна також виключити вплив обсягу вибірки на результати шкалювання, якщо замість N використовувати матрицю відносних частот з елементами n_{jk} / n_j .

Відмітимо також, що будь-яка монотонно зростаюча або монотонно убиваюча функція від власних значень придатна як інформація про залежність між групами і категоріями, які містить таблиця частот.

Висновок. Отже, для оцінки нерухомості, коли не вистачає інформації про кореляцію і регресію у великій безлічі різних

чинників, необхідно застосовувати багатовимірний дисперсійний аналіз, який дозволяє проводити систематизацію об'ємного числового матеріалу, що накопичився.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Аренс Х. Многомерный дисперсионный анализ / Аренс Х., Лейтер Ю. // – М.: Финансы и статистика, 1985. – 230 с.

2. Адлер Ю.П.: Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский // М.: Наука, 1976. – 279 с.

3. Азгальдов Г.Г. Квалиметрия в архитектурно-строительном проектировании / Г.Г. Азгальдов // – М.: Стройиздат, 1989. – 264 с.

4. Квалиметрия: первоначальные сведения. Справочное пособие с примером для АНО 'Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов: [учеб. пособие] / Г.Г. Азгальдов, А.В. Костин, В.В. Садовов.–М.: Высш. шк., 2011. – 143 с.

5. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений / Литвак Б.Г. – М.: Патент, 1996. – 298 с.

6. Павлов А.Н. Методы обработки экспертной информации: [учеб. пособие] / А.Н. Павлов, Б.В. Соколов. – ГУАП. СПб. 2005 – 42 с.

7. Шконда В.В. Особливості використання методів кваліметрії в сучасних наукових дослідженнях / В. В. Шконда, А.В. Кальянов // Зб.наук.пр. МАУП, 2010. – вип. 4. – С. 45-48.

REFERENCES:

1. Arens H. (1985). *Mnogomernyy dispersionnyy analiz* [Multivariate variance analysis]. *Fynansy y statystyka - Finance and Statistics*, 230 p. [in Russian].

2. Adler Yu.P., Markova E.V., Granovskiy Yu.V. (1976). *Planirovanie eksperimanta pri poiske optimalnyih usloviy* [Planning an experiment when searching for optimal conditions]. *Nauka - The science*, 279 p. [in Russian].

3. Azgaldov G.G. (1989). *Kvalimetriya v*

arhitekturno-stroitelnom proektirovanii [Qualimetry in architectural and construction design]. Stroyizdat - Stroyizdat, 264p. [in Russian].

4. Azgaldov G.G., Kostin A.V., Sadovov V.V. (2011). Kvalimetriya: pervonachalnye svedeniya. Spravochnoe posobie s primerom dlya ANO Agentstvo strategicheskikh initsiativ po prodvizheniyu novyih proektov [Qualimetry: initial information. Reference guide with an example for ANO Agency of strategic initiatives for the promotion of new projects]. Vysshaya shkola - High school, 143p. [in Russian].

5. Litvak B.G. (1996). Ekspertnyie otsenki i prinyatie resheniy [Expert judgment and decision making]. Patent – Patent, 298 p. [in Russian].

6. Pavlov A.N. (2005). Metody obrabotki ekspertnoy informatsii [Methods of processing expert information]. GUAP – GUAP, 42p. [in Russian].

7. Shkonda V.V. (2010). Osobysti vykorystannya metodiv kvalimetriyi v suchasnykh naukovykh doslidzhennyakh [Features of methods of quality control in modern research]. MAUP – AIDP, 4, 45-48 [in Ukrainian].

АННОТАЦИЯ

Жилая недвижимость в настоящее время является важным объектом экономического исследования и анализа. Стремление к наличию развитого рынка недвижимости побуждает спады и кризисы экономики. Все это провоцирует участников рынка постоянно совершенствовать свой инструментарий анализа формирования стоимости жилья и его оценки, а также изучать влияние прямых и косвенных факторов, влияющих на рынок недвижимости.

Статья посвящена определению влияния на стоимость жилья косвенных признаков (а именно наличие комфортных условий для проживания) и использования квалиметричного подхода, чтобы учесть дополнительные факторы воздействия, как частицы целого, то есть цены квартиры.

Объективные результаты определения стоимости недвижимости, таким образом, становятся более актуальными и востребованными.

Ключевые слова: рынок недвижимости, оценка стоимости жилья, квалиметрический подход, косвенные признаки, корреляция, регрессия, дисперсионный анализ.

ANNOTATION

Residential real estate is now an important object of economic research and analysis. Desire to having developed the real estate market ups and encourage economic crisis. All this provokes market participants to constantly improve their tools analyzes of the cost of housing and its evaluation, and study the impact of direct and indirect factors affecting the real estate market.

The article is devoted to determine the impact of the cost of housing indirect evidence (such as the availability of comfortable living conditions) and the use qualimetric approach to take into account additional factors, the impact, as a part of the whole, ie prices flat.

Objective setting results in property values, thus, become more relevant and in demand.

Keywords: Real estate market, appraisal of housing costs, qualimetric approach, indirect signs, correlation, regression, variance analysis.

УДК: 69 (075.8)

**Шебек М.О., к.т.н., проф.,
Дубинка О.В., асп., КНУБА, м. Київ**

ЕФЕКТИВНІСТЬ ДЕВЕЛОПМЕНТУ НЕРУХОМОСТІ В ОРГАНІЗАЦІЙНО- ТЕХНОЛОГІЧНІЙ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНИМИ ПРОЕКТАМИ

Стаття спрямована на розгляд стану девелопменту нерухомості – форми організації інвестиційно-будівельного проекту. Розглянута структура проекту і відображені учасники процесу на прикладі моделі. Інвестиційно-будівельний проект безпосередньо пов'язаний з технологічним процесом будівельного виробництва. За таких умов ефективність реалізації цілей проекту досягається шляхом своєчасного та скоординованого прийняття принципових рішень на кожному організаційному і управлінському рівні. Питання інвестиційної політики та розвитку будівельної діяльності в Україні є актуальними і потребують наукового обґрунтування.

Ключові слова: інвестиції, будівництво, девелопмент, житлова нерухомість, модель організації і управління будівництвом, функціональні складові.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.

Сучасний стан будівельної галузі як однієї з складових загального реформування та розвитку економіки і підприємницької діяльності в Україні є нестійким і зазнає постійних змін. Це пов'язано безперечно з загальною реструктуризацією ринку фінансових послуг і застосуванням певних інвестиційних інструментів, як на міжнародному рівні так і на внутрішньому

ринку нашої держави.

Розвиток інвестиційно-будівельних проектів в Україні визначається передусім підвищенням конкурентоспроможності національної соціально-економічної системи за умови розвитку інновацій, прийняттям свідомих стратегічних рішень та вдосконалення моделей організації та управління циклом проекту. У реалізації таких цілей чільне місце належить інноваційному девелоперському підприємству.

Ефективність організаційних і управлінських рішень виявляється в удосконаленні процесу формування стратегії з боку інвесторів, збільшенні частки ринку та конкурентоспроможності з боку девелоперів, застосуванні прогресивних технологій забудовниками та підвищенні результативності бізнес процесів з боку всіх учасників проекту нерухомості.

В умовах постійних змін зовнішнього середовища та посилення конкуренції існуючих забудовників і девелоперських організацій набувають особливої актуальності та значення моделі взаємодії учасників будівництва об'єктів нерухомості, що мають забезпечити максимальну рентабельність проекту, мінімально можливі капітальні вкладення в проект та найкоротші строки будівництва та здачі в експлуатацію. Поєднання економічних, дозвільних, технологічних і юридичних аспектів в одному будівельно-інвестиційному проекті потребує досконалої праці та поточного дослідження всього циклу проекту, обґрунтування особливостей, переваг для організацій. Саме управління розвитком нерухомості стає принципово новою концепцією організації будівельної і девелоперської діяльності в країні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Значний внесок у дослідження теоретичних і методологічних засад девелопменту, основ з організації та управління інвестиціями в будівництві внесли такі вчені: А.М. Асаул, О.Р. Дегтяр,

Ю.М. Коваленко, О.О. Ляхова, С.Г. Чигасов, а також С.Н. Максимов, И.И. Мазур, В.Д. Шапіро, Алан Гриффіт, А. Фрей та Дж. Фридман. Проблемам розвитку будівельної галузі в Україні присвячені праці – С.А. Ушацького, О.А. Тугая, В.О. Поколенка, О.М. Гладкої, О.П. Петраша та інших. Незважаючи на достатню кількість публікацій щодо розв'язання проблем в будівництві, в частині девелопменту, організації та управління житлового будівництва необхідні подальші дослідження.

Формулювання цілей статті.

Метою статті є визначення організаційно-технологічного стану існуючих проектів нерухомості в структурі управління інвестиційно-будівельним циклом на засадах девелопменту.

Виклад основного матеріалу дослідження з новим обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Впродовж 2007-2011 років потенційні інвестиції в Україні були спрямовані на такі будівельні проекти, як комерційні об'єкти нерухомості, офісні та бізнес-центри, торговельно-розважальні та логістичні комплекси. Станом на 2011-2012 роки можна було спостерігати значне збільшення інвестицій і фінансування будівництва житлових будинків в центральних частинах регіональних міст та значне поживлення і зріст об'ємів будівництва житла в центральних районах міста Києва.

На базі наявного попиту в цей період починає розвиватися і формуватися девелоперська діяльність в Україні, яка перш за все концентрується на будівельно-інвестиційних проектах нерухомості, що не обмежується одним або двома висотними будинками. Увагу девелоперів і інвесторів привертають більш масштабні житлові комплекси з новою інфраструктурою. Поряд з цим починає формуватися система взаємовідносин між замовником та інвестором з виконавцем проектних робіт, з виконавцем будівельних або спеціалізованих робіт в залежності від

складності майбутнього об'єкта нерухомості. В процесі підготовки до інвестиційно-будівельного проекту виникає перелік питань стосовно учасників, їх функцій та загальної структури роботи для реалізації проекту на засадах девелопменту.

Поняття "девелопмент" в будівельній галузі означає вид професійного бізнесу, спрямованого на пошук і реалізацію найкращого варіанта розвитку ринку нерухомості, починаючи від визначення ідеї та створення загальної концепції проекту (його візуалізації) до здачі об'єкта "під ключ", подальшої реалізації його на ринку нерухомості й поточне управління (експлуатація). Девелопмент – Development (англ.) в його первинному значенні перекладається як розвиток [1, с.13]. Девелоперські проекти можуть реалізовуватися шляхом залучення великих інвестицій на довготривалі строки.

В Україні девелоперська діяльність перебуває в стані формування. На сьогоднішній день практично відсутні девелоперські організації, які б у чистому вигляді виконували весь комплекс робіт з реалізації інвестиційно-будівельних проектів. У закордонній практиці існують дві принципові схеми девелоперських проектів.

За першою схемою девелопер не бере на себе фінансові ризики і працює за визначеною винагороду (певні відсотки від вартості проекту). У цьому варіанті інвестор наймає девелопера, щоб той на обраній земельній ділянці побудував будинок "під ключ" і, за можливості, "заповнив" його орендарями або покупцями-власниками окремих частин будівлі. У такому проекті девелопер звичайно не бере участь своїми коштами, а проводить проектування, необхідні узгодження, будівництво і здачу площ за гроші, що виділяються замовником, залучаючи необхідних фахівців (проектні організації, підрядників і т.д.). При цьому відповідальність за весь проект цілком лежить на девелопері.

У другій схемі девелопер створює комерційну нерухомість, виступаючи як

одноосібний організатор проекту. По суті девелопер виконує всі ті ж функції, що й у першій схемі, але крім цього, займається ще й побудовою фінансової схеми проекту, вкладаючи в нього власні кошти і засоби, які фактично стають стрижнем майбутньої фінансової схеми реалізації інвестиційного проекту [2].

Поняття "девелопмент" має чотири взаємопов'язаних значення. По-перше, під девелопментом розуміється якісне матеріальне перетворення об'єктів нерухомості, що забезпечує зростання їх вартості, і провідне одночасно, як правило, до збільшення сукупного фонду нерухомості. По-друге, девелопмент - це певний вид професійної підприємницької діяльності з організації та реалізації процесів девелопменту. По-третє, девелопмент - це такий спосіб реалізації проектів нерухомості, який забезпечує досягнення максимальної корисності створюваного об'єкта, і на цій основі дає отримання найбільшого приросту вартості з мінімальними витратами. По-четверте, девелопмент продовжує розвиток об'єкта після його будівництва.

Виділені аспекти девелопменту органічно доповнюють один одного і в цій єдності комплексно відображають зміст цього явища, як це показано на рис. 1.

Як впливає з наведених визначень, девелопмент органічно пов'язаний з первинним ринком нерухомості, виступає рушійною силою його розвитку і має відображення в наступних процесах [3]:

- ленд-девелопмент (девелопмент землі) - виділення території під забудову, отримання необхідних погоджень за функціональним призначенням території, проведення інженерної підготовки території, поділ території на окремі земельні діли і продаж їх для подальшого розвитку;

- девелопмент будівель і споруд - нове будівництво будівель і споруд на незабудованих земельних ділянках;

- редевелопмент будівель – перетворення вже існуючих об'єктів нерухомості через такі процеси як реконструкція, реставрація або модернізація;

- девелопмент і редевелопмент територій - комплексна забудова, реконструкція і модернізація об'єктів нерухомості в масштабах кварталів, районів та інших великих територій.

Спостерігаючи за сукупністю інвестиційних проектів можна відмітити те що, значна частина реалізації будівельних проектів припадає на сформовані процеси девелопменту будівель і споруд або девелопменту і редевелопменту територій. Окрім девелопера в інвестиційному процесі створення об'єкта будівництва беруть участь декілька незалежних організацій, які мають різні цільові призначення та завдання при досягненні економічного ефекту (отриманні прибутку) [4, с.193-195].

Інвестор – суб'єкт інвестиційної діяльності, який здійснює із власних або позичених коштів фінансування будівництва об'єкта. Інвестор має юридичне право абсолютне розпорядження результатами інвестицій: визначає сферу капітальних вкладень (інвестицій); розробляє умови контрактів на будівництво об'єктів; приймає рішення стосовно організаційних форм будівництва з метою визначення проектувальника, підрядників, постачальників через оголошення про проведення торгів або особисті пропозиції; здійснює фінансово-кредитні відносини з усіма учасниками інвестиційного процесу. Інвестор може бути замовником, кредитором, покупцем будівельної продукції (об'єкта будівництва), а також виконувати функції забудовника.

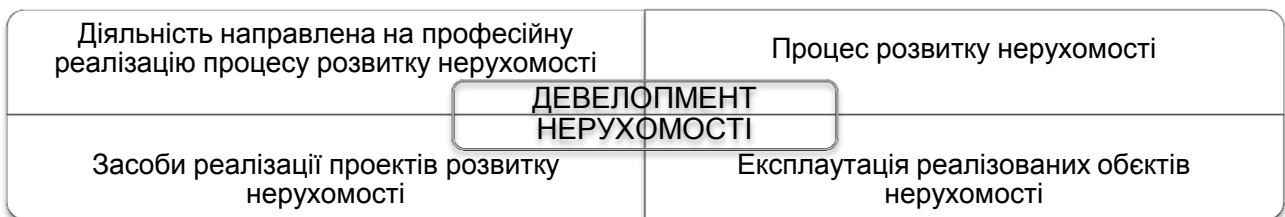


Рис. 1. Взаємозв'язок аспектів поняття "девелопмент нерухомості"

Замовник – юридична або фізична особа, яка взяла на себе функції організатора та керівника будівництва об'єкта, починаючи від розроблення техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) і закінчуючи введенням об'єкта в дію або виведенням його на проектну потужність, використовуючи земельну ділянку під забудову на умовах оренди.

Забудовник – фізична або юридична особа, яка має у власності чи у користуванні земельну ділянку для забудови та отримала в установленому законодавством України порядку необхідну дозвільну документацію на будівництво, реконструкцію чи знесення об'єкта містобудування.

Підрядник (генеральний підрядник, субпідрядник) – будівельна фірма (організація), яка здійснює за договором підряду або контрактом будівництво об'єкта. Генеральний підрядник несе відповідальність перед замовником за будівництво об'єкта відповідно до умов договору, проекту, вимог будівельних норм та правил, обговореної вартості, належної якості та визначеної тривалості будівництва.

Проектувальник (генеральний проектувальник) – проектна або проектно-вишукувальна та науково-вишукувальна фірма, яка здійснює за договором або контрактом із замовником розроблення проектно-кошторисної документації об'єкта будівництва. Генеральний проектувальник несе відповідальність за якість проекту, техніко-економічні показники об'єкта будівництва, правильність виконання підрядником проектних рішень (здійснює авторський нагляд у процесі будівництва).

Експлуатуюча організація – юридична або фізична особа, яка здійснює на правах власника (найчастіше інвестора) технічну експлуатацію об'єкта.

Менеджер – професійний управляючий, юридична або фізична особа, що виконує функції управління на всіх або окремих стадіях інвестиційного циклу.

Проект-менеджер (Project Manager) – виконує лише функції в інтересах власника, який його найняв, не

втручаючись в господарсько-економічну діяльність учасників будівництва.

Науково-дослідна організація – юридична або фізична особа, яка виконує за ініціативою відповідного органу Державного нагляду або за прямими договорами з замовниками, проектувальниками і підрядниками науково-дослідну роботу [5].

Вказаний перелік учасників будівельно-інвестиційного циклу реалізації проекту складає стислу структуру, яка при подальшому розгляді має більш розширену систему з певними підрозділами, як фінансового так і організаційного та технологічного характеру. Реалізація девелоперських проектів в ідеалізованому складі наданих повноважень і функцій вважається найбільш складною із всіх можливих операцій на ринку нерухомості, тому що в цьому випадку в одному проекті сполучаються одночасно будівельні, ріелтерські, юридичні та фінансові операції. Основні функції девелоперської компанії наведено в схематичному вигляді на рис. 2.

Розглянутий формат впровадження будівельно-інвестиційних проектів на засадах девелопменту з вказаними функціями не було реалізовано на території України. Функції забудовника в повному обсязі важко виконувати девелоперу на підставі потреби створення окремого спеціалізованого підрозділу кваліфікованих виконавців. Тому має місце більш спрощена структура девелоперської діяльності, за якої девелоперські компанії реалізують свої проекти, укладаючи договори будівництва з підрядними організаціями або генпідрядними організаціями, відповідальними за будівельне виробництво.

Будівельне виробництво характеризується високим рівнем розподілу суспільної праці, складністю об'єктів будівництва, великою кількістю варіантів технології й організації, спеціалізацією і кооперуванням та іншими чинниками. Це зумовлює множинність варіантів рішення задач планування та управління будівництвом.



Рис. 2. Функції девелоперської компанії

Управління проектами (англ. project management) – це застосування знань, досвіду, методів і засобів до робіт проекту для задоволення вимог, що пред'являються до проекту, і очікувань учасників проекту. Щоб задовольнити ці вимоги та очікування, необхідно знайти оптимальне сполучення між цілями, термінами, витратами, якістю та іншими характеристиками проекту [6].

У світі вже давно визнано, що управління проектами – особлива область менеджменту, застосування якої дає відчутні результати. Професіонали в цій галузі високо цінуються (у США це третя за величиною середньої оплати професія після юристів і лікарів).

Сама методологія управління проектами стала фактичним стандартом управління на багатьох тисячах підприємств і застосовується в тій чи іншій мірі практично у всіх великих корпораціях.

На сьогоднішній день прийняті стандарти управління проектами ANSI (затверджені Американським національним інститутом – American National Standards Institute), розроблено проект стандартів управління проектами ISO 10006 [7].

Процес управління інвестиційно-будівельним проектом в розрізі будівельного виробництва значно прискорює використання ефективних технологічних

моделей будівництва, а також інших документів проекту (технологічні карти, схеми руху машин та ін.).

Модель – це спрощене уявлення деякого об'єкта, зручніше для вивчення або аналізу ніж сам об'єкт. Модель – це сполучна ланка між теорією і дійсністю.

Виробничий процес і інвестиційно-будівельний процес можна представити у вигляді уявної, схематичної, описувальної чи графічної моделі, яка допоможе завчасно планувати і здійснювати контроль виконання робіт. Використовуючи обрану модель, можливо завчасно намітити варіанти реалізації програм, оцінити за варіантами послідовність ухвалення рішень по проекту [8, с.104].

Методологічною основою ведення успішного бізнесу в будівельній галузі є досконале використання фінансових, технічних та людських ресурсів в моделі управління будівельним проектом або мультипроектом – професійний будівельний менеджмент - “Professional construction management (PCM) contract” (рис.3) [9, с.26].

Верхню ланку цієї схеми “Owner” відносять до замовника, забудовника або інвестора. Саме в цих взаємозв'язках працює і девелопер, а нижня ланка схеми відображає формальні і виробничі відносини між проект-менеджером від замовника і учасниками будівельного виробництва.

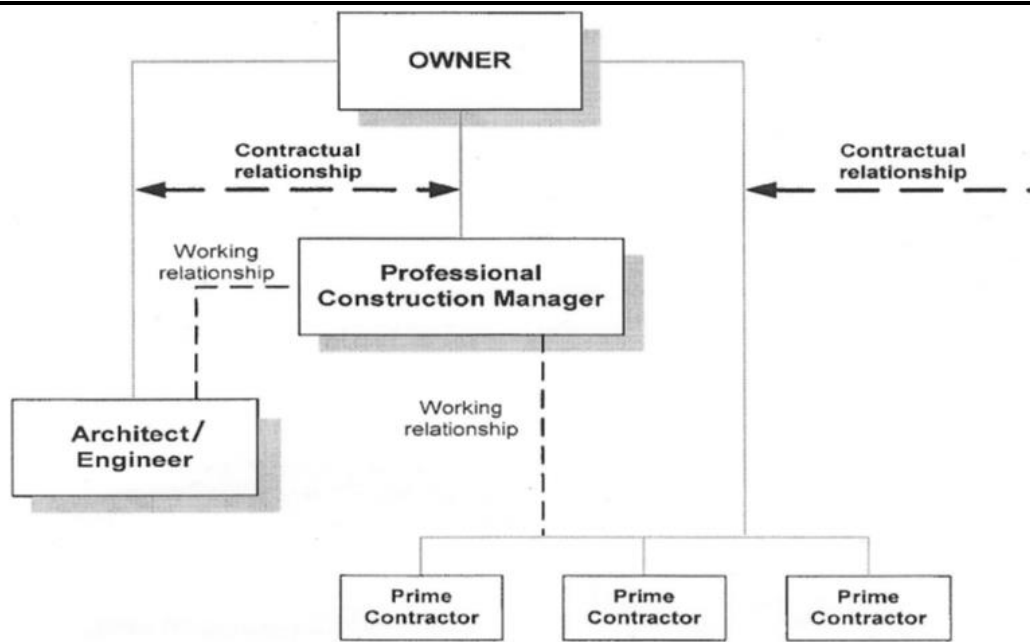


Рис. 3. Схематична організаційно-технологічна модель "Professional construction management (PCM) contract"

Схема, за якою представлена модель взаємодії учасників інвестиційно-будівельного проекту, є первинною та відображає концептуальний зміст рішень, які приймають всі ланки учасників при подальшому просуванні проекту. На цьому етапі слід зробити акцент на тому, що замовник або інвестор приймають суто стратегічні рішення щодо вкладання інвестицій з отримання будівельної продукції (об'єкта) і отримання в подальшому додаткових прибутків від реалізації вже готового об'єкта, а також рішення щодо наявних і прогнозованих ризиків. Разом з девелопером вони займаються управлінням активом і розподілом наступних інвестицій, створюючи при цьому сприятливий клімат для своєї діяльності та навколишнього середовища.

Наступну ланку складає професійний менеджмент з управління (Professional Construction Manager), організації та будівельного виробництва. Виходячи з того, що основні цілі, задачі та вимоги були надані замовником, учасники цієї групи взаємодії спроможні приймати тактичні рішення щодо інвестиційно-виробничого процесу при реалізації проекту. Замовник може втручатися в роботу цієї команди лише

з точки зору більш ефективного управління, може здійснювати коригування щодо проектно-кошторисної документації з огляду проведення маркетингових досліджень щодо привабливості об'єкта нерухомості.

Відповідальна особа за здійснення будівельних процесів – будівельний менеджер ("Construction Manager") – має повноваження і професійні навички щодо прийняття оперативних рішень організаційного або технологічного характеру. А вже прийняття персональних рішень відноситься безпосередньо до самих виконавців тих чи інших будівельно-монтажних робіт. Структура прийняття рішень наведена на рис. 4 [10, с.20].

Розглянемо суттєві ознаки кінцевої мети кожного з рівнів. Основною метою інвесторів і замовників є спорудження будівельного об'єкта за поставленими параметрами інвестиційної привабливості та здача його в експлуатацію, при цьому в пріоритеті залишається загальна мінімізація витрат та скорочення строків будівництва для мінімально можливого періоду окупності або продажу об'єкта для отримання вкладених фінансів та додаткового прибутку.

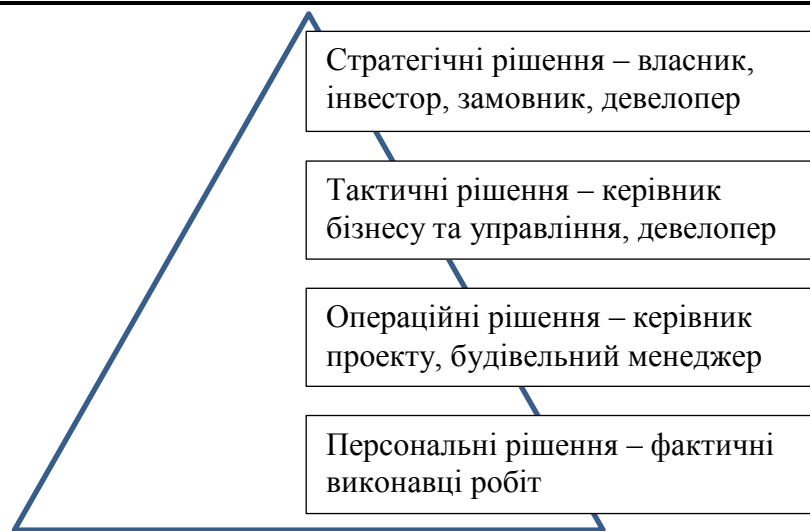


Рис. 4. Рівні проектних рішень

Не завжди заявлений формат будівельного проекту відповідає застосованим типам матеріалів та технологій, адже присутня поточна економія фінансів. У деяких випадках інвестор починає втручатися в господарську діяльність девелопера, постачальника, або генерального підрядника, що негативно впливає на подовження терміну узгодження тих чи інших питань, логічно і подовження строку виконання робіт або здійснення своєчасних закупівель матеріалів і обладнання. У такому випадку можна спостерігати не лише управляючий механізм інвестиційно-будівельного циклу з боку інвестора і девелопера, а й змішаний процес роботи керівництва щодо функцій забудовника, виконавця будівельно-монтажних робіт.

На практиці девелопер може виконувати не лише функції управління та розвитку проекту, водночас управляючий менеджер виконує погодження змін в документації, видає нові завдання від інвестора стосовно зміни видів робіт, змінює використання тих чи інших матеріалів.

При цьому мало уваги надається тому, що ми маємо технологічний процес, який не можна негайно перервати і відтворити одночасно. Забудовник в свою чергу не зацікавлений у вимушених простоях, його головним завданням є отримання максимальної рентабельності будівельних робіт за короткий строк. Можна наздогнати строки виконання робіт шляхом застосування додаткових технічних,

матеріальних та людських ресурсів, але це є додаткові витрати, які не входили в договірний перелік робіт, їх погодження також займає час.

Проектна організація розраховує на певний об'єм виконання проектно-кошторисної документації, але ж зміни в проекті постійні, а додаткових ресурсів та часу постійно не вистачає, згодом це відображається на якості, термінах видачі документації, в свою чергу будівельники отримують змінені креслення «до виконання робіт» пізніше і строки виконання будівельних робіт зміщуються.

Висновки, зроблені в результаті дослідження і перспективи подальших досліджень.

Інвестиційно-будівельні проекти об'єднують велику кількість виконавців та учасників проекту. В процесі задіяні виробники продукції, матеріалів та обладнання, постачальники та логістичні компанії, окреме місце займає широкий спектр задіяних будівельно-монтажних та спеціалізованих підприємств; всі співробітники є складовими великого механізму перетворення уявної ідеї на фізичне отримання продукту плідної праці – об'єкта нерухомості та отримання фінансового результату.

Для більш ефективної організації взаємодії учасників будівельно-інвестиційних проектів та перспективного розвитку житлового будівництва в Україні

пропонується розглянути і застосувати на практиці наступні організаційні і технологічні рішення:

- інвесторам слід більш детально розглядати бізнес-план майбутнього об'єкта грошових вкладень, враховувати зовнішні фінансові ризики та запобігати зупинці руху грошових коштів або їх заморожуванню, конкретизувати проект шляхом затвердження формату об'єкта з описом основних складових, чітко відокремлювати функції та зобов'язання сторін в договірних відносинах;

- девелопер разом з керуючою особою замовника в недостатній мірі опираються на маркетингові та інші поточні дослідження стосовно попиту на нерухомість, якісно-соціальну складову потенційних покупців, для просування проекту слід розширювати пакет пропозицій, опцій та послуг для кінцевого власника житлових площ та максимально-корисне використання її для власних потреб;

- керівникам та виконавцям будівельно-монтажних і інших робіт слід планувати комплекс робіт з максимально ефективним використанням наявних людських і матеріальних ресурсів для скорочення термінів підготовчих або поточних робіт, в більшій мірі застосовувати нові технології та інформаційний ресурс з використанням програмних комплексів. Стан кваліфікації виконавців робіт має покращуватися з часом і відповідати вимогам будівельного виробництва;

- проектні організації повинні відслідковувати певні зміни щодо порядку та виконання проектних робіт, вчасно проводити переатестацію кадрів або підвищення кваліфікації, вести більш гнучку роботу з замовником проектних робіт та виконавцем будівельних робіт з дотриманням результативності сумісної праці.

Визначення оптимальної моделі ефективною реалізації інвестиційно-будівельних проектів за допомогою певного інструментарію фінансування, управління, організації і контролю виконання робіт і є кроком для подальшого спостереження і наукового дослідження будівництва об'єктів нерухомості на засадах девелопменту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Мазур І.І. Девелопмент нерухомості: справочник професіонала: уч.пособ. / І.І. Мазур, В.Д. Шапиро и др. – М.: Омега-Л, 2009. – 1035 с.
2. Петраш О.П. Проблеми та перспективи імплементації сучасних методик формування інвестиційного портфеля на засадах девелопменту. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nauka.kushnir.mk.ua/?p=75966>
3. Економічні основи девелопменту нерухомості. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://stud.com.ua/44606/ekonomika/>.
4. О.М. Лівінський, О.І. Курок, І.Н. Дудар, Г.М. Тонкачєєв, М.І. Бондаренко, О.Г. Хоменко, В.І. Савенко, Т.Г. Ровенчак, Т.Е. Потапова, С.П. Шарапа Організація, планування та управління в будівництві. Підручник. – К.: (УАН), «МП ЛЕСЯ», 2016. – 566 с.
5. ДБН В.1.2-5:2007. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів.
6. Старостіна А.О. Ризик-менеджмент: Теорія та практика : навч. посіб. / А. О. Старостіна, В. А. Кравченко. – К. : Політехніка, 2004. – 200 с.
7. Немчин М.С. Використання міжнародних стандартів ризик-менеджменту на вітчизняних підприємствах / М.С. Немчин, В.М. Хобта // Сучасний стан і проблеми інвестиційного розвитку – 2008 / Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції студентів і молодих вчених. – Донецьк, ДонНТУ – 2009, с. 35-36.
8. Ушацький С.А. Організація будівництва/ С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін.; За ред. С.А. Ушацького. Підручник. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.
9. Едвард Фіск, Уейн Рейнольдс. Адміністрування проекту будівництва. Pearson Education, Inc., видавництво в Prentice Hall. - Нью Джерсі, 2010. – 9 вид. - 395 с.
10. Гладка О.М. Стратегічні віхові рішення в проектах девелопменту нерухомості: дис... канд. техн. наук: 05.13.22/ О.М. Гладка. – К: КНУБА, 2012. – 196 с.

REFERENCES:

1. Mazur, I. Shapiro, V. et al. (2009). Real Estate Development. [Directory of the professional: uch.posob.], Moscow, Russia, 1035.
2. Petrash, O. Problems and prospects of modern implementation method of forming an investment portfolio based on development. [Electron resource], Access mode: <http://nauka.kushnir.mk.ua/?p=75966> [in Ukrainian].
3. Economic Foundations of real estate development. [Electron resource], Access mode: <http://stud.com.ua/44606/ekonomika/> [in Ukrainian].
4. Livinsky, O. Hammer, O. Dudar, I. Tonkachev, G. Bondarenko, M. Khomenko, O. Savenko, V. Rovenchak, T. Potapov, T. Sharapa, S. (2016). Organization, planning and management in construction. [Textbook], Kyiv, (UAS), "MP Lesya", 566.
5. DBN V.1.2-5: 2007. Scientific and technical support of construction projects.
6. Starostina, A. Kravchenko, V. (2004). Risk Management. [Theory and Practice, Training. guidances], Kyiv, Polytechnic, 200.
7. Nemchin, M. (2008). Using international standards of risk management in domestic enterprises / Nemchin, M. Hobta, V. // Current state and problems of investment / Materials of All-Ukrainian scientific conference of students and young scientists, Donetsk National Technical University (2009), 35-36.
8. Ushatsky, S. (2007). Construction management. [Textbook; Edited Ushatsky, S.], Kyiv, Condor, 521.
9. Edvard R.Fisk, PE Wayne D.Reynolds, PE (2010). Project Administration building. [Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall], New Jersey, 9th ed., 395.
10. Gladka, O. (2012). Milestone strategic decisions in real estate development projects. [Dissertation of PhD: 05.13.22], Kyiv, KNUCA, 196.

АННОТАЦІЯ

Статья направлена на рассмотрение состояния девелопмента недвижимости - формы организации инвестиционно-строительного проекта. Рассмотрена структура проекта и отражены участники процесса на примере модели. Инвестиционно-строительный проект непосредственно связан с технологическим процессом строительного производства. При таких условиях эффективность реализации целей проекта достигается путем своевременного и скоординированного принятия принципиальных решений на каждом организационном и управленческом уровне. Вопросы инвестиционной политики и развития строительной деятельности в Украине являются актуальными и требуют научного обоснования.

Ключевые слова: инвестиции, строительство, девелопмент, жилая недвижимость, модель организации и управления строительством, функциональные составляющие.

ANNOTATION

The article aims to review the state of real estate development - organizational forms of investment and construction project. The structure of the project and actors reflected on the example model. Investment and construction projects directly related to the technological process of building production. Under such conditions the efficiency of project objectives achieved by timely and coordinated adoption of policy decisions in every organizational and managerial level. The issue of investment policy and development of construction activity in Ukraine are important and require scientific substantiation.

Keywords: investments, construction, development, housing, organizational model of the construction management, functional components.

УДК 004.896:004.891.3:621.120.30

*Теренчук С.А., к. ф.-м.н, доц.,
Полтораченко Н.І., к.т.н., доц.,
Кошарна Ю.В., к.т.н.
КНУБА, м. Київ*

АНАЛІЗ ЗДАТНОСТІ ШТУЧНИХ НЕЙРОМЕРЕЖ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Запропоновано експертну систему оцінювання технічного стану будівельних конструкцій, структура якої передбачає впровадження штучних нейронних мереж. На основі аналізу нейромереж різної архітектури, що використовуються в системах неруйнівного контролю та діагностики металоконструкцій і виробів із композитних матеріалів, побудовано інфоологію оцінювання технічного стану залізобетонних конструкцій. Визначено задачі, які здатні виконувати штучні нейромережі та показано перспективи застосування системи на різних етапах життєвого циклу об'єкта будівництва.

Ключові слова: залізобетонна конструкція, інфоологія оцінювання, кластерний аналіз, технічний стан, штучна нейронна мережа.

Вступ. Проблема довгострокової експлуатації будівельних конструкцій (БК) вимагає розробки ефективних засобів прогнозування технічного стану (ТС) конструкцій та об'єктів будівництва (ОБ) з урахуванням невизначеності різного характеру. При цьому, аналіз натурних спостережень показав, що БК частіше переходять в аварійний стан від агресивного впливу середовища, ніж від досягнення граничних навантажень і впливів [1].

Невизначеність, що пов'язана з майбутніми впливами середовища, зміна бази сировини, вдосконалення засобів проектування та автоматизації системи неруйнівного контролю забезпечує попит на інтелектуальні системи і технології, що

здатні вирішувати багатокритеріальні задачі в умовах невизначеності та ризиків. Розробкою зазначених систем і технологій займаються спеціалізовані організації. Та, незважаючи на значний обсяг проведених робіт, досі відсутня єдина технологія оцінювання конструкцій з дефектами та пошкодженнями різного характеру. Такий стан пояснюється складністю задач, що пов'язані з обробкою та аналізом великих обсягів різномірної інформації [2].

Задача кластеризації багатовимірних спостережень є невід'ємною частиною інтелектуального аналізу даних, для розв'язання якої існують різноманітні додатки, що пов'язані з медициною, біологією, економікою, соціологією і т. п.

Робота сучасних інтелектуальних систем діагностування ґрунтується на застосуванні штучних нейронних мереж (ШНМ), але їх навчання передбачає існування надійної бази знань (БЗ) в області застосування, без якої неможлива обробка даних.

Аналіз сучасного стану проблеми.

Аналіз класифікаційних ознак категорій ТС конструкцій будівель і споруд; ТС конструкцій каркасів, перекриттів і покриттів промислових будівель зі збірного та монолітного залізобетону та ознак категорій ТС залізобетонних конструкцій (ЗБК) показав, що правила для оцінювання часто є неповними і суперечливими, а вхідні дані – слабо структуровані [3].

Невизначеність, що пов'язана з описаними вище умовами, відображає залежність ТС від сукупного впливу різних факторів середовища. Іншими причинами, які необхідно враховувати при вирішенні даної проблеми, є відсутність аналітичного зв'язку між параметрами деградації і категоріями ТС, а також методології вибору суттєвих параметрів деградації в кожному конкретному випадку.

У загальному випадку вибір множини суттєвих факторів деградації будівельних конструкцій та параметрів впливу середовища є багатокритеріальним. У таких умовах застосовують методи кластерного аналізу, які дозволяють

класифікувати об'єкти, що описуються великою кількістю різнорідних даних. При цьому, різні алгоритми кластеризації породжують різні рішення для одних і тих же даних, які до того ж можуть відрізнитись від реальної структури. При виборі методу кластеризації та оцінці їх якості необхідно розуміти від яких факторів залежить якість і які критерії краще використовувати [4].

Одним найпопулярніших методів багатофакторної кластеризації є метод найближчого сусіда, який полягає у віднесенні об'єкта до певного класу на основі обчислення відстаней між точками. Застосування методу не потребує великої кількості даних, але обмежене вимогами до параметрів стану об'єкта.

Алгоритм k -середніх найчастіше використовується при виборі серед ітеративних методів. Його головною перевагою вважається стійкість до помилок у виборі початкових центроїдів. До суттєвих недоліків алгоритму відносять необхідність мати гіпотезу про кількість кластерів і його чутливість до викидів, які можуть значно зміщувати середні кластерів.

При застосуванні нечітких методів кластеризації вважається, що кожний кластер являє собою множину об'єктів, які можуть належати різним кластерам з відповідною мірою належності. Дане припущення надає їм перевагу у випадках, коли вхідна інформація неповна, дані слабо структуровані, або правила для виведення суперечливі.

До інших переваг нечітко множинного підходу розв'язання задач діагностики технічного стану будівельних конструкцій слід віднести можливість [5 – 7]:

- формалізувати і застосовувати в неоднорідну інформацію;
- робити оцінювання категорій ТС конструкцій ефективним у випадках, коли вихідна інформація ґрунтується на малих вибірках;
- реалізувати оцінювання категорій

ТС в нейромережевому логічному базисі.

В [7] проведені дослідження ШНМ різних архітектур, які застосовуються для розпізнавання образів, розділення сигналів або виділення сигналів на фоні завад, оцінювання категорій ТС металоконструкцій та виробів із композитних матеріалів.

У [5] проведено аналіз алгоритмів навчання та роботи багатосарового перцептрон (БШП), радіально базисних функцій (RFB – мережі), мереж Кохонена (SOM) та адаптивної резонансної теорії (ART) та гібридної нейронної мережі (ГНМ).

Успішне застосування ШНМ в системах діагностики конструкцій із композитних матеріалів і металів робить привабливими дослідження, що спрямовані на їх впровадження в системи діагностування ЗБК. Проте гетерогенна структура бетону суттєво відрізняється від структури композитних матеріалів і металів, що значно відрізняє еталони та правил для виведення діагнозу [8]. Таким чином, розробка систем, що здатні не тільки накопичувати дані, а і формувати надійну БЗ, лишається актуальною.

Мета роботи полягає в дослідженні можливостей штучних нейронних мереж різної архітектури до розв'язання задач оцінювання технічного стану ЗБК.

Виклад основного матеріалу. На кожному етапі життєвого циклу ОБ існують різні задачі забезпечення надійної та безпечної експлуатації в умовах випадкових навантажень і впливів, які можуть призвести до відхилень реальних показників технічного стану конструкцій від розрахункових [9-10]. Вчасне проведення заходів для збереження, відновлення чи адаптації властивостей ОБ до різних змін середовища потребує розробки та використання надійних систем оцінювання технічного стану (СОТС). Будівельних конструкцій (рис. 1).

Структурну схему СОТС БК, яка інтегрується в процес управління життєвим циклом ОБ, надано на рис. 2.

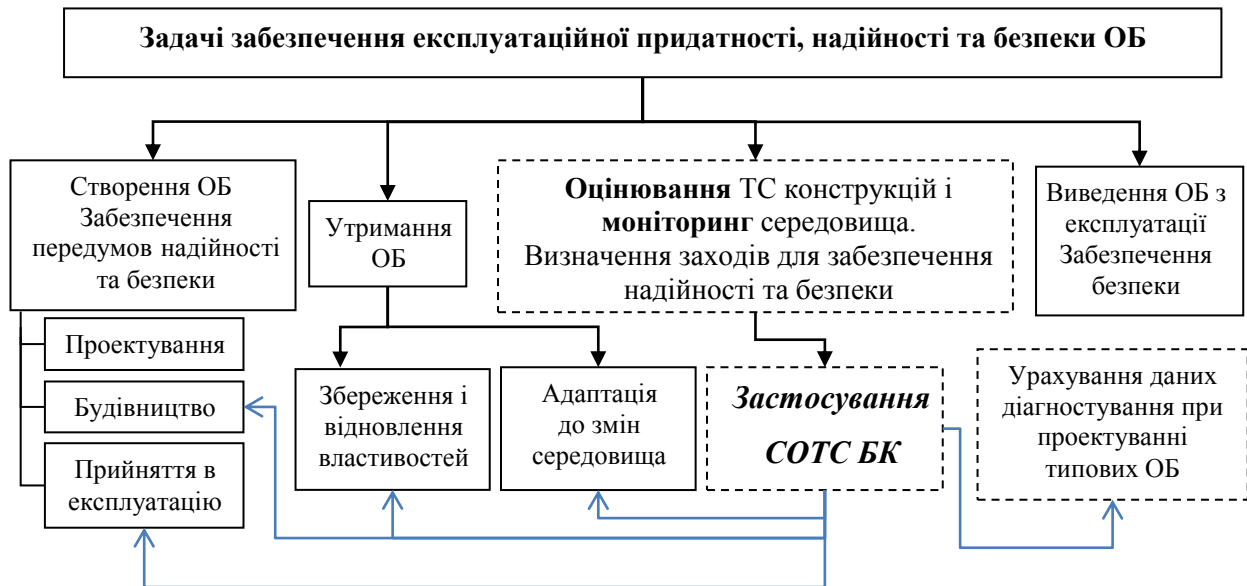


Рис. 1. Можливості застосування COTS на різних стадіях життєвого циклу об'єкта будівництва

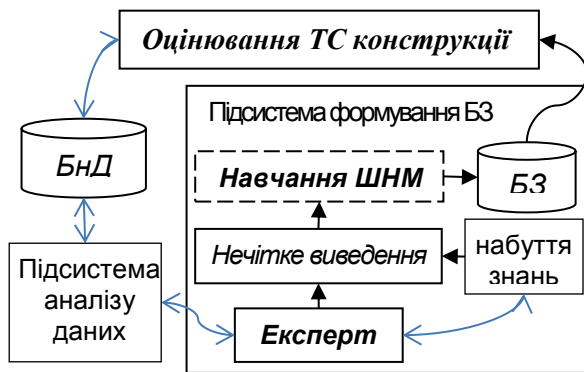


Рис.2. Структурна схема COTS BK

Банк даних (БНД) COTS BK містить інформаційні моделі будівель і потоки даних про BK різних ОБ починаючи з монтажу; контрольні карти характеристик якості; форми документів, нормативно-довідникову інформацію; інші документи, що необхідні для аналізу відповідності ТС об'єкта проектним даним.

У БЗ зберігаються класифікаційні ознаки категорій ТС різних ЗБК, що мають дефекти і пошкодження, з переліком можливих причин і наслідків їх розвитку в різних умовах; протоколи обстежень і правила, що формуються і застосовуються при оцінюванні ТС різних BK з описанням умов їх застосування; атлас еталонів з описанням умов їх експлуатації.

Задачі оцінювання категорії ТС конструкцій відповідає відображення [11]:

$$\vec{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \rightarrow d, \quad d \in D = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}, \quad (1)$$

де \vec{X} – множина діагностичних параметрів; D – множина категорій технічного стану ЗБК;

x_i – нечітка вхідна ознака з множини $M_i(x, \mu(x))$ з мірою належності $\mu(x)$ [3]:

$$\mu(x) = \begin{cases} 1, & x = x_i \\ 0, & x \neq x_i \end{cases} \quad (2)$$

Навчання системи будується на основі аналізу даних натурних обстежень BK і правил, що являють собою формалізовані знання експертів [3].

Модуль «нечітке виведення» функціонує як «біла скринька», надійність роботи якої в умовах невизначеності гарантується людиною-експертом, яке може надати формалізоване правило про зв'язки між процесами руйнування та процесами, що протікають в середовищі [3, 12].

Алгоритм нечіткого виведення, що надає можливість формувати нечіткі правила на базі співставлення результатів обстежень технічного стану BK з результатами моніторингу середовища у вигляді, що є придатним для обробки ШНМ, система нечіткого виведення та приклади експертного оцінювання на основі моделей Мамдані та Сугено описані в [3, 10, 11].

Модуль «набуття знань» призначається

для генерації тестових задач, що доповнюють навчальну вибірку ШНМ з використанням зовнішніх розрахункових комплексів, в яких здійснюються побудова інформаційної моделі ОБ та виконується розрахунок напружено-деформованого стану БК.

Аналіз результатів ШНМ мереж різної архітектури та алгоритмів їх навчання виявив наступні переваги і недоліки кожної з них при діагностуванні будівельних конструкцій:

1) SOM призначена для вирішення задач кластерного аналізу без учителя, але достовірність формування класів дефектів знижується у випадках лінійно-нероздільних просторів даних;

2) RFB – мережі розроблялись для розв'язання задач класифікації на основі відновлення сумішей розподілів і підходять для умов, при яких складно визначити ступінь впливу кожного з факторів середовища, але потребують великої вибірки для навчання;

3) мережі АРТ дозволяють виконувати аналіз форми сигналів із завадами, якими характеризується інформація про фактори впливу та мають переваги, що полягають в здатності до сприйняття нових аномальних об'єктів при збереженні інформації про вже відомі класи;

4) мережа Хопфілда здатна до розв'язання задачі розпізнавання образів за геометричними параметрами, але її застосування для ідентифікації дефектів ЗБК обмежується об'ємом пам'яті мережі (відносно кількості еталонів);

5) класифікатор на основі багаточасового перцептрону є універсальним засобом апроксимації функцій, що дозволяє використовувати її для задач класифікації різної складності, але перцептрон не може динамічно розширювати свою базу знань і адаптуватись до появи об'єктів, які відносяться до невідомих класів, тому його застосування неможливе при вирішенні задач безеталонної діагностики;

6) ГНМ, складовими якої є шар Кохонена та шар БШП, має всі переваги її складових, але передбачає первинний відбір діагностичних ознак, за якими буде формуватись діагностичне рішення.

На рис. 3 представлено інфологію оцінювання категорії технічного стану залізобетонних будівельних конструкцій.

Суцільною лінією на рисунку показані задачі, розв'язання яких лишається за експертами, а пунктирною – задачі, які здатні виконувати сучасні штучні нейронні мережі різної архітектури:

- SOM – задачі 2, 6, 7, 8, 9;
- RFB – мережі – задачі 7, 8, 9;
- мережі АРТ – задачі 7, 8;
- БШП, ГНМ, мережа Хопфілда – задача 7.

Висновки.

На основі проведеного аналізу алгоритмів кластеризації та штучних нейронних мереж різної архітектури побудовано інфологію оцінювання технічного стану залізобетонних будівельних конструкцій, програмна підтримка кожної з яких може здійснюватись окремо.



Рис. 3. Інфологія оцінювання категорії технічного стану залізобетонних будівельних конструкцій

Подальші дослідження будуть спрямовані на формування тестових задач для навчання ШНМ за рахунок доповнення статистичної бази протоколів натурних обстежень даними обчислювальних експериментів до об'ємів, достатніх для формування надійної бази знань системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Барабаш М.С., Городецкий О.С. Концепция интеграции систем автоматизированного проектирования с использованием технологии информационного моделирования. *Нові технології в будівництві*. – 2011. – №1(21) – С.67 – 70.

2. Рудниченко Н.Д. Оценка структурного и функционального рисков сложных технических систем / Н.Д. Рудниченко, В.В. Вычужанин // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2014. №1(67). С. 18-22.

3. Теренчук С.А. Оцінювання технічного стану будівельних конструкцій на основі нечіткого виведення / С.А. Теренчук, Б.М. Єременко, А.О. Пашко // *Будівельне виробництво*. – 2016. – № 61/2016. – С. 23-31.

4. Sarycheva L.V. Objective Cluster Analysis of Data Based on GMDH // *Journal of Automation and Information Sciences*, 40/4. 2008. P. 28-48.

5. Єременко В.С. Застосування нейромережевих технологій у системах неруйнівного контролю / В.С. Єременко, А.В. Переїденко, О.В. Монченко // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2012. – №1. – С. 35-41.

6. Hammah, R. Fuzzy cluster algorithm for the automatic identification of joint sets [Text] / R. Hammah, J. Curran // *International Journal of Rock Mechanics and Mining Science*. – 2010. Vol. 35, Issue 7. – P. 889-905. doi: 10.1016/s0148-9062(98)00011-4/

7. Переїденко А.В. Дослідження алгоритмів проведення кластерного аналізу для вирішення задач неруйнівного контролю / А.В. Переїденко, В.С. Єременко // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2010. №1/5(43). С. 40-43.

8. Eremenko B.M. Modeliuvannia intelektualnoi systemy dlia diagnostyky

tekhnichnogo stanu ob'ektiv budivnytstva [Modeling intellectual system for diagnostics of technical state of construction], *Tekhnologichniy audyt ta rezervy vyrobnytstva* [Technology of production and reserves audit], 2015, vol. 1/2, no. 21, 44-48 pp.

9. Бородавка Є.В. Модель розширеної системи автоматизації життєвого циклу будівельного об'єкта / Є.В. Бородавка // *Управління розвитком складних систем*, 2010. – № 4. – С. 69-71.

10. Міхайленко В.М. Обробка експериментальних результатів роботи експертної системи для задачі діагностики технічного стану будівель / В.М. Міхайленко, О.О. Терентьев, Б.М. Єременко // *Строительство, материаловедение, машиностроение*. – 2014. – Вып. 78. – С. 190-195.

11. Terenchuk S. Implementation of Intelligent Information Technology for the Assessment of Technology for Condition of Building Structures in the Process of Diagnosis / S. Terenchuk, B. Yeremenko, T. Sorotuyk // *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 5/3(83), P. – 30-39.

12. Халимон А.Ю. Створення ефективної процедури лінгвістичного моделювання для прогнозування процесів різної структури / А.Ю. Халимон, І.В. Баклан // *Інформатика та обчислювальна техніка – ІОТ-2016*. – К.: НТУУ КПІ.

REFERENCES:

1. Barabash M.S. & Gorodetsky A.S. (2011). The concept of integration of CAD systems using information modelling technologies. *New technologies in construction* 1(21), 67-70 [in Russian].

2. Rudnichenko, N. D. (2014). Otsenka strukturnogo i funktsional'nogo riskov slozhnykh tekhnicheskikh sistem / N.D. Rudnichenko, V.V. Vychuzhanin // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (67), 18-22 [in Russian].

3. Terenchuk, S. A. (2016). Otsinyuvannya tekhnichnoho stanu budivel'nykh konstruksiy na osnovi nechitkoho vyvedennya / S.A. Terenchuk, B.M. Yeremenko, A.O. Pashko // *Budivel'ne vyrobnytstvo*, 61/2016, 23-31 [in Ukrainian].

4. Sarycheva L.V. Objective Cluster

Analysis of Data Based on GMDH // Journal of Automation and Information Sciences, 40/4. 2008. P. 28-48 [in English].

5. Pereyidenko A. V. (2010). Doslidzhennya alhorytmiv provedennya klasternoho analizu dlya vyrishennya zadach neruynivnoho kontrolyu / A.V. Pereyidenko, V.S. Yeremenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1/5 (43), 40-43. [in Ukrainian].

6. Hammah, R. (2010). Fuzzy cluster algorithm for the automatic identification of joint sets / R. Hammah, J. Curran // International Journal of Rock Mechanics and Mining Science. 35, Issue 7, 889-905. doi: 10.1016/s0148-9062(98)00011-4/ [in English].

7. Yeremenko V. S. (2012). Zastosuvannya neyromerezhevykh tekhnolohiy u systemakh neruynivnoho kontrolyu / V.S. Yeremenko, A.V. Pereyidenko, O.V. Monchenko // Tekhnicheskaya dyahnostyka u nerazrushayushchyy kontrol', 1, 35-41 [in Ukrainian].

8. Yeremenko B. M. (2015). Modelyuvannya intelektual'noyi systemy dlya diahnostryky tekhnichnoho stanu ob'yektiv budivnytstva. Tekhnolohichnyy audyt ta rezervy vyrobnytstva, 1/2 (21), 44-48. [in Ukrainian].

9. Borodavka YE. V. (2010). Model' rozshyryuvanoyi systemy avtomatyzatsiyi zhyttyevoho tsyklu budivel'noho ob'yekta. Management of complex systems. Kyiv, Ukraine: 4, 69-71. [in Ukrainian].

10. Mikhaylenko V. M. (2014). Obrobka eksperymental'nykh rezul'tativ roboty ekspertnoyi systemy dlya zadachi diahnostryky tekhnichnoho stanu budivel' / V.M. Mikhaylenko, O.O. Terent'yev, B.M. Yeremenko // Stroytel'stvo, materialovedenye, mashynostroenye, 78, 190-195 [in Ukrainian].

11. Terenchuk S. Implementation of Intelligent Information Technology for the Assessment of Technology for Condition of Building Structures in the Process of Diagnosis / S. Terenchuk, B. Yeremenko, T. Sorotuyk // Eastern European Journal of Enterprise Technologies, Vol. 5/3(83), P. – 30-39. [in English].

12. Khalymon, A.YU. & Baklan, I.V. (2016). Stvorennaya efektyvnoyi protsedury lnhvistychnoho modelyuvannya dlya prohnozuvannya protsesiv riznoyi struktury Informatyka ta obchyslyuval'na tekhnika, Kyiv, Ukraine : NTUU KPI. [in Ukrainian].

АННОТАЦИЯ

Предложена экспертная система оценивания технического состояния строительных конструкций. На основе анализа искусственных нейронных сетей, которые находят применение в системах диагностики и неразрушающего контроля металлоконструкций и изделий из композитных материалов, построена инфология оценивания технического состояния железобетонных конструкций и определены задачи, решение которых допускает применение нейросетей разной архитектуры. Показаны перспективы использования системы на различных этапах жизненного цикла строительного объекта.

Ключевые слова: инфология оценивания, искусственная нейронная сеть, кластерный анализ, железобетонная конструкция, техническое состояние.

ANNOTATION

The main purpose of research is to implement a process of assessing the technical state of structural defects and injuries automated systems. The article shows the expert system, the functioning of which involves the use of artificial neural networks. To formalize the expertise offered to use models and methods of fuzzy mathematics. Based on the analysis of algorithms and networks that are used in automated systems of diagnostics and nondestructive testing of metal structures and composite materials based on conceptual evaluation of the technical state of reinforced concrete structures. Detected problem solving are able to network different pieces of architecture, and show prospects of the system at different life stages of construction.

Keywords: reinforced concrete structure, appraisal concept, cluster analysis, technical condition, artificial neural network.

УДК 69.059.7: 65.011.4: 69.003.13:

*Постернак И. М., к.т.н., доц.,
ОДАБА, м. Одесса
Постернак С. А., к.т.н., доц.,
ЧП «Композит», г. Одесса*

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ФУНКЦИИ
КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ
КОМПЛЕКСА ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ
ЭНЕРГОРЕКОНСТРУКЦИИ**

Любой общий процесс управления недвижимым объектом исторической застройки состоит из управления отдельными взаимосвязанными процессами. Общепринятым способом их динамического отображения является календарный план, позволяющий с определенной периодичностью повторять общие функции управления в комплексном процессе управления. Выполнена оценка качества управляемых процессов "КНТК ГЭРек", как моделирование функции календарного планирования и управления. Представленная модель оценки качества управления является эффективной, так как позволяет динамически оценивать результат управленческой деятельности и по этой динамике формировать достаточно детальные прогнозы развития управляемого процесса.

Ключевые слова: оценка качества управления, календарное планирование, корпоративный научно-технический комплекс градостроительной энергопередачи, здания исторической застройки.

Введение. Субъекты хозяйствования современной изменяющейся экономики представляют собой сложные нелинейные структуры, императивом существования которых является перманентная трансформация вследствие воздействия внешних и внутренних факторов. Постоянная трансформация становится и условием устойчивого развития экономической системы в целом.

Любой общий процесс управления недвижимым объектом исторической застройки состоит из управления отдельными

взаимосвязанными процессами: организационными, трудовыми, информационными и др. Общепринятым способом их динамического отображения является календарный план, для формирования которого используют компьютерные программы управления проектами. Для реализации функции контроля предназначены массивы данных по фактическому выполнению работ. На основании контроля фактического состояния выполнения работ формируются регулирующие воздействия, заключающиеся в соответствующем переформировании календарного плана (закон единства анализа и синтеза). Таким образом, помимо того, что календарный план отражает динамику выполнения работ, он сам является динамически перестраиваемой структурой. Это позволяет с определенной периодичностью (день, неделя, месяц), т.е. циклически, повторять общие функции управления в комплексном процессе управления [1-4].

Цель исследования. Выполнить оценку качества управляемых процессов корпоративного научно-технического комплекса градостроительной энергопередачи "КНТК ГЭРек" при реконструкции квартала исторической застройки Одессы.

Результаты. Рассмотрим моделирование функции календарного планирования и управления на примере условного календарного графика, представленного на рис. 1 под названием «Реконструкция квартала исторической застройки Одессы».

Несмотря на то, что календарный план является динамически развивающейся системой, два его события определяются как инварианты этой системы – это общее начало базового плана и его общее окончание. Обычно при календарном планировании общее начало базового плана задается директивно, а общее окончание базисного плана определяется суммированием общего начала и нормативно-директивной продолжительности реконструкции. Как правило, фактическое начало реконструкции совпадает с планируемым началом, а фактическое окончание реконструкции зависит от фактического выполнения всех его работ и в общем случае показывает отклонение от

поставленной цели. Следовательно, оптимальное управление должно быть построено так, чтобы минимизировать это отклонение. В системах управления проектами принято, что работы, не имеющие длительности и представляющие собой только результат свершения некоторого события, называются вехами. В соответствии с этим на рис. 1 базовое начало и окончание строительства отображены соответствующими вехами, обозначенными треугольниками.

Между началом и окончанием реконструкции запланировано выполнение следующих работ (табл.1).

Согласно представленному примеру все перечисленные работы выполняются последовательно. При отображении линейного календарного графика «Реконструкция квартала исторической застройки Одессы» (рис. 1) используются следующие графические средства представления работ по шкале времени: для отображения работы по базовому (эталонному) календарному плану используется нижний заштрихованный прямоугольник; для отображения текущего состояния работы используется верхний не заштрихованный прямоугольник; для отображения выполненных частей работ используется черная затушевка части текущего состояния работы.

Рассмотрим фактическое состояние реконструкции на текущую дату – 15.11.2017 г. Из эталонного календарного плана следует, что на эту дату должна быть полностью выполнена 1-я работа (получение разрешений и составление задания на проектирование) и на 50%

должна быть выполнена 2-я работа (разработка ПТД). Фактически же на эту дату, выполнено 100% 1-й работы и только 40% объема 2-й работы. Так как израсходовано 50% времени на выполнение 40% объема работы, то следует ожидать, что запланированная длительность работы в 90 дней увеличится до 113 дней. Это приведет к соответствующему смещению всех сроков последующих работ и задержке общего окончания строительства на 23 дня. Таким образом, реализация функции контроля позволяет не только фиксировать фактическое состояние выполнения любой работы, но и формировать прогноз по ее дальнейшему выполнению.

Естественно, что задержка окончаний всех последующих работ приведет к задержке общего окончания реконструкции, она должна рассматриваться как отрицательное явление. Поэтому управленец, принимающий решение, должен сформировать такое регулирующее воздействие на систему, которое бы минимизировало негативные последствия, связанные с несвоевременным выполнением проектных работ. Представляем одно из возможных решений, заключающееся в следующем: увеличиваем разработку проектно-технологической документации до 113 дней; вводим в связь с последующей работой (общая организационно-технологическая подготовка) с отрицательным лагом времени -23 дня, что даст возможность параллельного выполнения обеих работ в течение 23 дней; пересчитываем календарный план и получаем расписание работ, показанное на рис. 1,Б.

Таблица 1

Перечень и продолжительность видов работ к календарному плану

№ п/п	Наименование работ	Продолжительность, дни
1	Общее начало базового плана	01.08.2017
2	Получение разрешений и составление задания на проектирование	60
3	Разработка проектно-технологической документации (ПТД)	90
4	Общая организационно-технологическая подготовка	30
5	Подготовка к реконструкции объектов	30
6	Реконструкция (выполнение строительно-монтажных работ)	235
7	Принятие в эксплуатацию реконструированных объектов	5
8	Общее окончание базового плана	30.10.2018

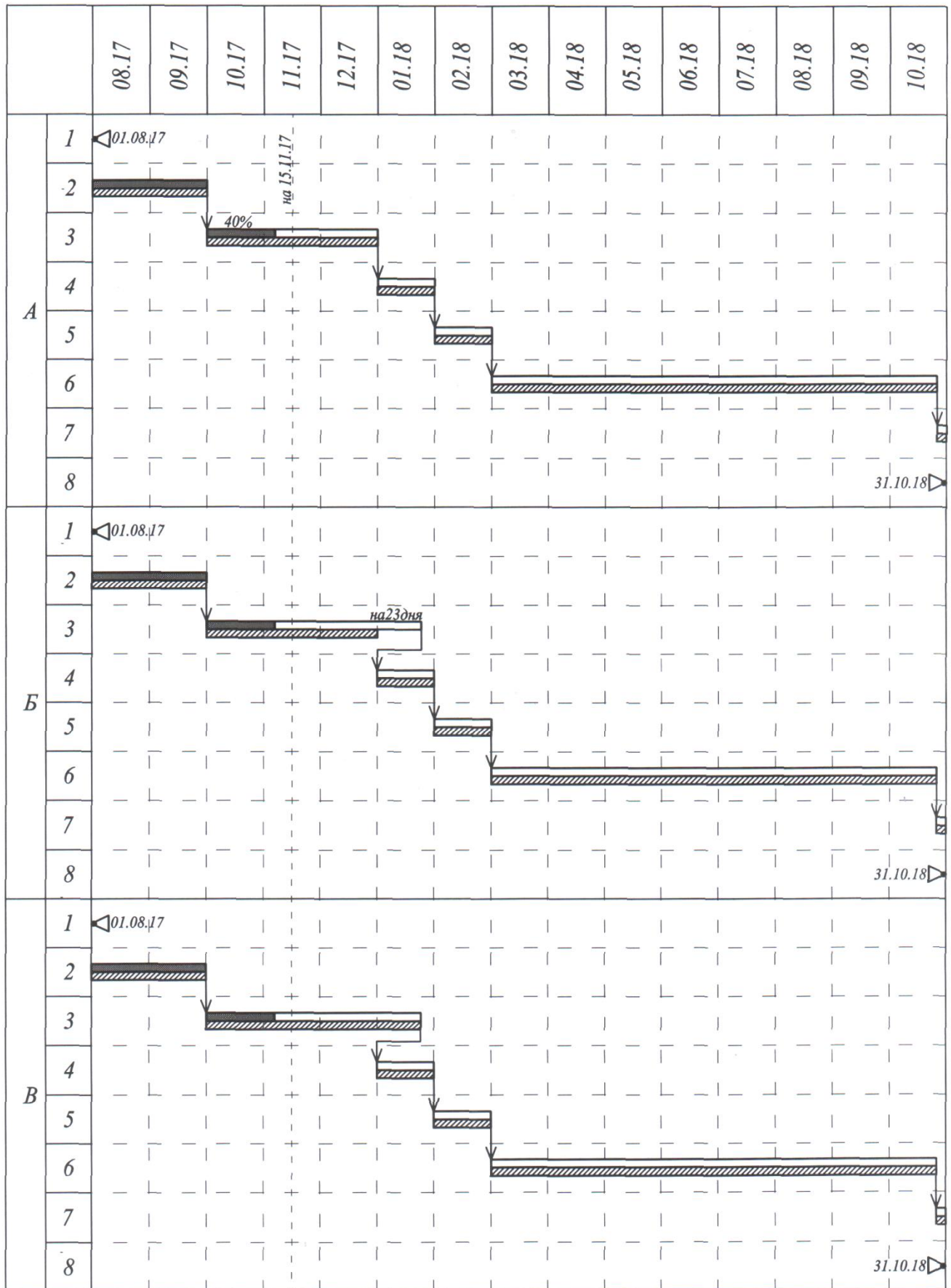


Рис. 1. Линейный календарный график «Реконструкция квартала исторической застройки Одессы»: А – базовый; Б – с учетом регулирующей корректировки; В – новый базовый после 1-й итерации

Для реализации предлагаемого регулирующего воздействия необходимо применить административный метод управления, суть которого сводится к тому, что срок начала общей организационно-технологической подготовки остается прежним. Введенное корректирующее воздействие позволило по-новому организовать достижение основной цели, и характеризуется тем, что новый календарный план отличается от первоначального плана (рис. 1,В).

Выводы. Выполнена оценка качества управляемых процессов, как моделирование функции календарного планирования и управления. Представленная модель оценки качества управления является эффективной, так как позволяет динамически оценивать результат управленческой деятельности и по этой динамике формировать достаточно детальные прогнозы развития управляемого процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Posternak I. M., Posternak S. A. Corporate scientific and technical complex town-planning power reconstruction "CSTC T-PPR" Odessas. *The development of international competitiveness: state, region, enterprise: materials of the International scientific conference*, Lisbon, Portugal, December 16, 2016; Nova university and Nova school of business and economics. Lisbon: Baltija publishing, 2016. Part II. Vol. 1. Business economics and corporate management: innovation problem. P. 6–8.

2. Постернак И. М., Постернак С. А. Сохранение объектов культурного наследия Одессы с учетом энергоменеджмента. *Збереження історичної забудови центру Одеси шляхом включення до основного списку Всесвітньої спадщини ЮНЕСКО: матеріали III і IV Міжн. наук.-практ. конф.*, м. Одеса 2–4.12.2015р. та 15–16.12.2016р., Одеса: Астропринт, 2016. С. 220–223.

3. Постернак І. М., Постернак С. О. Корпоративний науково-технічний комплекс містобудівної енергореконструкції КНТК МЕРек: витоки. *Scientific horizons – 2016: materials of the XII International scientific and*

practical conference, September 30 – October 7, 2016. Sheffield: Science and education LTD, 2016. Volume 1. Economic science. P. 26–29.

4. Постернак И. М., Постернак С. А. Организационная структура «КНТК ГЭРек» для реконструкции зданий исторической застройки Одессы с позиции комплексности. *Проблеми та перспективи розвитку будівельного комплексу м. Одеси: тези доповідей науково-практичної конференції*, м. Одеса, 22–24 вересня 2016 р. Одеса: ОДАБА, 2016. С. 52.

REFERENCES:

1. Posternak I. M., Posternak S. A. (2016). Corporate scientific and technical complex town-planning power reconstruction "CSTC T-PPR" Odessas. *The development of international competitiveness: state, region, enterprise: materials of the International scientific conference*. Lisbon, Portugal: Baltija publishing. Part II. Volume 1. Business economics and corporate management: innovation problem. pp. 6–8.

2. Posternak, I. M., & Posternak, S. A. (2016). Sohranenie ob'ektov kulturnogo naslediya Odessyi s uchetom energomenedzhmenta [Preservation objects of a cultural heritage of Odessa with the account power management]. *Preservation of historic buildings in the central part of Odessa via inscribing in the UNESCO world heritage list* (pp. 220–223). Odessa: Astroprint [in Russian].

3. Posternak, I. M., & Posternak, S. O. (2016). Korporativnij naukovo-tehnichnij kompleks mistobudivnoї energorekonstrukcii KNTK MERek: vitoki [Corporate scientific and technical complex town-planning power reconstruction CSTC T-PPR: sources]. In *Scientific horizons – 2016* (Vol. 1, pp. 26–29). Sheffield: Science and education LTD [in Ukrainian].

4. Posternak, I.M., & Posternak, S.A. (2016). Organizatsionnaya struktura «KNTK GERek» dlya rekonstruktsii zdaniy istoricheskoy zastroyki Odessy s pozitsii kompleksnosti. [Organizational structure «CSTC T-PPR» for reconstruction historical building of Odessa from an integrated approach position]. *Problemy ta perspektyvy rozvytku budivel'noho kompleksu m. Odesy: naukovo-praktychna konferentsiya – Scientifically-practical*

conference «Problems and prospects development a building complex of Odessa». (p.52) Odesa: ODABA [in Russian].

АНОТАЦІЯ

Будь-який загальний процес управління нерухомим об'єктом історичної забудови складається з управління окремими взаємозалежними процесами. Загально-прийнятим способом їхнього динамічного відображення є календарний план, що дозволяє з певною періодичністю повторювати загальні функції управління в комплексному процесі управління. Виконана оцінка якості керованих процесів "КНТК МЕРек", як моделювання функції календарного планування й управління. Представлена модель оцінки якості управління є ефективною, тому що дозволяє динамічно оцінювати результат управлінської діяльності й за цією динамікою формувати досить детальні прогнози розвитку керованого процесу.

Ключові слова: оцінка якості управління; календарне планування; корпоративний науково-технічний комплекс містобудівної енергореконструкції, будівлі історичної забудови.

ANNOTATION

Any general managerial process by immovable object of historical building consists of management of the separate interconnected processes. The standard way of their dynamic display is the planned schedule allowing with certain periodicity to repeat the general functions of management in complex managerial process. The estimation of quality of operated processes "CSTC T-PPR", as modeling of function of scheduling and management is executed. The presented model of an estimation of quality of management is effective as allows to estimate dynamically result of administrative activity and on this dynamics to form detailed enough forecasts of development of operated process.

Keywords: an estimation of quality of management, scheduling, a corporate scientific and technical complex town-planning power reconstruction, buildings of historical building.

УДК 691.32:620.17

Юрко І.А., к.т.н., доц., Черніков В.О., ПолтНТУ, м. Полтава, Крупченко В.А., к.т.н., с.н.с, Юрко П.А., к.т.н., с.н.с, ДНДІБК, м. Київ

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ БЕТОНУ МЕХАНІЧНИМИ МЕТОДАМИ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

Наведені результати експериментальних досліджень міцності бетону механічними методами неруйнівного контролю. Порівняно значення міцності, отримані при випробуванні неруйнівними методами і руйнівними для різних класів бетону. Проаналізовано вплив віку бетону на похибку визначення міцності приладами неруйнівного контролю

Ключові слова: неруйнівний контроль, міцність, бетон, метод пластичної деформації, ударно-імпульсний метод

Постановка проблеми. Контролювати якість будівельних матеріалів, виробів та конструкцій можна двома способами. Перший із них пов'язаний з виявленням межі несучої здатності об'єкта, після якої досліджувані конструкції остаточно руйнуються. Цей спосіб ефективний і необхідний під час стандартних випробувань зразків, дослідженні моделей конструкцій та їх фрагментів. Що стосується реальних об'єктів, то руйнування їх з метою виявлення межі несучих властивостей економічно невиправдано.

У роботі використані найбільш розповсюджені методи непрямого контролю міцності бетону. Так, перший ударно-імпульсний, який полягає в реєстрації енергії удару, що виникає в момент зіткнення бойка з поверхнею бетону. Другий пластичної деформації, котрий заснований на наявності зав'язків між міцністю бетону і величиною непрямого показника – відношення діаметрів відбитків, залишених при ударі молотком на бетоні і еталонному стрижні [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вибору методів і покращенню точності приладів оцінки міцності бетону конструкцій існуючих будівель та споруд приділяється активна увага, про що свідчить чимала кількість публікацій за останнє десятиліття. Проблема виникає не тільки у виборі приладу випробувань, але й у його налаштуванні.

Так, у роботах [2, 3] А.В. Улибіна порівняні механічні методи: ударного відскоку (Beton Condrol), ударного імпульсу (прилад ИПС-МГ4), метод відриву зі сколюванням (ПОС-50 МГ4). Автором відмічені значні недоліки поверхневих методів неруйнівного контролю, пов'язані з необхідністю встановлення градуїованих залежностей і впливом багатьох факторів, які викривляють результат. Про похибку вимірювання до 50 % за умови використання неруйнівних методів контролю міцності без встановлення приватної градуїованої залежності іде мова у [4, 5].

А.В. Букін, А.Н. Патраков [6] у своїй роботі проаналізували причини розходження випробувань неруйнівними і руйнівними методами та встановили поправочні коефіцієнти для коригування базових градуїовальних залежностей міцності бетону для приладів ОМШ-1 ВК 15.00.000 ПС, ИПС-МГ4 та гідропреса Онікс-ОС. Крім того, авторами відмічено зростання різниці між дійсним значенням міцності та значенням, отриманим при випробуванні неруйнівними методами при збільшенні класу бетону досліджуваного зразка.

Загалом про проблеми: недоліки в нормуванні неруйнівних методів контролю і оцінки міцності бетону; неприпустимість використання для оцінки міцності бетону приладів неруйнівного контролю, потреба в постійних коригуваннях градуїованих залежностей; відсутність системи сертифікації фахівців, які здійснюють неруйнівний контроль міцності бетону присвячена робота В.А. Клевцова, М.Г. Коревіцкої [7].

Формулювання цілі статті. Метою досліджень була оцінка якості неруйнівних

методів контролю міцності важких бетонів класів С8/10 – С32/40 шляхом виготовлення стандартних зразків кубиків та їх випробування методом пластичної деформації (еталонний молоток Кашкарова) та ударно-імпульсним (Онікс 2.5); порівняння отриманих результатів із даними, отриманими за руйнівним способом.

Виклад основного матеріалу. У роботі використовували цементи ПЦ І-500 Н для класів С32/40 та для класів з нижчою міцністю ПЦ ІІ/Б-Ш-400. Як дрібний заповнювач у роботі використаний Полтавський річковий пісок з модулем крупності 1, насипною густиною 1400 кг/м³; як крупний – суміш щебеню крупністю 1,25 – 10 мм, насипною густиною 1290 кг/м³. Як добавка використаний суперпластифікатор Fluid Premia 196.

Планування дослідів та розрахунків складу бетону здійснювався розрахунково-експериментальним шляхом за [8, 9]. Вибір класів бетону здійснювався з міркувань раціонального використання неруйнівних методів досліджень будівельних матеріалів за [1]. Всього виготовлено і випробувано 40 зразків кубиків найпоширеніших у будівництві класів важкого бетону С8/10, С16/20, С25/30, С32/40. Для отримання більш широких даних по міцності бетону випробування проводились у віці 3, 7, 14 і 28 діб. У процесі виготовлення контролювалась рухливість бетонної суміші.

На кожному етапі вимірювалися геометричні розміри зразків з точністю до 0,1 мм і маса. Далі визначалась міцність за допомогою приладу Онікс 2.5 та еталонного молотка Кашкарова. Далі зразки випробувались на гідравлічному пресі.

Для порівняльного аналізу побудовані залежності (рис. 1 – 4) значення міцності бетону від термінів твердіння для різних класів, випробуваних за різними методиками. Клас бетону приймаємо виходячи із середнього значення фактичної міцності бетону, випробуваної на пресі. Бачимо, що значення міцності, визначеної за Оніксом і пресом у різному віці змінюються за логарифмічною залежністю.

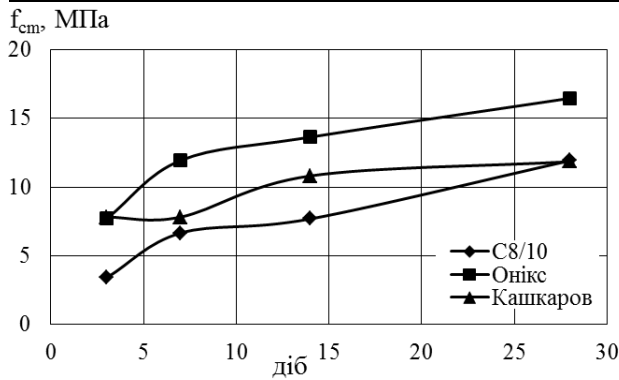


Рис. 1 Порівняльні графіки для важкого бетону класу C8/10:

◆ C8/10 – крива побудована за результатами випробування міцності на стиск руйнівним методом; ■ Онікс – крива побудована за результатами випробування міцності на стиск приладом Онікс 2.5; ▲ Кашкаров – крива побудована за результатами випробування міцності на стиск еталонним молотком Кашкарова

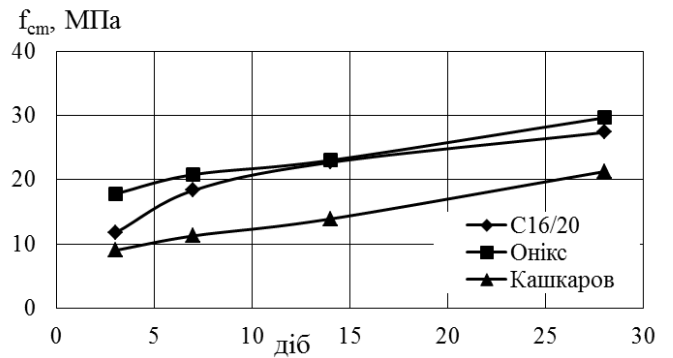


Рис. 2 Порівняльні графіки для важкого бетону класу C16/20

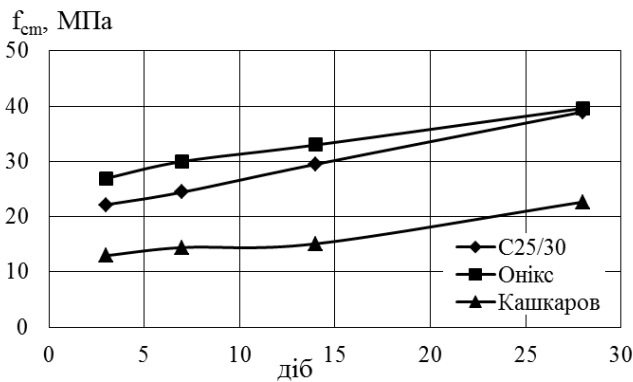


Рис. 3 Порівняльні графіки для важкого бетону класу C25/30

Результати, отримані за еталонним молотком Кашкарова лише при класі бетону C8/10, мають непогану збіжність з фактичною міцністю. Визначення міцності бетону у віці 3, 7, 14 діб мають значні відхилення від реальних значень, що говорить про необхідність встановлення уточненої градуированої залежності для конкретного виду матеріалу.

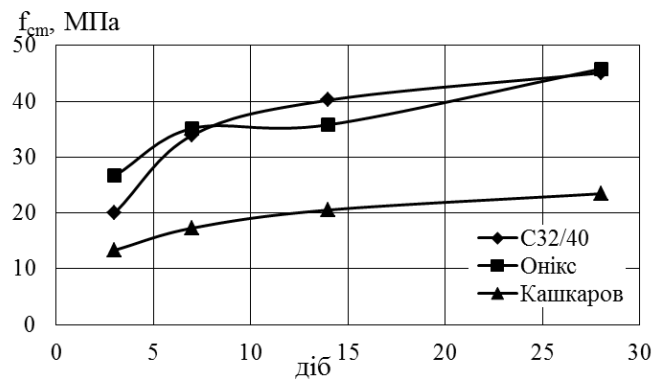


Рис. 4 Порівняльні графіки для важкого бетону класу C32/40

Крім того, побудована порівняльна таблиця 1 значень міцності, визначеної руйнівним методом і неруйнівними у віці 28 діб у %. Найменшу похибку з фактичною міцністю мають дані, отримані по Оніксу, починаючи з класу бетону C25/30, але ці значення є завищеними, що є негативним.

Таблиця 1

Порівняльна таблиця міцності, визначеної руйнівним методом і неруйнівним у віці 28 діб, %

Метод визначення	Клас бетону			
	C8/10	C16/20	C25/30	C32/45
	Відхилення середнього значення міцності при стиску, випробуваного неруйнівними методом по відношенню до руйнівного, %			
Еталонний молоток Кашкарова	-0,62	-22,24	-41,82	-47,97
Прилад Онікс 2.5	34,82	7,15	1,49	2,90

За результатами виконаних досліджень можна зробити **ВИСНОВКИ**:

1. Метод пластичної деформації має найкращу збіжність результатів лише при класі бетону С8/10.

2. У віці 3,7, 14 діб метод ударного імпульсу має значне відхилення від фактичної міцності і становить від 15 до 30%.

3. Метод ударного імпульсу має найкращу збіжність при класах бетону вище С25/30 і становить менше 2% у віці 28 діб.

4. Дослідження, проведені в лабораторних умовах, дають можливість говорити про однорідність структури бетону, а отже і однакову міцність бетону по висоті перерізу, чого не можна сказати про структуру бетону будівлі чи споруди, котра експлуатується значний час. Тому дане питання потребує більш детального вивчення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. Будівельні матеріали: ДСТУ Б В.2.7-220-2009. – [Чинний від 2009-12-22]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 20 с. – (Національні стандарти України).

2. Улыбин, А. В. Определение прочности бетона при обследовании зданий и сооружений / А.В. Улыбин, С.Д. Федотов, Д.С. Тарасова // Мир строительства и надежности. – 2012. – №45. – С. 2 – 5.

3. Улыбин, А.В. О выборе методов контроля прочности бетона построенных сооружений / А.В. Улыбин// Инженерно-строительный журнал. –2011. – №4 (22). – С. 10 – 15

4. Джонс, Р. Неразрушающие методы испытаний бетонов / Р. Джонс, И. Фэкзоару. – М.: Стройиздат, 1974. – 292 с.

5. Штенгель, В.Г. Общие проблемы технического обследования неметаллических строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений / В.Г. Штенгель // Инженерно-строительный журнал. – 2010. –№7(17). – С. 4 – 9.

6. Букин, А.В. Определение прочности бетона методами разрушающего и неразрушающего контроля / А.В. Букин, А.Н. Патраков // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2010. – №1. – С. 89 – 94.

7. Клевцов, В.А. Об организационно-технических проблемах НК прочности бетона/ В.А. Клевцов, М.Г. Коревицкая// В мире НК. – 2002. – № 2(16). – С.16 – 17.

8. Бетони. Правила контролю міцності. Бетон: ДСТУ Б В.2.7-224-2009. – [Чинний від 2009-12-22]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 23 с. – (Національні стандарти України).

9. Правила підбору складу. Бетон: ДСТУ Б В.2.7-215~2009. . – [Чинний від 2009-12-22]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 14 с. – (Національні стандарти України).

REFERENCES:

1. Vyznachennya mitsnosti mekhanichnymy metodamy neruynivnoho kontrolyu. Budivel'ni materialy [Determination of strength mechanical methods of nondestructive testing. Building materials]. DSTU B V.2.7-220-2009 from 22th December 2009. Kyiv: Minrehionbud Ukraine [in Ukraine].

2. Ulybin, A. (2012). Determination of concrete strength in the inspection of buildings and structures / A. Ulybin, S. Fedotov, D. Tarasova // Journal. The world of construction and reliability, Saint-Petersburg, Russia: 45, 2 – 5.

3. Ulybin, A. (2011) About a choice of methods of the control of concrete strength of the constructed constructions. Engineering and construction magazine, Saint-Petersburg, Russia: 4(22), 10 – 15.

4. Jones, R., & Fackeau I. (1974) Nondestructive Test Methods for Concrete. Moscow, Russia: Stroyizdat, 292.

5. Shtengel, V. (2010) Common problems of technical inspection of non-metallic building structures exploited buildings. Engineering and construction magazine, Moskov, Russia: 7(17), 4 – 9.

6. Bukin, A. (2010) Determination of

concrete strength by methods of destructive and non-destructive testing / A. Bukin, A. Patrakov // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University, Permian, Russia: 1, 89 – 94.

7. Klevtsov, V. (2002) On the organizational and technical problems of NK concrete strength / V. Klevtsov, M. Korevitskaya // Journal. In the world of NK, Moskov, Russia: 2(16), 16 – 17.

8. Betony pravyla kontrolyu mitsnosti. Beton [Concrete strength control rules. Concrete]. DSTU B V.2.7-224-2009 from 22th December 2009. Kyiv: Minrehionbud Ukraine [in Ukraine].

9. Pravyla pidboru skladu. Beton [Selection of the Regulations. Concrete]. DSTU B V.2.7-215-2009 from 22th December 2009. Kyiv: Minrehionbud Ukraine [in Ukraine].

Vyznachennya mitsnosti mekhanichnymy metodamy neruynivnoho kontrolyu. Budivel'ni materialy [Determination of strength mechanical methods of nondestructive testing. Building materials]. DSTU B V.2.7-220-2009 from 22th December 2009. Kyiv: Minrehionbud Ukraine [in Ukraine].

АННОТАЦИЯ

Приведены результаты экспериментальных исследований прочности бетона механическими методами неразрушающего контроля. Сравнены значения прочности, полученные при испытании неразрушающими методами и разрушающими для различных классов бетона. Проанализировано влияние возраста бетона на погрешность определения прочности приборами неразрушающего контроля

Ключевые слова: неразрушающий контроль, прочность, бетон, метод пластической деформации, ударно-импульсный метод.

ANNOTATION

The study used the most common methods of indirect control of concrete strength.

Thus, the first shock pulse that is registering the impact energy that occurs at the time of a collision with striker concrete surface.

Second plastic deformation, which is based on the presence of ties between concrete strength and size indirect indicator - the ratio of diameters prints left behind when struck with a hammer on concrete and rod

The authors investigated the non-destructive methods to control the strength of heavy concrete class C8/10 – C32/40, by making standard samples cubes and testing plastic deformation (a standard hammer Kashkarov) and shock-pulse (Onyx 2.5) and compared the obtained results with data obtained by destructive way.

Found that the plastic deformation has the best convergence results only when concrete class C8/10. Determination of concrete strength at 3, 7, 14 days are significant deviations from the actual values. This suggests the need for a graduated depending refined for a specific type of material.

Established that at the age of 3, 7, 14 days the shock pulse method has considerable deviation of the actual strength ranging from 15 to 30%. The best method for shock pulse convergence is by the concrete classes higher than C25/30 and less than 2% at 28 days

Keywords: non-destructive testing, strength, concrete, plastic deformation method, shock-pulse method.

УДК 550.344.094.5

Данелюк В.И., к.т.н., доц.,
ОГАСА, г. Одесса, Украина
Каушнян В.В., преп., Бендерский
политехнический филиал ПГУ
им. Т.Г. Шевченко, г. Бендеры, Молдова,
Кизима В.В., преп., Бендерский
политехнический филиал ПГУ
им. Т.Г. Шевченко, г. Бендеры, Молдова

ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВ РАЗРУШИТЕЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН В ПРЕДЕЛАХ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ ДНЕСТРА

Работа отражает исследование катастрофических последствий землетрясений XX столетия на территории Приднестровского региона; Закономерности размещения очагов землетрясения и распространение сейсмической волны: изучения воздействия типичных для региона видов сотрясений на здания и несущие грунты. Детальный анализ такого воздействия необходим для того, чтобы строительные конструкции и сооружения Приднестровского региона могли эффективно противостоять разрушительной силе подземных ударов.

Ключевые слова: сейсмоактивная территория, сила толчка и виды сотрясений, реактивная способность грунтов, качество проектирования и строительства в условиях высокой сейсмичности, режим эксплуатации зданий.

Постановка проблемы. Актуальной проблемой для территории Приднестровского региона является строительство и эксплуатация зданий в условиях высокой сейсмичности.

При анализе тектонической карты региона, выявляются, серии разломов, идущих в различных направлениях и делящих его территорию на неодинаковые по размерам тектонические структуры.

Многие из них в течение четвертичного периода подвергались и продолжают подвергаться колебанием различных амплитуд и направлений.

Так, в пределах территории нашей республики наиболее интенсивные процессы поднятия отмечены в структуре основания возвышенности Кодр, а процессы опускания – в структуре нижнего течения реки Днестр. Такие движения вызывают местами слабые землетрясения до 2-3 баллов. Однако в регионе имели место и сильные землетрясения, например в 1934, 1940, 1977, 1986 г.г., вызванные более активными и интенсивными движениями земной коры молодых складчатых гор Карпат.

Доля тяжелых сейсмических катастроф при мощнейших землетрясениях XX ст. составляет: для землетрясений с магнитудой 8 и более около 60%, при магнитуде 7,5-7,9 она падает до 22%, а при магнитуде 7-7,4 составляет всего 13% [1].

Для юго-восточного региона Молдавии максимальная магнитуда колебания земной коры составляет 7-8 баллов. В историю сейсмологии вошло одно из сильнейших землетрясений, произошедшее 4 марта 1977 г. с эпицентром в Карпатских горах. Волна землетрясения тогда разбежалась по всей Европе, дойдя до линии Ленинград (нынешний Санкт-Петербург) – Ярославль, где его зарегистрировали сейсмические приборы. Наибольший 8-балльный эффект был отмечен в узкой припрутской части Молдавии в районе города Леово. 7-бальная изосейста охватила район к юго-западу от линии Унгены – Кишинев - Бендеры - Чадыр-Лунга - Измаил. Пятна 9-бальных можно было встретить к югу от Бухареста. В столице Румынии были зарегистрированы серьезные разрушения и жертвы.

Итак, можно сделать два вывода:

-закономерности размещения очагов землетрясения и распространение сейсмической волны на поверхности земли очень причудливы;

-гибель людей при землетрясениях связана в первую очередь с разрушениями

зданий. Второй вывод послужил основой развития сейсмостойкого строительства на нашей территории. В настоящей статье мы коснемся проблемы разрушительного воздействия землетрясений. Детальный анализ такого воздействия необходим для того, чтобы наши здания могли эффективно противостоять разрушительной силе подземных ударов.

Цель работы: Раскрыть сущность проблемы применения метода сейсмического микрорайонирования, который не в состоянии обеспечить в полной мере получение необходимой информации о сейсмических условиях строительных площадок и их изменении при эксплуатации зданий и сооружений. Поэтому предлагаем при анализе сейсмических рисков учитывать совокупность всех возможных условий, которые могли бы привести к катастрофическим разрушениям.

Основной материал. Качество карт сейсмического микрорайонирования, на основании которых определяется сейсмичность строительных площадок, зависит как от полноты и достоверности исходной сейсмологической информации, полученной при общем и детальном сейсмическом районировании, так и от результатов специальных геолого-геофизических исследований, выполняемых при сейсмическом микрорайонировании. В хаосе разрушений можно выделить три основных типа взаимодействия здания и сейсмических волн. Преобладающее действие одного из них связано со способом закрепления здания в грунте, т.е. с типом его фундамента и, главное, с различием прочностных свойств грунта и сооружения.

Первый тип повреждения угрожает прочному зданию на относительно слабом грунте. В этом случае причиной разрушения является в основном необратимое смещение грунта. По существу, эти процессы аналогичны просадкам и оползням, только здесь эти явления вызваны тем, что нагруженный грунт теряет прочность под быстрым

воздействиям сейсмических колебаний.

В особых случаях грунты, которые характерны для нашей территории (влажный песок, сухой и прочный на вид лёсс), под действием вибраций приобретают свойства жидкости, текут. Иными словами, происходит временное ожидение грунта, и он просто вытекает из-под сооружения и деформация неизбежна.

В случае неравномерной просадки грунта при землетрясении часть фундамента может резко опуститься и как следствие здание рухнет.

Грамотно проведенные инженерно-геологические изыскания и разумное строительство в состоянии предотвратить разрушения. Для этого важно заложить глубокие, хорошо сконструированные фундаменты.

Второй тип повреждения возникает в случае, когда грунт прочен, а эпицентр землетрясения очень близок. Для нас это актуально, так как ближайшие эпицентры находятся в области изгиба Карпатской дуги.

Первые вступления сейсмических волн бывают короткопериодными, с быстро возрастающей амплитудой. Сейсмическое ускорение нарастает почти мгновенно, но грунты у поверхности земли выдерживают это нарастание, переносят его, и в момент прихода волны к зданию фундамент вместе с грунтом смещается так быстро, что в опорах первого этажа возникают невыносимые усилия. Если эти усилия направлены горизонтально, опоры как бы срезаются и верхние этажи всей тяжестью падают вниз. При вертикальном воздействии такие здания, разрушаясь, раздавливают и погребают нижние этажи. В этом случае при строительстве важно учитывать прочность всех элементов зданий с возможностью возникновения вертикальных нагрузок. Именно поэтому нельзя наращивать крыши в зданиях, где это технически не предусмотрено.

Третий, наиболее распространенный тип сейсмического воздействия. Заметим, что именно этот тип разрушения зданий чаще всего проявляется в условиях Молдавии. Он связан с тем, что колебания

грунта длятся достаточно долго, сейсмическая энергия как бы втекает через фундамент в здание, отражается от его вершины и возвращается назад. Но здание – это не абсолютно жесткая конструкция. Во время землетрясения здание подвержено различным формам колебания: перекося, кручение, изгиб. Каждое здание напоминает упругий стержень, зажатый в основании, при изгибах которого возможны различные колебания. У каждой формы свой период, а если у здания есть некоторый набор периодов, то эту систему можно характеризовать спектром собственных колебаний. Когда фундамент такого здания начал колебаться от прохождения сейсмической волны, все зависит от того, насколько спектр сейсмических колебаний близок к спектру собственных колебаний здания. И если оказывается, что в этих спектрах какие-то периоды близки или равны, наступает резонанс. Здание начинает раскачиваться в такт колебаний грунта. Амплитуда колебаний увеличивается, зданию не хватает гибкости, рвутся узлы конструкций, трещины пронизывают несущие стены и здание рушится [5].

Результаты исследований.

Сравнивая фактическую карту изосейст землетрясения 4 марта 1977 года с другими карпатскими землетрясениями, можно отметить некоторые различия между картой этого землетрясения и нормативной картой сейсмического районирования. Первое отличие заключается в том, что его сила в большинстве пунктов ниже, чем на карте районирования. Объяснить такую разницу можно двумя объективными причинами: во-первых, это землетрясение не было максимально возможным, на которое рассчитана нормативная карта (оно было на 0,2-0,3 единицы магнитуды меньше ожидаемой магнитуды 7,5); во-вторых, каждое землетрясение имеет свои индивидуальные черты проявления.

Следовательно, при строительстве

зданий и сооружений в нашем регионе следует учесть, что соответствующий запас прочности конструкций (на эти самые 0,2-0,3 единицы магнитуды) надо закладывать, так как 4 марта 1977 года землетрясение было сильным, но не максимально возможным в нашем регионе. Впрочем, нормативная карта эту разницу учитывает. Дело за сейсмостойким строительством и инженерной подготовкой грунтов [3].

Не следует забывать, что и режим эксплуатации зданий и сооружений немаловажен для избежания ущерба при землетрясениях. Представьте себе, что сейсмологи все хорошо рассчитали: и баллы по сейсмологическому районированию, и поправки на сейсмическое микрорайонирование, и уровни подземных вод (допустим, на каком-либо участке вода залегает глубоко – это хорошо). Но в процессе эксплуатации сооружения где-то пробилась канализация, где-то протекает водопровод – грунт замачивается, меняются его физико-механические свойства. И случись землетрясение, измененные под зданием грунты поведут себя иным образом, нежели от них ожидали сейсмологи и строители, местная балльность на участке может увеличиться на единицу, а расчет этого не предполагает [1]. И вот крупный ущерб там, где его могло и не быть. В этом случае причиной разрушения является необратимое смещение грунта. По существу, это то же, что происходит при просадках и оползнях, только здесь эти посадки и оползневые явления вызваны тем, что нагруженный грунт теряет прочность под быстрым воздействием сейсмических колебаний [5].

Современные технологии, разработанные специально для сейсмического строительства, рассчитаны уменьшить воздействие активности землетрясения в два, три, а в некоторых случаях и в большее количество раз. Они диктуют застройщикам закладывать повышенную прочность

конструкции для объектов высокой степени ответственности еще на этапе проектирования. Таким образом, к обычным расчетам добавляется дополнительный коэффициент надежности, который повышает сейсмостойкость сооружения.

Строительные объекты нашего региона лишены стальных каркасов, поэтому предлагается их внедрение в условиях активной сейсмичности. Они податливы и позволяют строению хорошо воспринимать воздействие. Поэтому в сейсмическом строительстве необходимо применять специальный торкрет – сухую бетонную смесь с добавлением в нее химических добавок и полимерных волокон. Такое сочетание придает торкрету повышенную прочность по сравнению с обычным бетоном.

Благодаря этим технологиям сооружение не жестко стоит на земле, а приобретает определенную свободу движения, что позволяет поглощать землетрясения и противостоять обрушениям.

Выводы. Исследования показали, что строительство в пределах Приднестровского региона должно осуществляться с учетом величины и характера сейсмических колебаний грунтов. Реакция геологической среды может быть также смоделирована, если известны исходные сейсмические характеристики грунтов и заданы соответствующие параметры возмущения.

Землетрясения следует рассматривать как физический процесс, представляющий последовательность явлений, управляемых определенными временными и пространственными закономерностями. Этот процесс может быть описан в виде динамических и стохастических моделей.

Строительство в пределах Приднестровского региона должно осуществляться с учетом реакции геологической среды, которая может быть смоделирована, если известны исходные сейсмические характеристики грунтов и заданы соответствующие параметры возмущения [5].

Помимо сейсмических возмущений, геологическая среда может быть подвержена влиянию современных экзогенных

геологических процессов природного или техногенного характера. Эти процессы, в свою очередь, могут активизироваться во времени и пространстве под влиянием сейсмических возмущений.

К числу наиболее опасных геологических процессов, прямо или косвенно влияющих на сейсмичность застраиваемых территорий, относятся гравитационные (оползни, обвалы и т.п.), температурные (деградация вечной мерзлоты), гидрогеологические (подтопление и осушение территорий), динамические (тиксотропия, просадочность), гидрохимические (выщелачивание, кольматация) и т.д. Сюда же можно отнести такие техногенные мероприятия, как планирование рельефа площадок строительства и различные способы мелиорации грунтов оснований зданий и сооружений [5].

Особое место занимает учет влияния тектоники и резонансных явлений. Таким образом, в общем виде сейсмологическая модель территории сейсмического микрорайонирования должна состоять из следующих блоков:

- блок входных параметров возмущающего воздействия (задается в виде расчетной реальной или синтетической акселерограммы, либо численных значений смещений, скоростей, ускорений, либо спектральных характеристик);
- блок геометрических параметров исследуемой территории и исходных сейсмических характеристик грунтов (задается в виде численных значений скоростей распространения и параметров поглощения упругих волн, плотностных характеристик грунтов и мощностей слоев);
- блок количественных или качественных характеристик влияния природных и техногенных факторов (задается в виде предельных значений сейсмических параметров грунтов либо качественных характеристик изменений состояния массива грунтов).

Для застраиваемых (осваиваемых) территорий первоочередное значение имеет оценка влияния техногенных процессов на изменение сейсмичности площадок строительства.

Технологическая схема прогноза изменения сейсмических параметров грунтов (сейсмических воздействий) осваиваемых территорий сводится к следующему:

- выявление региональных инженерно-геологических и сейсмических условий осваиваемой территории;

- прогноз развития инженерно-геологических процессов и явлений под воздействием техногенеза;

- прогноз изменения инженерно-геологических свойств грунтов под влиянием техногенеза;

- сейсмологические наблюдения на участках техногенно измененных грунтов и участках естественного сложения грунтов; прогноз изменения сейсмических свойств грунтов;

- лабораторные определения динамической устойчивости грунтов естественного сложения и техногенно измененных грунтов при максимально возможных для данной территории сейсмических воздействиях;

- расчет ожидаемых спектральных характеристик колебания коренной основы при наиболее опасных землетрясениях;

- расчет спектральных характеристик колебаний рыхлой осадочной толщи и техногенно измененных грунтов;

- анализ данных по динамической устойчивости грунтов, теоретическим расчетам и сейсмологическим наблюдениям и составление прогноза по ожидаемым сейсмическим колебаниям и устойчивости грунтов оснований [5].

Разумные строительные меры в состоянии предотвратить подобные повреждения. Для этого достаточно заложить глубокие, хорошо сконструированные фундаменты и учитывать требования эксплуатации зданий. Современные технологии, разработанные специально для сейсмического строительства, рассчитаны уменьшить воздействие активности землетрясения в два, три, а в некоторых случаях и в большее количество раз. Они диктуют застройщикам закладывать повышенную прочность конструкции для объек-

тов высокой степени ответственности еще на этапе проектирования. Таким образом, к обычным расчетам необходимо добавлять дополнительный коэффициент надежности, который повышает сейсмостойкость сооружения в пределах Приднестровского региона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Воляник Н.В., Ананьев В.П. Влияние подтопления на состав и свойства лёссовых грунтов. - В сб.: Режимные инженерно-геологические и гидрогеологические наблюдения в городах. - М.: Наука, 1983.

2. Вознесенский Е.А. Динамические свойства грунтов и их учет при анализе вибраций фундаментов разного типа // Геоэкология. 1993. № 5. С. 37-65.

3. Короновский Н.В. Напряженное состояние земной коры // Соросовский образовательный журнал. 1997. С. 51-56.

4. Сейсмический риск и инженерные решения: Пер. с англ. / Под ред. Ц. Ломнитца, Э. Розенблюта. М.: Недра, 1981. 375 с.

5. Друмя А.В., Шебалин Н.В. Землетрясения: где, когда, почему? – «Штиинца», 1985г. С.195.

REFERENCES:

1. Volyanykn.V. (1983) Impact of flooding on the composition and properties of loess soils /Volyanykn.V., V.R.Ananiev// In: Performance Engineering-geological and hydro-geological monitoring in urban areas. Moscow: Nauka.

2. Voznesensky E.A. (1993) Dynamic properties of soils and their account when analyzing vibration of different types of foundations. Geoecology. Issue. 5, 37-65.

3. Koronovskij N.V. (1997) Stress state of the Earth's crust. Soros educational journal.. # 1, 51-56.

4. Lomnitca, E. Rosenbluth, M. (per. with engl., Eds.) Seismic risk and engineering solutions. Nedra.

5. A.V. Drumea, (1985) Earthquakes: where, when, why? /A.V.Drumea, Shebalin N.V.//«Shtiiinca», 195.

АНОТАЦІЯ

Робота відображає дослідження катастрофічних наслідків землетрусів ХХ століття на території Придністровського регіону; закономірності розміщення осередків землетрусу і поширення сейсмічної хвилі; вивчення впливу типових для регіону видів струсів на будівлі і несучі ґрунти. Детальний аналіз такого впливу необхідний для того, щоб будівельні конструкції і споруди Придністровського регіону могли ефективно протистояти руйнівній силі підземних ударів.

Ключові слова: сейсмічно активні області, сила і види поштовхів, реактивна здатність ґрунтів, якісне проектування та будівництво в умовах високої сейсмічності, режим експлуатації будівель.

ANNOTATION

The work reflects the study of the catastrophic consequences of the earthquakes of the 20th century on the territory of the PMR region. Regularities in the location of earthquake foci and the propagation of a seismic wave. Studies of the effects of typical for the region types of shaking on buildings and load-bearing soils. A detailed analysis of this impact is necessary to ensure that the building structures and structures of the PMR region can effectively resist the destructive power of underground strikes.

An actual problem for the territory of the PMR region is the construction and operation of buildings in conditions of high seismicity. When analyzing the tectonic map of the region, a series of faults appearing in different directions and dividing its territory into dissimilar tectonic structures are revealed. Many of them have undergone and continue to undergo fluctuations of various amplitudes and directions during the Quaternary period.

Keywords: seismically active territory, thrust force and types of shaking, reactivity of soils, quality of design and construction under conditions of high seismicity, operation mode of buildings.

УДК 728.98

**Чебанов Л.С., к.т.н., доц., КНУБА, м.Київ,
Береза В.Б., ТОВ МНВП Інжтехбуд,
м.Бровари**

ПРО ВПЛИВ СИТУАЦІЙНИХ УМОВ НА ЗВЕДЕННЯ ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ ЗИМОВИХ БЛОКОВИХ ТЕПЛИЦЬ

У теперішній час площі окремих теплиць сягають до 100га. Зведення підземної частини сучасних тепличних господарств є найскладнішим комплексним технологічним процесом. Складні умови безпосередньо будівельного майданчика (перепад висот на загальній площі ділянки, наприклад в 50 га, може сягати 15-20 м), складні інженерно-геологічні умови (обводнені, просадочні ґрунти). Високі вимоги до якості та точності влаштування буронабивних та мікропальових фундаментів (до 300 штук на 1 га), цоколю-ростверку. Організаційні питання, пов'язані з розосередженими умовами будівництва. Успішне, комплексне вирішення названих питань є вирішальним. І дозволяє, в подальшому, забезпечити директивні показники будівництва об'єктів.

Ключові слова: теплиці та тепличні господарства; підземна частина; мікропальові та буронабивні фундаменти; розосереджене будівництво; об'єкти тепличних господарств.

Актуальність проблеми, що визначається відсутністю науково обґрунтованої методики моделювання технології будівництва тепличних господарств з урахуванням ситуаційних умов, походить із значної потреби в промислових тепличних господарствах і поступового нарощування об'ємів їх будівництва.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Будівництво теплиць вивчають спеціалісти РГАУ-МСХА ім. К.А. Тимирязєва [3], Національного університету біоресурсів та природокористування [4, 7], КНУБА [5, 6] тощо. Аналіз досліджень показує, що

вони головним чином містять відомості про накопичений досвід виконання робіт і обмежуються локальним аналізом окремих його аспектів. Тому є підстави вважати, що проблема сформульована вперше.

Мета статті – підвищення ефективності влаштування підземної частини тепличних господарств.

Виклад основного матеріалу.

Постановка задачі і методи дослідження. Черговою задачею вирішення зазначеної проблеми є визначення, структуризація, оцінка і формалізація ситуаційних умов, що визначальним чином впливають на технологічні рішення з виконання робіт при будівництві тепличних господарств. Її рішення здійснюється методами натурного і документального обстеження виконання робіт, аналізу і узагальнення отриманої інформації, колективної систематизації факторів впливу з наступною оцінкою ступеня впливу ситуаційних умов на прийняття технологічних рішень.

Теоретичні дослідження. В основу теоретичних досліджень покладена сукупність ситуаційних умов будівництва тепличних господарств і відповідна їй структура технологічних рішень з виконання робіт.

Експериментальні дослідження передбачаються на подальших етапах вирішення зазначеної проблеми з метою перевірки отриманих теоретичних результатів, а також здійснюються паралельно із теоретичними дослідженнями у формі

розробки технологічних карт виконання робіт з влаштування елементів підземних частин тепличних комбінатів в умовах реальних сполучень ситуаційних умов.

Аналіз ситуаційних умов будівництва тепличних господарств (табл. 1) дозволив визначити склад чинників, які потенційно впливають на прийняття технологічних рішень з виконання робіт. Вони були структуризовані за видами умов, групами вихідних умов, вихідними умовами, характеристиками вихідних умов, як це представлено на рис. 1, на якому:

- i - індекс виду ситуаційних умов y_i ;
 - j - індекс групи вихідних умов g_{ij} в складі i -го виду робіт;
 - k - індекс окремої вихідної роботи v_{ijk} в складі групи g_{ij} i -го виду умов;
 - t - індекс окремої характеристики x_{ijkt} вихідної умови ;
 - T_{ijk} - загальна кількість характеристик v_{ijk} -ої вихідної умови.
- Тоді кількість x_{ijkt} характеристик в g_{ij} групах вихідних умов складає:

$$\chi_{ij} = \sum_{k=1}^{k=B_{ij}} T_{ijk} , \tag{1}$$

де B_{ij} - кількість вихідних умов v_{ijk} в групах g_{ij} . Відповідно кількість характеристик y_i виду умов становить:

$$\chi_j = \sum_{i=1}^{i=\Gamma_j} \chi_{ij} , \tag{2}$$

де Γ_j - кількість груп вихідних умов g_{ij} , що утворюють відповідний вид умов.

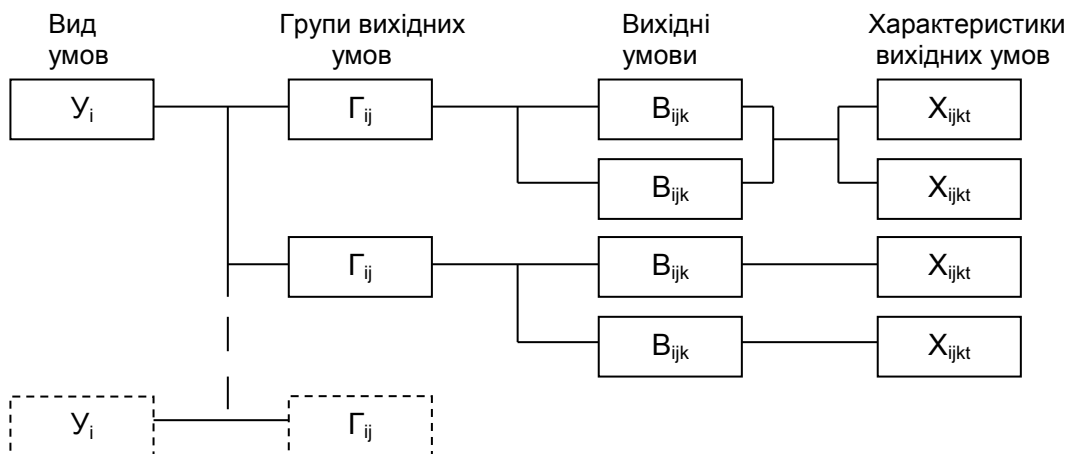


Рис.1 Принципова схема структури ситуаційних умов

Загальна кількість характеристик вихідних умов X_{ijk} , які тим чи іншим чином впливає на технологічні рішення з виконання робіт дорівнює:

$$\chi = \sum_{i=1}^{i=y} X_i, \quad (3)$$

де Y - кількість видів ситуаційних умов.

Види ситуаційних умов нараховують тринадцять позицій, а саме:

- стан території, яка підлягає забудові;
- загальні умови забезпечення будівництва;
- гідрогеологічні умови;
- глибина закладання фундаментів;
- конструктивні рішення фундаментів;
- ступінь збірності конструкцій підземних частин споруд і будівель;
- геометричні характеристики фундаментів;
- об'ємно-планувальні і конструктивні рішення підземної частини споруд і будівель;
- варіанти механізації;
- умови постачання матеріальних ресурсів;
- почерговість влаштування планувальних одиниць;
- умови фінансування; погодні умови;
- географічне положення майданчика.

Зазначені види умов представлені в структурі 106 характеристиками 46 вихідних умов, об'єднаних у 39 груп.

Зміст структури ситуаційних умов залишається відкритим для можливого доповнення додатковими умовами і характеристиками.

Сукупність характеристик визначає чинники впливу на технологічні рішення. Останні узагальнені в технологічні моделі влаштування підземних частин тепличних господарств, адекватній розгорнутому змісту проекту виконання робіт відповідно до нормативних вимог [2].

Відповідність структур технологічної моделі і ситуаційних умов визначається послідовністю «Структурні складові технологічної моделі - чинники ситуаційних умов, що впливають на технологічні рішення - структурні складові банку

технологічних рішень».

На практиці банк технологічних рішень утворюється накопиченням проектів виконання робіт і іншою технологічною документацією, що використовуються при будівництві теплиць.

Тобто, здійснюється відбір у технологічну модель відомих рішень, які приймалися і здійснювались у тотожних ситуаційних умовах.

Одночасно при обстеженні зазначених тепличних господарств, запроєктованих ТОВ МНВП «Інжтехбуд» м.Бровари (табл. 1) і подальшого аналізу складу і змісту ситуаційних умов встановлений факт різного ступеня впливу таких умов на остаточне прийняття технологічних рішень. З цього випливає можливість виключення із структури складових, що мало впливають на зміст і порядок виконання робіт, і необхідність визначення таких складових ситуаційних умов, які вирішальним чином впливають на формування технології будівництва тепличного господарства.

Тим самим спрощується механізм узгодження технологічних рішень з ситуаційними умовами.

З метою впорядкування структури ситуаційних умов за критерієм їх значущості розроблена відповідна методика формалізації складових цієї структури.

Вона ґрунтується на колективній експертизі та методі ранжування [1].

Методикою передбачається два тури експертного опитування.

У першому турі здійснюється оцінка впливу видів ситуаційних умов за ступенем їх впливу на виконання робіт при будівництві підземних частин об'єктів тепличних господарств.

У другому турі після відсіювання несуттєвих видів ситуаційних умов у першому турі за подібною процедурою здійснюється оцінка характеристик вихідних умов із числа тих, що визнані найбільш значимими.

Таблиця 1

Склад сучасних овочевих та оранжерейних тепличних господарств

Найменування об'єкта	Склад																
	Блок теплиць, га	АПК	Резервуар дренажних стоків	Резервуар дощових стоків	Склад тари	Склад мінеральних добрив	Прохідна	Очисні споруди	Підпірна стінка	ТП	Технологічний блок	Склад готової продукції	Котельня	ГРП	Аерохімія лабораторія	Артезіанська свердловина	Живозбірник
1. ІП «Кримська Роза», м. Бахчисарай, АР Крим	6,0	С ₁	+	+	+	+	+	+	+	+	С	С ₁	С	+	-	+	-
2. «Красная гвоздика», м. Гомель, Республіка Білорусь	3,5	С ₁	І	І	С ₁	С	І	+	-	+	-	+	+	+	С	-	-
3. КСУП «Тепличное», м. Гомель, Білорусь	3,0	С	-	-	С	С	І	І	+	І	-	С	+	І	І	-	-
4. ПОСП «Уманський тепличний комбінат», м. Тальне, Черкаська обл.	9,5	С	І	-	С	С	+	+	-	+	С	С	І	-	С	-	-
5. ДП НДВ АК «Пуща - Водиця», м. Київ	4,2	+	+	+	І	І	І	+	-	І	-	І	+	+	І	-	-
6. ПП Пфістер, м. Мукачеве, Закарпатська обл.	0,3	С	-	+	С	С	І	+	-	І	-	С	-	+	-	+	+
7. ТОВ «Чари», м. Шостка, Сумська обл.	2,1	С	-	+	С	С	-	-	-	+	-	С	+	+	-	+	+
8. «Камелія-РК», с. Княжиці, Київської обл.	4,2	С	+	+	+	+	+	+	-	+	-	С	+	І	І	+	-
9. СТОВ «Крим-теплиця», смт. Молодіжне, АР Крим	2,2	С	+	+	-	+	+	+	+	+	+	С	+	+	С	+	-
10. «Живая земля», м. Санкт-Петербург РФ	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	І	-	-	І	-	-	-	-

С, С₁ — суміщені в проекті будівлі та споруди В складі проекту присутні (+) та відсутні (-)
І — будівлі та споруди, що існують на майданчику будівництва

Процедура впорядкування і чисельної оцінки факторів (видів умов, характеристик вихідних умов) передбачає послідовне здійснення таких етапів:

- опитування безпосередньо і через анкетування експертів;
- формалізація результатів ранжування за підсумками опитування експертів;
- визначення суми рангів кожного фактора:

$$S_i = \sum_{j=1}^m x_{ij}, \quad (4)$$

де x_{ij} - ранг і-го фактора, призначений j -им експертом;

m - кількість експертів;

- визначення середнього рангу факторів:

$$S_{\text{сеп}_i} = \frac{S_i}{m}, \quad (5)$$

- підраховується сумарна вага кожного фактора:

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^m w_{ij}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m w_{ij}} \quad (6)$$

де w_{ij} - вага і-го фактору, розрахованого за оцінками всіх експертів:

$$w_{ij} = \frac{\chi_{ij}}{\sum_{i=1}^n \chi_{ij}} \quad (7)$$

де n - кількість факторів;

- розраховується відхилення від середньої суми рангів для кожного фактора:

$$\Delta_i = \sum_{j=1}^m \chi_{ij} - T \quad (8)$$

$$T = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}}{n} \quad (9)$$

a - середнє значення для сумарних рангів ряду:

$$a_{ij} = \frac{1}{2} m (n + 1) \quad (10)$$

- - визначається сума квадратів відхилень від середньої суми рангів:

$$S(\Delta^2) = \sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^m \chi_{ij} - \frac{1}{2} m(n+1) \right\}^2 \quad (11)$$

- розраховується коефіцієнт конкордації (загальний коефіцієнт рангової кореляції, який визначає рівень узгодженості думок групи із m експертів):

$$W = \frac{12 S(\Delta^2)}{m^2 (n^3 - n)} \quad (12)$$

У разі малого значення коефіцієнту конкордації має місце недостатня єдність думок експертів стосовно оцінки факторів. У такому випадку виникає необхідність повторної процедури впорядкування і оцінки факторів у відповідному турі.

Висновки:

1. Встановлений склад і здійснена первісна структуризація сукупності ситуаційних умов, що впливають на прийняття технологічних рішень з будівництва підземних частин тепличних господарств.

2. Визначені чинники впливу ситуаційних умов на зміст технологічних рішень, чим забезпечена позиційна відповідність структури ситуаційних умов і технологічної моделі виконання робіт.

3. Запропонована методика оцінки окремих ситуаційних умов за критерієм значущості їх впливу на технологічні рішення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Бешелев С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок [Текст] / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гуревич. - М.: Статистика, 1974. - 160с.

2. Державні будівельні норми України ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва. Управління, організація і технологія. -К.: Мінрегіонбуд України, 2016.-49с.

3. Майборода П.М. Организация строительства тепличных комбинатов [Текст] / П.М. Майборода, Н.П. Белоус. - М.: Стройиздат, 1975,-105с.

4. Индустриализация строительства тепличных комбинатов и овощехранилищ. / П.Ф. Иваненко, А.А. Руденко, Л.С. Чебанов - К.: Урожай, 1989.-120 с.

5. Теплиці і тепличні господарства/ Шишко Г.Г., Потапов В.О., Сулима Л.Т., Чебанов Л.С.; за ред. Шишка Г.Г. - К. : Урожай, 1993. - 424с. - (Рос. мовою).

6. Рекомендации по производству строительно-монтажных работ при реконструкции теплиц / Беляков Ю.И., Чебанов Л.С., Фролов А.В. - К.: КИСИ, 1990.- 224с.

7. Иваненко П.П. Закрытый грунт [Текст] / П.П. Иваненко, О.В. Приліпка. - К. : Урожай, 2001.- 360с.

REFERENCES:

1. Besheliev, S.D., & Gurevich, F.G., (1974). Mathematical and statistical methods of expert evaluations. Moscow, USSR: Statistika, 160.

2. Derzhavni budivel'ni normi Ukrainy DBN A.3.1-5-2016. Organizaciya budivel'nogo virobnictva. Upravlinnya, organizaciya I tehnologiya [State building codes Ukraine DBN A.3.1-5-2016. Organization of building production. Management, organization and technology]. (2016). Kyiv: Minregionbud Ukrainy [in Ukrainian].

3. Mayboroda, P.M., & Belous, N.P., (1975). Organization of construction of greenhouse complexes. Moscow, Russia: Stroyizdat, 105.

4. Ivanenko, P.F., Rudenko, A.A., & Chebanov, L.S. (1989). Industrialization of the construction of greenhouses and vegetable stores. Kyiv, USSR: Urozhay, 120.

5. Shishko, G.G., Potapov, V.A., Sulyma, L.T., & Chebanov, L.S., (1993). Greenhouses and greenhouse complexes. Kyiv, Ukraine: Urozhay, 424.

6. Belyakov, Yu.I., Chebanov, L.S., & Frolov, A.V. (1990). Recommendations for the production of construction and assembly works in the reconstruction of greenhouses. Kiyv, USSR: KNUCA, 224.

7. Ivanenko, P.P., & Prilypka, O.V., (2001). Protected soil. Kyiv, Ukraine: Urozhay, 360.

АННОТАЦИЯ

В настоящее время площади отдельных теплиц составляют до 100га. Возведение подземной части современных тепличных хозяйств является самым сложным комплексным технологическим процессом. Сложные условия непосредственно строительной площадки – перепад высот на площадках площадью до 50га может составлять 15-20м. Сложные инженерно-геологические условия – обводненные и просадочные грунты и т.д. Высокие требования к качеству и точности устройства буронабивных и микросвайных фундаментов (до 300 штук на 1 га), цоколи – ростверки. Организационные вопросы, связанные с рассредоточенными условиями

строительства. Успешное, комплексное решение названных вопросов является решающим, и позволяет, в дальнейшем обеспечить директивные показатели строительства объектов.

Ключевые слова: теплицы и тепличные хозяйства; подземная часть; микросвайные и буронабивные фундаменты; рассредоточенное строительство; объекты тепличных хозяйств.

ANNOTATION

Currently, the area of individual greenhouses is up to 100 ha. The underground part of modern greenhouses is the most complex complex technological process. The complex conditions of the construction site itself-the difference in altitudes on areas up to 50 hectares can be 15-20 m. Complex engineering and geological conditions are waterlogged and subsidence Soils, etc. High requirements to the quality and accuracy of the device for boring and micro-pile foundations (up to 300 pieces per 1ha), socle plumbing. Organizational issues related to dispersed construction conditions. A successful, integrated solution of the above issues is decisive. And it allows, in the future, to provide directive indicators of construction of facilities.

Keywords: greenhouses and greenhouse complexes, underground part, micro-drilled and bored foundation, distributed construction, objects of greenhouse complexes.

УДК 658.51:69.05

*Зельцер Р.Я., к.е.н., проф., Дубінін Д.В., КНУБА, м. Київ***ПРИКЛАДНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ
ФОРМАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ОРГАНІЗАЦІЇ
БУДІВНИЦТВА**

У статті проведено аналіз загального стану ресурсного потенціалу та управління ресурсним забезпеченням будівництва. Проводиться оцінка ефективності використання ресурсів будівництва, прогнозування ресурсних потоків, планування ресурсного забезпечення. Створена модель прогнозування відхилень реальних термінів поставки ресурсів від планових, які визначені на стадії розробки проектно-технологічної документації. Використовується фрактальний аналіз для оцінки ресурсних потоків і система адаптивних моделей Хольта, Хольта-Вінтерса, поточних середніх і т.д.

Ключові слова: будівництво, управління ресурсами, прогнозування, адаптивні методи, ресурсне забезпечення, ресурсні потоки.

Постановка проблеми. Одним з найважливіших факторів, який знижує ефективність системи організації будівництва є стохастичність будівельного процесу. Як наслідок, при будівництві будь-якого об'єкту існує значна кількість відхилень фактичних термінів та обсягів постачання ресурсів від проектних, що визначаються на підставі календарних графіків виконання робіт, графіків надходження на об'єкт будівельних конструкцій, виробів, матеріалів і устаткування тощо у складі ПВР. Прийняттю ефективних рішень щодо мінімізації існуючих відхилень на рівні організації процесів будівництва об'єкту перешкоджає відсутність дієвої системи інформаційного обміну між учасниками будівельного процесу та різними рівнями управління, запізнення оперативної

інформації щодо наявних ресурсів та відхилень реальних термінів їх постачання від проектних, відсутність єдиної системи формалізації процесів організації будівництва для всіх учасників будівельного процесу та відповідного інструментарію для прогнозування потреби в різних видах ресурсів.

Аналіз публікацій. Вирішення завдань щодо формалізації процесів організації будівництва здійснювали наступні українські та закордонні вчені: І.В. Багрова, В. Бансал, Дж. Белман, Є.В. Бондаренко, М.С. Будніков, А. Ебнер, А.Д. Єсипенко, В. Кук, О.М. Лівінський, В.О. Поколенко, А.В. Радкевич, В.І. Садовський, В.І. Торкатюк, О.А. Тугай, Р.Б. Тянь, С.А. Ушацький, В.Г. Федоренко, О.В. Федосова, В.К. Черненко, Ф. Холт та інші.

Аналіз їх праць і практичного досвіду дозволив зробити висновок, що у даний час визначено основні системні принципи та методи формалізації процесів організації будівництва. Даний підхід є теоретичною основою для побудови інформаційної організаційно-технологічної моделі та системи адаптивних моделей у якості інструментарію формалізації процесів організації будівництва.

Метою статті є розроблення інструментарію та побудова нового інформаційно-аналітичного простору для виконавців робіт (на рівні організації-виконавців, відповідальних працівників, будівельних процесів, будівельного майданчика, ділянки тощо), спрямованого на мінімізацію відхилень реальних термінів постачання ресурсів на об'єкт від проектних, які визначено на етапі (стадії) розроблення проектно-технологічної документації (ПОБ, ПВР).

Виклад основного матеріалу дослідження. Прогнозування можливих відхилень термінів постачання ресурсів на будівельний майданчик запропоновано здійснювати з урахуванням тенденцій попередніх періодів на основі оперативної інформації, що надходить в реальному режимі часу, в залежності від фрактальних характеристик аналізованого ряду.

В якості об'єкта-представника для

побудови СРЗ будівництва обрано багатофункціональний логістичний комплекс в с.Чайки по вул. В.Чайки 16 (рис.1).

Комплекс у якості об'єкта-представника відповідає наступним вимогам:

1. Є типовим об'єктом в регіоні (Київська обл.).
2. Техніко-економічні показники об'єкта відповідають середньому технічному рівню об'єктів-аналогів та мають схожі ресурсно-технологічні моделі.
3. Об'ємно – планувальні і конструктивні рішення здійснені раціонально, відображають сучасні технологічні та конструктивні проектні вимоги.
4. Проектна документація розроблена

відповідно до діючих норм, має позитивний висновок державної експертизи.

5. Ресурсно-технологічна модель об'єкта повинна найбільш повно відображати характерні для даного типу об'єктів конструктивні, технічні, технологічні, організаційні рішення.

Основу об'ємно-планувальної композиції складають значні за величиною споруди складського корпусу, доповнюють її адміністративно-офісна будівля у 9 поверхів та етажерка, де розміщені доклевеллери та побутово-технічні приміщення.

Основні характеристики об'єктів комплексу наведено в табл. 1.

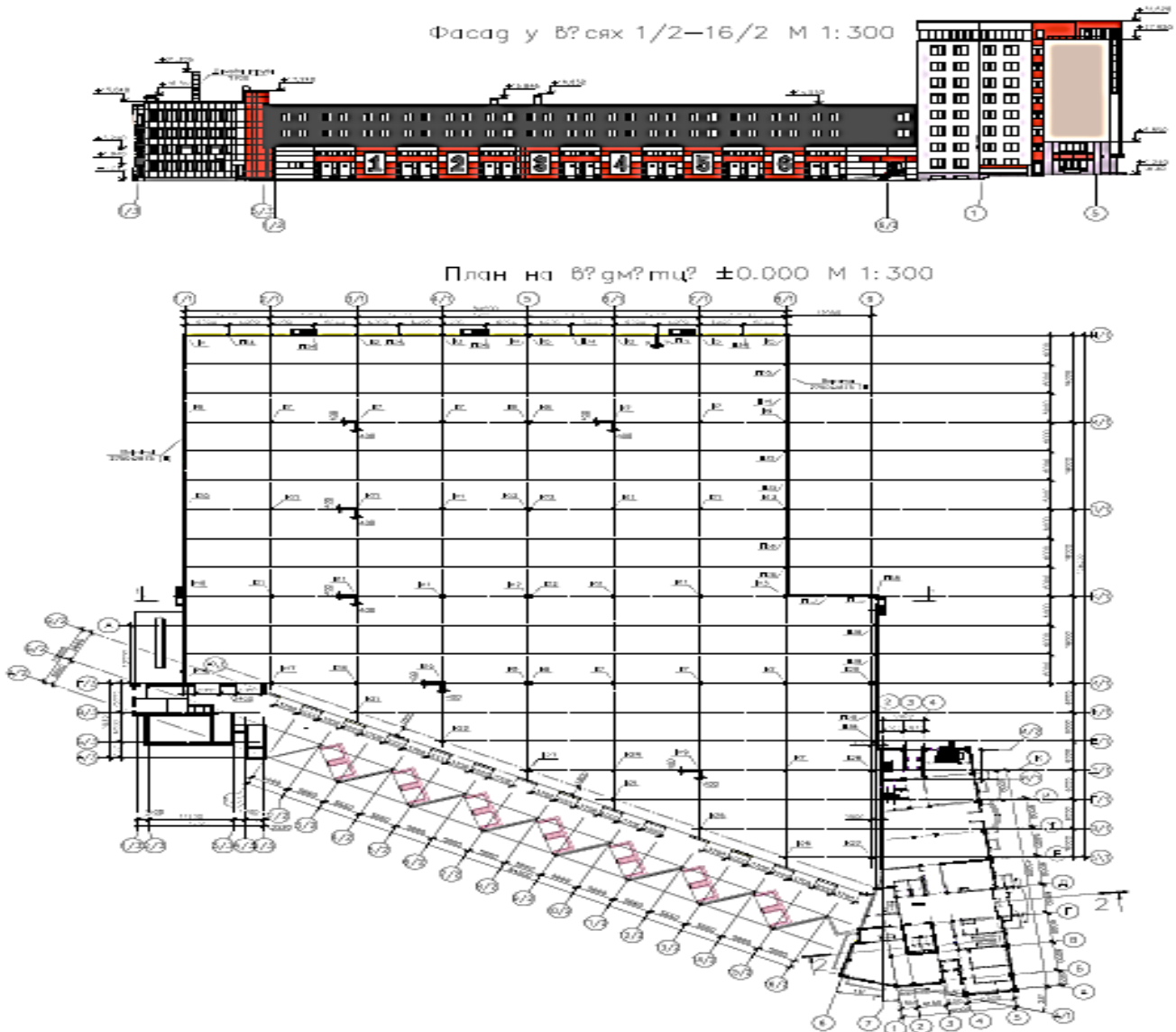


Рис. 1. План на відмітці 0.000 та фасад багатофункціонального логістичного комплексу в с.Чайки по вул. В.Чайки 16

Таблиця 1
Перелік об'єктів комплексу та їх характеристики

Техніко-економічні показники	Об'єкти комплексу		
	Складські приміщення	Адміністративні - офісна будівля	Набудовані побутово-технічні приміщення
Розміри в плані	(84x72)+(84x42/2)+18x12	52x16	(27,3x11,7)
Площа, м ²	9051	8416	1313
Будівельний об'єм, м ³	93526,2	29947	19919,4

Комплекс складається із трьох об'єктів, а саме: складських приміщень з розвантажувальною рампою, адміністративно-офісної будівлі на 9 поверхів, побутово-технічних приміщень.

Технічними рішеннями передбачаються розміщення будівель і споруд багатопільового логістичного комплексу з дотриманням технологічних, протипожежних, санітарних та будівельних норм.

Техніко-економічні показники комплексу:

1. Будівельний об'єм – 143392,5 м³.
2. Загальна корисна площа – 18780 м².
3. Кошторисна собівартість – 134,2 млн.грн.
4. Кошторисна собівартість БМР – 22,07 млн грн.
5. Вартість 1м² комплексу – 7135 грн.
6. Вартість 1м³ комплексу – 934 грн.
7. Трудомісткість – 33104 люд\дні.
8. Питома трудомісткість – 0,223 люд\дні/м³.
9. Середньодобовий виробіток – 664 грн/люд-дн.
10. Тривалість будівництва – 599 дн.

Організаційно-технологічна модель процесу будівництва об'єкта відображає взаємозв'язок і послідовність виконання будівельних і монтажних робіт у відповідності з прийнятими методами їх виконання, містить необхідну інформацію, включаючи дані про обсяги і строки виконання робіт і будівництва в цілому.

Прийнято наступну послідовність будівництва кожного об'єкту:

1. Адміністративно-офісна будівля на дев'ять поверхів
2. Складські приміщення
3. Побутово-технічні приміщення

Складські приміщення починають зводитись після закінчення земляних робіт на адміністративно-офісній будівлі (обґрунтування: звільнення бульдозера ДТ-75 та екскаватора Caterpillar 320D).

Побутово-технічні приміщення починають зводити після завершення монтажу конструкцій на складських приміщеннях (обґрунтування: звільнення кранів МКГ-25 БР).

Будівлю умовно поділено на два пускові комплекси:

I пусковий комплекс – адміністративно-офісна будівля, яка після зведення відгороджується від будівельного майданчика і вводиться в експлуатацію, тим самим виконується реінвестування затрачених коштів.

II пусковий комплекс складається з частини 1 (складські приміщення) та частини 2 (побутово-технічні приміщення). Фундаментні роботи виконуються одночасно по двох частинах, а зведення надземної частини побутово-технічних приміщень виконується після закінчення зведення складських приміщень. Виконання внутрішніх робіт по складських приміщеннях та зведення надземної частини побутово-технічних приміщень відбувається за графіком суміщення. Укрупнену номенклатуру робіт встановлюють на основі об'єднання в один комплекс робіт, організаційно та технологічно пов'язаних між собою, а також робіт, які виконуються окремими спеціалізованими організаціями або загальнобудівельними комплексними бригадами.

Загальну потребу в основних конструкція і матеріалах визначають за проектно-кошторисною документацією. Для прикладу наведено розрахунок матеріалів, що використовують на будівництві, у період з 235 по 394 день (табл. 2.).

Таблиця 2

Розрахунок площі складів на визначений період будівництва

№	Найменування матеріалів	Од.виміру	Загальна кількість	Тривалість робіт	Найбільша добова витрата	Прийнятий запас на складі в днях	Прийнятий запас на складі в натуральних показниках	Норма збереження на 1 м ²	Розрахункова площа складу, м ²	Прийнята площа складу м ² м ²	Тип складу
1	Колони з/б	шт	56	6	12,32	2	24,64	0,4	61,60	12x5=60	Відкритий
2	Профнастил	м ²	8150,0	26	413,77	5,5	2275,73	45	50,57	6x8=48	Навіс
3	Утеплювач	м ²	8150,0	32	336,19	4	1344,75	22	61	6x10=60	Закритий
5	Руберойд 4 шари	рул.	1304,0	32	53,79	5	268,95	11	24,45	5x5=25	Закритий
6	Газоблок на одне перекриття	піддон	55,00	96	0,76	10	7,56	0,69	10,96	2,5x5=12,5	Відкритий
7	Арматура на одне перекриття	т	28,00	1	36,96	1,5	55,44	1,1	50,40	5x10=50	Навіс
7	Щитова опалубка	шт	8,00			8	8,00	0,29	27,59	3x9=27	Відкритий

У цей період проводяться наступні роботи:

1. Складські приміщення:

- зведення надземного каркаса (з/б колони, металеві балки);
- монтаж профнастилу (профнастил);
- влаштування покрівлі (утеплювач, рулонні матеріали).

2. Адміністративно-побутові приміщення:

- влаштування перекриття (щитова опалубка, арматура);
- зовнішні стіни (газоблок).

Уточнення розрахунку об'ємів складу (табл. 2).

Перелік основних матеріалів, виробів і конструкцій, будівельних машин і механізмів, орієнтовна вага конструкцій, переміщення яких відбувається згідно з вантажопідйомністю кранів для кожної черги будівництва, що слугують інформаційною основою дослідження, наведено у табл. 3.



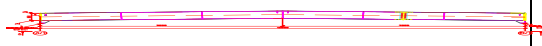

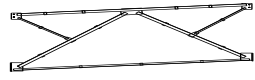

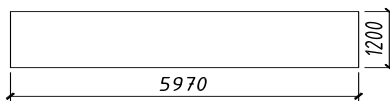
Створення системи формалізації організації будівництва об'єкта, в основу якої закладено принцип мінімізації відхилень, проводиться у сім етапів. Прогнозування можливих відхилень термінів постачання ресурсів на будівельний майданчик запропоновано здійснювати з урахуванням тенденцій

попередніх періодів на основі оперативної інформації, що надходить в реальному режимі часу, в залежності від фрактальних характеристик аналізованого ряду. Даний підхід є теоретичною основою для побудови інформаційної організаційно-технологічної моделі та системи адаптивних моделей у якості складових єдиної інноваційної СФПБ будівництва, що враховує при прогнозуванні термінів постачання ресурсів стохастичність будівельного процесу шляхом застосування нового інструментарію, призначеного для прогнозування зривів та відхилень у постачанні ресурсів, а також в удосконаленні інформаційного обміну між керівництвом та лінійним персоналом окремих підрядних підприємств та між усіма учасниками будівельного процесу.

Прогнозування динаміки руху ресурсних потоків будівництва здійснюється на основі календарних графіків виконання робіт, графіків надходження на об'єкт будівельних конструкцій, виробів, матеріалів і устаткування, руху робочих кадрів і основних будівельних машин по об'єкту у складі ПВР, фрагмент яких наведено на рис. 2.

Таблиця 3

Специфікація елементів до монтажу при будівництві складського приміщення (фрагмент)

№ п/п	Назва елемента	Ескіз и основні розміри конструкцій, мм	Марка елемента	Маса дного елемента, т
1	Колони каркаса		К-1 – К-26	4,7
2	Колони фахферка		КФ1	2
3	Балка перекриття (18м)		ГБ-1	2,5
4	Прогони настилу (12м)		П1	1,15
5	В'язі покриття (18м)		змінна	змінна
6	Профільований сталевий лист (3х6м)		ФС-3	0,5
7	Стінова панель		ПС/12*6	0,49

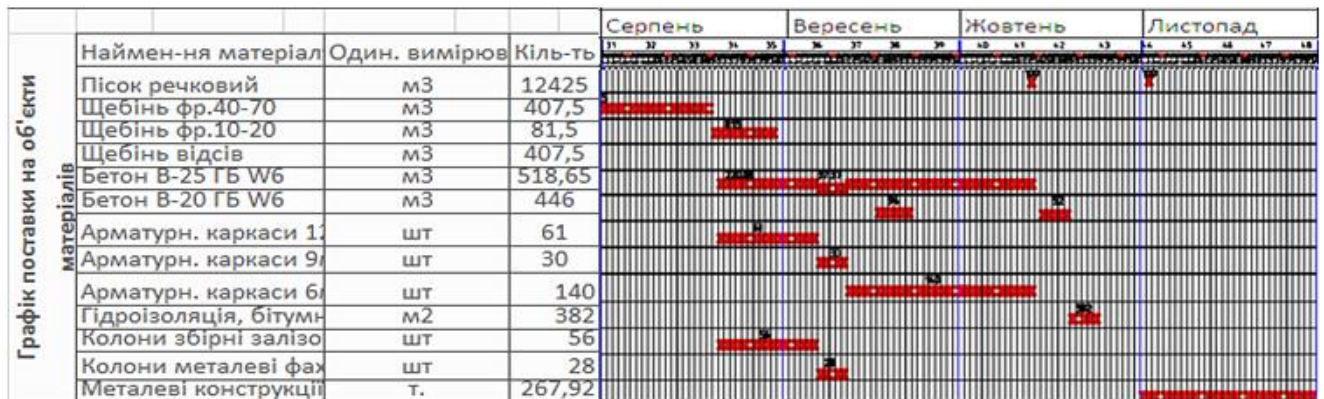


Рис. 2 .Фрагмент вихідних даних для прогнозування відхилень реальних термінів постачання ресурсів на об'єкт від фактичних (фрагмент)

Розрахунок характеристик часового ряду наведено в табл. 4 (на прикладі процесу «влаштування паль»). Часовий ряд потреби в ресурсах формується на основі оперативних даних з будівельного майданчика. В кожен момент часу фіксується кількість ресурсів, що необхідно залучити до роботи, та розраховуються фрактальні характеристики ряду. Чим більш персистентний часовий ряд, тим більш трендостійкий рух матеріальних потоків.

У результаті визначено, що відхилення термінів постачання бетону В-25 складає 2 дні (рис.3).

Рішення щодо коригування графіків

руху ресурсних потоків будівництва приймаються відповідальною особою на основі прогнозованого відхилення.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Доведено практичну доцільність розробленого інструментарію формалізації процесів організації будівництва шляхом впровадження отриманих результатів у практику будівництва об'єктів м.Києва, створено інформаційну базу та відповідний програмний продукт, що має простий та доступний вигляд, дає можливість швидко та ефективно здійснювати розрахунки.

Таблиця 4

Розрахунок показника Херста (H) та відхилень Δ_{1-4} за різними моделями (фрагмент)

№ п/п	Найменування і комплекс робіт	Тривалість	Термін								Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4
			Фактичний	відхилення	$\chi_i - X$	$\sum(\chi_i - X)$	Розрахунковий, за методами 1-5							
			$t_{\text{факт}}$	2	-6,5909	-6,5909	t_1	t_2	t_3	t_4				
1	Влаштування бурінекційних паль L=12м	15	26	2	-6,5909	-13,1818	25	26	26	27	1	0	0	0
2			27	4	-4,5909	-17,7727	25	29	27	28	2	-2	0	-2
3			28	5	-3,5909	-21,3636	26	30	28	29	2	-2	0	-2
...
20	Влаштування бурінекційних паль L=6м	28	26	18	9,4091	1,5909	25	26	26	27	26	1	0	-1
21			27	7	-1,5909	0,0000	25	29	27	28	29	2	-2	0
22			28	2	-6,5909	-6,5909	26	30	28	29	30	2	-2	0
			X	8,5909	max	1,5909				2,45	4,55		5,77	0,18
			S	4,0972	min	-34,5000								
			R	36,09										
			R/S	8,8086										
			Log(R/S)	0,9449										
			Log(N* π /2)	1,5385										
			H	0,6142										

Отримані результати дозволяють сформулювати напрямки подальшої дослідницької роботи. До них відноситься розроблення інтегрованої схеми управління відхиленнями будівельного процесу, що об'єднує в собі СФПБ будівництва об'єкта, систему управління витратами, якістю об'єкта будівництва, а також розроблення відповідного програмного забезпечення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- Берзлев (Кучанський) О.Ю. Методика передпрогнозного фрактального аналізу часових рядів [Текст] / О.Ю. Берзлев // Управління розвитком складних систем. – Київ, 2013. – Вип. 16. – С. 76-81.
- Берзлев, О.Ю. Метод прогнозування знаків приростів часових рядів / О.Ю. Берзлев // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2013. – Вип. 2/4, ном. 62. – С. 8-11.
- Беленкова О.Ю. Система методів управління розвитком будівельного підприємства / О.Ю. Беленкова //

Економіка та держава. – 2007. – №9. – С. 38 – 42.

4. Імітаційне моделювання розвитку будівельного підприємства. К.В. Ізмайлова, О.Ю. Беленкова - Problems of a systemic approach to the economy enterprises Vol No 4 2007 <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/EPsAE/article/view/3953>

5. Дубінін Д.В. Методичні основи створення бінарної системи управління ресурсним забезпеченням будівництва / Р.Я Зельцер, Д.В. Дубінін // Будівельне виробництво – 2015. - Вип. 58- С.13 -17.

6. Ізмайлова К. В. Система експертизи ефективності інвестиційних процесів на стадії техніко-економічного обґрунтування / К. В. Ізмайлова, О. В. Ізмайлова // Управління розвитком складних систем. - 2010. - Вип. 4. - С. 45-54.

7. Кучанський О. Ю. Прогнозування часових рядів методом співставлення зі зразком [Текст] / О.Ю. Кучанський, В.В. Ніколенко // Управління розвитком складних систем. – 2015. - № 22 (1). – С. 101-106.

REFERENCES:

1. Berzlev (Kuchansky) O.Yu. (2013) The method of pre-prognostic fractal analysis of the time series. Kiev, Ukraine: Managing development of complex systems. P. 76-81.
2. Berzlev, O.Yu. (2013) The method of predicting the signs of increment in hours of series Kiev, Ukraine : Eastern-European Journal of Enterprise Technologies №62 P.8-11
3. Belynkova O.Yu. (2007) A system of methods for managing a routing of everyday issues Kiev, Ukraine : Country and Economics №9 P. 38 - 42.
4. K.V. Izmailova, O.Yu. Belenkova (2007) Kiev, Ukraine : Simulation of construction enterprises - Problems of a systemic approach to the economy enterprises №4.
5. Dubinin D.V. (2015) Methodical basis of the binary management system for resource management of the construction Kiev, Ukraine : Building construction №58 P.13-17
6. Izmylova K.V. (2010) The system of examination of efficiency of investment in the technological and economical department Kiev, Ukraine : Managing development of complex systems №4 P. 45-54
7. Kuchansky, O. Yu (2015). Time delays prediction using comparing methods with example Kiev, Ukraine : Managing development of complex systems №22 P. 101-106.

АННОТАЦИЯ

В статье проведен анализ общего состояния ресурсного потенциала и управления ресурсным обеспечением стройки. Проводится оценка эффективности использования ресурсов строительства, прогнозирование ресурсных потоков, планирование ресурсного обеспечения. Создана модель прогнозирования отклонений реальных сроков поставки ресурсов от плановых, которые определены на стадии разработки проектно-технологической документации. Используется фрактальный анализ для оценки ресурсных потоков и система адаптивных моделей Хольта, Хольта-Винтерса, текущих средних и т.д.

Ключевые слова: строительство, управление ресурсами, прогнозирование, адаптивные методы, ресурсное обеспечение, ресурсные потоки

ANNOTATION

The article analyzes the general state of the resource potential and management of resource support. An assessment is made of the efficiency of the use of construction resources, the forecasting of resource flows, and the planning of resource provision. A model is created for forecasting the deviations of the real delivery time of resources from planned ones that are determined at the stage of development of design and technological documentation. Fractal analysis is used to estimate resource flows, and the system of adaptive models of Holt, Holt-Winters, current averages, etc.

Keywords: construction, resource management, forecasting, adaptive methods, resource support, resource flows

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

- Азнаурян Ірина Олександрівна** - доц., доцент кафедри фізики Київського національного університету будівництва і архітектури (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, тел. 067-770-82-18, e-mail: sunbelka1962@gmail.com)
- Барабаш Марія Сергіївна** – д.т.н., директор ТОВ «ЛІРА САПР», професор кафедри комп'ютерних технологій будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури (04053, м. Київ, Киянівський пров.7а, 044-590-58-85, e-mail: info@liraland.com.ua)
- Береза Валерій Богданович** – головний спеціаліст ТОВ МНВП «Інжтехбуд» (07400, м. Бровари, вул. Інтернаціоналістів, 2, 045-94-55-893, e-mail: l.chebanov@ukr.net)
- Викиданець Сергій Миколайович** – асистент кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 067-607-24-60, e-mail: ramos_ks@mail.ru)
- Волинська Єлизавета Володимирівна** – аспірант, Науково-дослідний інститут в'язучих речовин і матеріалів ім. В.Д. Глуховського КНУБА, м. Київ (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, тел. 050-353-6464, e-mail: Elizabeth.v@gmail.com)
- Галушко Валентина Олександрівна** – д.т.н., доц., професор кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 048-723-61-51, e-mail: valya_galushko_2012@mail.ru)
- Гапшенко Володимир Сергійович** - к.т.н., доц., доцент кафедри організації будівництва та охорони праці Одеської державної академії будівництва та архітектури, (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 048-729-85-06, e-mail: gapshenko.com@mail.ru)
- Генсецький Микола Петрович** – к.т.н., доц., заступник директора з навчально-виховної роботи Львівського техніко-економічного коледжу Національного університету «Львівська політехніка» (79032, м. Львів, вул. Пасічна, тел. 032-275-01-12, e-mail: Ldtekpr@ukr.net)
- Гнип Ольга Павлівна** – к.т.н., доц., доцент кафедри процесів та апаратів в технології будівельних матеріалів завідувача аспірантурою Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, гол. корпус, кім.а.126, тел. (048)729-85-06, e-mail: asp@ogasa.org.ua)
- Городецький Олександр Сергійович** – д.т.н., проф., заступник директора з наукової роботи ТОВ «ЛІРА САПР» (04053, м. Київ, Киянівський пров. 7а, 044-590-58-85, e-mail: info@liraland.com.ua)
- Гострик Анна Миколаївна** – магістр кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. +380934312560, e-mail: anna.gostryk16@gmail.com)
- Гоц Володимир Іванович** – д.т.н., проф., декан будівельно-технологічного факультету Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Київ (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, тел. 044- 248-30-16, e-mail: btf@knuba.edu.ua)
- Гусак Денис Віталійович** – магістрант Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 098-222-46-16, e-mail: dhysak@gmail.com)
- Данелюк Вадим Ілліч** - к.т.н., доц., доцент кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 095-339-9639, e-mail: danieliuk.vadim@gmail.com)
- Денисов Євген Валерійович** – к.т.н, доц., директор ТОВ «Будівельна група “Модус”» (03118, м. Київ, просп. Лобановського 150д, кв. 134, тел. +38 (044) 284-04-07, e-mail: Denisov_E@moduscg.com)
- Дмітрієва Ніна Вікторівна** – к.т.н., доц., доцент кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. +380679941366, e-mail: dmitrieva-n76@mail.ru)
- Дорофєєв Віталій Степанович** – д.т.н., проф., зав. кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 097-229-69-37, e-mail: dorvs@ukr.net)
- Дубинка Олександр Володимирович** – аспірант кафедри організації і управління

- будівництвом Київського національного університету будівництва і архітектури (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, тел. 066-390-54-09, e-mail:dainfo@ukr.net)
- Дубінін Денис Владиславович** – старший науковий співробітник Науково-дослідного інституту Інноваційного будівництва, (01135, м Київ, вул. Золотоустівська, 44/22, кв 71, 067-445-55-57., e-mail:denveronly@gmail.com)
- Зельцер Роберт Якович** – к.е.н., проф., професор кафедри організації і управління будівництвом Київського національного університету будівництва і архітектури (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, тел. 044-245-48-50, e-mail:kaf_org@ukr.net)
- Каушнян Вікторія Владимировна** - преподаватель кафедры «Общеобразовательные и социально экономические дисциплины» Бендерского политехнического филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко, 3200, Молдова, г. Бендеры, ул. Бендерского Восстания, 7, тел. (+373 552) 6-09-63, e-mail: bkt@bpfpgu.ru)
- Кизима Виталий Владимирович** - преподаватель кафедры «Общеобразовательные и социально экономические дисциплины» Бендерского политехнического филиала ПГУ им. Т.Г. Шевченко, 3200, Молдова, г. Бендеры, ул. Бендерского Восстания, 7, тел. (+373 552) 6-09-63, e-mail: bkt@bpfpgu.ru)
- Кирилюк Станіслав Володимирович** – к.т.н., зав. лабораторії кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 048-220-47-09, e-mail: kirilstas@mail.ru)
- Клапченко Василь Іванович** – к.т.н., доц., завідувач кафедри фізики Київського національного університету будівництва і архітектури (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, тел. 044-241-54-40, e-mail: klap@knuba.edu.ua)
- Колесніченко Сергій Володимирович** – к.т.н., доц., доцент кафедри будівель конструкції, будівель і споруд Донбаської національної академії будівництва і архітектури (84333, Україна, м. Краматорськ Донецької обл., вул. Героїв Небесної Сотні (Лазо), 14, тел. 095-859-48-49, e-mail: svk.mk15@gmail.com)
- Корой Юлія Вікторівна** – студентка Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 063-629-00-54, e-mail: julia96koroi@gmail.com)
- Корнило Ірина Михайлівна** – к.е.н., доц., доцент кафедри організації будівництва та охорони праці Одеської державної академії будівництва та архітектури, (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 048-729-85-06, e-mail:irina_kornylo@mail.ru)
- Краснянський Григорій Юхимович** – к.ф.-м.н., доц., доцент кафедри фізики Київського національного університету будівництва і архітектури (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, тел. 044-241-54-40, e-mail: grkrasn@gmail.com)
- Крупченко Володимир Анатолійович** – к.т.н., доц., старший науковий співробітник ДП «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (03037, м. Київ, вул. Преображенська, 5/2, тел. 093-688-41-95, e-mail: krupchenko.sa@mail.ru)
- Кузнецова Ірина Олександрівна** – асистент кафедри фізики Київського національного університету будівництва і архітектури (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, тел. 044-241-54-40, e-mail: ikuzn@i.ua)
- Ласкуста Сергій Олегович** – аспірант, Науково-дослідний інститут в'язучих речовин і матеріалів ім. В.Д. Глуховського КНУБА, м. Київ (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, 067-700-37-24 ., lakusta.s@gmail.com)
- Ластівка Олес Васильович** (ПІБ ПОВНІСТЮ) - к.т.н., доц.,с.н.с. Науково-дослідний інститут в'язучих речовин і матеріалів ім. В.Д. Глуховського КНУБА, м. Київ (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, тел.095-728-37-55, e-mail:oles.lastivka@gmail.com)
- Менейлюк Іван Олександрович** – к.т.н., директор ТОВ «Жемчужина», Одеська державна академія будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 067-713-45-85, e-mail: meneyiv@gmail.com)
- Менейлюк Олександр Іванович** - д.т.н., професор, завідувач кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 048-220-47-09, e-mail: pr.mai@mail.ru)
- Нетеса Андрій Миколайович** – аспірант кафедри будівельного виробництва та геодезії

Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. А. Лазаряна (49010, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2, тел. 063-769-25-51, e-mail: andreynetesa@meta.ua)

Постернак Ірина Михайлівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри організації будівництва та охорони праці, Одеської державної академії будівництва та архітектури, (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 096-30-99-772 e-mail: posternak.i@gmail.com)

Постернак Сергій Олексійович - к.т.н., доцент, технічний фахівець Приватного підприємства «Композит» (м. Одеса, тел. 067-250-85-28, e-mail: icomos.rur@gmail.com)

Радкевич Анатолій Валентинович - д.т.н., професор, завідувач кафедри будівельного виробництва та геодезії Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. А. Лазаряна (49010, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2, тел. 098-307-81-44, e-mail: KVP@DSST.gov.ua)

Руденко Ігор Ігоревич - к.т.н., с.н.с, Науково-дослідний інститут в'язучих речовин і матеріалів ім. В.Д. Глуховського КНУБА, м. Київ (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, тел.066-270-9797, e-mail: igor.i.rudenko@gmail.com)

Собко Юрій Мирославович – к.т.н., доцент, доц., доцент кафедри автомобільних доріг та мостів Інституту будівництва та інженерії доквілля Національного університету «Львівська політехніка» (79013, Львів, вул. Карпінського 6; 2-й корпус, к. 306, тел. 032-258-25-17, e-mail: sobko.yuriy@ua.sika.com)

Уваров Денис Юрійович – Начальник проектного відділу Інженерно-будівельного підприємства «ФОРТ», (69041, м. Запоріжжя, вул. Дудикіна 28, тел.061-224-84-14, e-mail: 380976351616@ya.ru)

Уварова Анастасія Сергіївна – студент ПВНЗ «Європейський університет» (65033, м. Одеса, вул. Василя Стуса, 2 – Д, тел. 098-672-17-14, e-mail: nastya.pidoyma@mail.ru)

Федоренко Петро Петрович - д.т.н., с.н.с. професор кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 048-220-47-09, e-mail: list@ogasa.org.ua)

Хохрякова Дар'я Олександрівна - к.т.н., доц., доцент кафедри будівель конструкції, будівель і споруд Донбаської національної академії будівництва і архітектури (84333, Україна, м. Краматорськ Донецької обл., вул. Героїв Небесної Сотні (Лазо), 14, тел. 066 -327- 33- 23, e-mail: hohryakovad@gmail.com)

Чебанов Леонід Сергійович – к.т.н., доц., доцент кафедри технології будівельного виробництва Київського національного університету будівництва і архітектури (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, тел. 067-409-38-23, e-mail: l.chebanov@ukr.net)

Черніков Вадим Олександрович – студент Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюк (36011, м. Полтава, Першотравневий проспект, 24, тел. 099-244-03-82, e-mail: chernikov-vadim@ukr.net)

Чуб Ольга Анатоліївна – асистент кафедри організації будівництва і охорони праці Одеської державної академії будівництва та архітектури (65029, м.Одеса, вул. Дідріхсона, 4, тел. 063-742-81-41, e-mail:Olia2307@yandex.ru)

Шебек Микола Олександрович - к.т.н., проф., професор кафедри організації і управління будівництвом Київського національного університету будівництва і архітектури (03037, м. Київ, просп. Повітрофлотський, 31, тел. 044-245-48-51, e-mail: kaf_org@ukr.net.)

Шевчук Галина Ярославівна – к.т.н., доц., доцент кафедри автомобільних доріг та мостів Інституту будівництва та інженерії доквілля Національного університету «Львівська політехніка» (79013, Львів, вул.Карпінського 6; 2-й корпус, к. 306, тел. 032-258-25-17, e-mail: galia.shevchuk@ukr.net)

Юрко Ілона Анатоліївна – к.т.н., доцент кафедри технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюк (36011, м. Полтава, Першотравневий проспект, 24, тел. 066-934-52-70, e-mail: ilona.yurko@yandex.ua)

Юрко Павло Анатолійович – к.т.н., старший науковий співробітник ДП «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (03037, м. Київ, вул. Преображенська, 5/2, тел. 066-910-95-39, e-mail: yurko_pa@mail.ru)