

УДК 69.05:72.025.4

**ИССЛЕДОВАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ОБЛАСТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ  
СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ МОНТАЖНЫХ И БЕТОНУКЛАДОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ  
ПРИ РЕСТАВРАЦИИ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ**

*Сергей Осипов*

*Киевский национальный университет строительства и архитектуры,  
Воздухофлотский проспект 31, Киев, Украина, e-mail: SerYosip@i.ua*

**RESEARCH AND RATIONALE OF THE FIELD OF RATIONAL APPLICATION  
MEANS OF MECHANIZATION OF INSTALLATION AND CONCRETE PROCESSES  
AT THE RESTORATION OF ARCHITECTURAL MONUMENTS**

*Sergei Osipov*

*Kyiv National University of Construction and Architecture,  
Povitroflotsky prospect 31, Kyiv, Ukraine, e-mail: SerYosip@i.ua*

**АННОТАЦИЯ.** Статья рассматривает определение и технико-экономическое обоснование рациональных режимов и способов механизации основных строительных процессов, выполняемых в условиях реставрации памятников архитектуры. Приведены области рационального применения средств механизации для монтажных и бетоноукладочных процессов.

**Ключевые слова:** технология реставрации, памятники архитектуры, средства механизации, область рационального применения.

**АНОТАЦІЯ.** Стаття розглядає визначення і техніко-економічне обґрунтування раціональних режимів і способів механізації основних будівельних процесів, які виконуються в умовах реставрації пам'яток архітектури. Наведено області раціонального застосування засобів механізації для монтажних і бетоноукладальних процесів.

**Ключові слова:** технологія реставрації, пам'ятники архітектури, засоби механізації, область раціонального застосування.

**ABSTRACT.** The **purpose** of these studies is the definition and feasibility study of rational regimes and methods of mechanization of the basic construction processes performed in the conditions of restoration of monuments of architecture. **Methodology/approach.** When justifying rational regimes and methods of mechanization of installation and concrete-laying processes (areas of rational use of means of mechanization), we proceed from the following basic principles:

- systematic account of the interrelations between the mechanized process and the conditions of its functioning;
- technological feasibility of the estimated mechanization options;
- bringing the evaluated variants to a comparable type based on the used initial parameters and the optimality criteria.

**Findings.** It is established that self-propelled gantry cranes are effective for a duration of work at the facility for at least 0.5 – 2 days (depending on the size of the crane), and tower cranes – for a duration of work at the facility for at least 2 to 4 months. Trailed concrete pumps are advisable to use at a volume of work at the object of at least 10 – 15 m<sup>3</sup> and a change in the intensity of concreting over 5 – 10 m<sup>3</sup>/ch., and auto concrete pumps – with a workload at the facility of more than 15 m<sup>3</sup> and a change in intensity of 15 – 20 m<sup>3</sup>/ch. Shotcrete installations are expedient for a work volume of at least 10 – 15 m<sup>3</sup> and a change in intensity of 3 – 5 m<sup>3</sup>/ch., and shotcrete machines – with a workload of at least 10 – 15 m<sup>3</sup> and a removable intensity of 6 – 10 m<sup>3</sup>/ch. Installations for spray-concreting are advisable for a scope of work on the site of at least 10 – 15 m<sup>3</sup> and a change in intensity of at least 5 – 12 m<sup>3</sup>/ch., and machines for spraying concreting – with a work volume of 15 m<sup>3</sup> or more, a change in the intensity of concreting no less than 10 – 15 m<sup>3</sup>/ch.

**Key words:** technology of restoration, monuments of architecture, means of mechanization, area of rational use.

**ВСТУП**

Исследование и обоснование рациональных методов реставрации памятников ар-

хитектуры базируется на следующем принципе – технология реставрации памятников архитектуры должна обеспечивать высокопроизводительное выполнение всего ком-

плекса строительно-монтажных реставрационных работ при одновременном гарантированном обеспечении архитектурно-исторической идентичности объекта реставрации.

При этом, оценка технологической реализуемости решений формируется как система технологических ограничений, учитывающих современный технологический уровень строительного производства – наличие методов выполнения и механизации строительных процессов, а также возможные условия производства работ.

## АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Анализ исследований и публикаций посвященных механизации строительно-монтажных работ, в том числе при реконструкции [1, 2, 4] и капитальном ремонте зданий [3], а также определению области рационального применения средств механизации [5] позволил сделать вывод о недостаточном учете в существующих методиках строительно-технологических параметров и специфических условий реставрации, что не позволяет в достаточной мере учитывать их при выборе рациональных режимов и способов механизации строительных процессов, выполняемых при реставрации памятников архитектуры.

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является определение и технико-экономическое обоснование рациональных режимов и способов механизации основных строительных процессов, выполняемых в условиях реставрации памятников архитектуры.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

На основании выполненного исследования строительно-технологических параметров и условий реставрации [6-9], а также с учетом разработанных конструктивных и технологических решений и моделей [10], в

качестве основных строительных процессов в исследовании рассматривались монтажные и бетоноукладочные процессы как процессы наиболее представительные по объему использования и трудоемкости.

При обосновании рациональных режимов и способов механизации монтажных и бетоноукладочных процессов (области рационального применения средств механизации) исходим из следующих основных принципов:

- системный учет взаимосвязей между механизированным процессом и условиями его функционирования;
- технологической обоснованности оцениваемых вариантов механизации;
- приведение оцениваемых вариантов к сопоставимому виду по используемым исходным параметрам и критериям оптимальности.

Учет взаимосвязи между моделируемым механизированным процессом и условиями его функционирования осуществляется прогнозированием эксплуатационной производительности основных машин комплекта, выполняющих процесс в условиях реставрации памятников архитектуры.

Оценка влияния условий реставрации на эксплуатационную производительность основных машин комплекта осуществляется учетом изменения продолжительности цикла (для циклических машин – краны) или длительности работы основной машины (непрерывного принципа действия – бетононасосы, торкрет-установки, и т.п.), а также учетом временного режима использования основных машин комплекта на протяжении смены:

$$k_{вр} = k_{в} - \sum k_i \quad (1)$$

где  $k_{вр}$  – коэффициент использования машины во времени в условиях реставрации;  $k_{в}$  – коэффициент использования машины во времени в нормативных условиях, принимается равным 0,8;  $k_i$  – коэффициент, учитывающий дополнительные перерывы в работе, обусловленные влиянием факторов сложности. В расчетах принято: дополнительный инструктаж ( $k_1 = 0,02$ ); дополнительные перерывы на изучение сложных

условий работ ( $k_2 = 0,03$ ); ожидание открытия фронта работ ( $k_3 = 0,05$ ).

Изменение длительности цикла в условиях реставрации учитывалось расчетом длительности его составляющих из предположения, что скоростные режимы работы кранов характеризуются минимально возможными скоростями, а длительность операций наводки, ориентирования и установки устанавливалась на основе разработанных технологических решений [11].

Тогда, для циклических машин эксплуатационная производительность определяется по формуле

$$\Pi_{\text{см.р}}^{j,i} = T Q_j k_g k_{\text{вр}} n_{\text{ц.р}}^{j,i}, \quad (2)$$

где  $\Pi_{\text{см.р}}^{j,i}$  – эксплуатационная сменная производительность  $j$ -й машины в  $i$ -х условиях реставрации;  $T$  – продолжительность смены, принятая равной 8 ч;  $Q_j$  – грузоподъемность  $j$ -й машины, т;  $k_g$  – коэффициент использования грузоподъемности;  $n_{\text{ц.р}}^{j,i}$  – количество циклов в час.

Эксплуатационная производительность машин непрерывного действия устанавливается по формуле

$$\Pi_{\text{см.р}}^{j,i} = \Pi_{\text{т}}^j k_{\text{тр}} k_{\text{вр}}, \quad (3)$$

где  $\Pi_{\text{т}}^j$  – техническая сменная производительность  $j$ -й машины, м<sup>3</sup>/см;  $k_{\text{тр}}$  – переходной коэффициент от технической производительности к эксплуатационной, принят равным 0,45 (учитывает перерывы в работе на обслуживание механизмов, подготовку его к работе, очистку бетоноводов, их перекладку, ликвидацию пробок и другие перерывы [12]).

Технологическая обоснованность оцененных вариантов механизации монтажных и бетоноукладочных процессов, выполняемых в условиях реставрации, обеспечивается использованием при их формировании разработанных технологических решений [11].

Приведение сравниваемых вариантов к сопоставимому виду обеспечивается использованием нормализованных исходных параметров: физические объемы работ на объекте (работы малообъемные, рассредо-

точенные по фронту и во времени, сменные объемы работ по обследованным объектам-представителям составляют от 3 ...4 до 20 ... 30 м<sup>3</sup> монолитного или сборного железобетона), вид и параметры реставрируемых конструкций, а также строительные машины и оборудование, приведенные к сопоставимому виду по уровню цен, тарифов, норм и пр.

В качестве критерия оптимальности используется удельная себестоимость механизированного процесса:

*при монтаже конструкций*, определяемая по формуле

$$C_{\text{м}}^i = \frac{(\frac{c_{\text{ед}}^i}{x^i} + \frac{c_{\text{г}}^i}{T_{\text{год}}^i} + c_3^i) x^i + c_{\text{доп}}^i}{x^i \Pi_{\text{э.р}}^i n}, \quad (4)$$

где  $C_{\text{м}}^i$  – удельная себестоимость монтажного процесса при использовании  $i$ -го вида и типоразмера монтажного крана, грн/м<sup>3</sup>;  $c_{\text{ед}}^i$  – единовременные затраты на доставку, монтаж-демонтаж  $i$ -го монтажного крана и пробный пуск, грн;  $c_{\text{г}}^i$  – годовые затраты на содержание и ремонт  $i$ -го крана и амортизационные отчисления, грн;  $T_{\text{год}}^i$  – количество часов работы  $i$ -го крана в году, ч;  $c_3^i$  – эксплуатационные текущие затраты на заработную плату машинистам, стоимость энергоматериалов, затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт, грн;  $c_{\text{доп}}^i$  – дополнительные затраты, связанные с устройством и разборкой подкрановых путей, кабельных лотков, грн;  $\Pi_{\text{э.р}}^i$  – эксплуатационная среднесменная производительность  $i$ -го монтажного крана, м<sup>3</sup>/см;  $x^i$  – продолжительность работы  $i$ -го крана на объекте (переменная величина и варьируется от 0,25 до 6 мес.);  $n$  – количество смен работы в месяце, принято равной 21 смене;

*при укладке бетонной смеси*, определяемая по следующим математическим моделям

$$C_6^i = \frac{(\frac{c_{\text{ед}}^i}{v_0^{\text{ср}}/x_{\text{э.р}}^i} + \frac{c_{\text{г}}^i}{T_{\text{год}}^i} + c_3^i) \frac{v_0^{\text{ср}}}{x_{\text{э.р}}^i}}{x^i \Pi_{\text{э.р}}^i n}, \quad (5)$$

$$C_6^i = \frac{\left( \frac{c_{ед}^i}{y_0^{cp} / \Pi_{э,р}^i} + \frac{c_r^i}{T_{год}^i} + c_3^i \right) \frac{y_0^{cp}}{\Pi_{э,р}^i}}{y_0^{cp}}, \quad (6)$$

где  $C_6^i$  – удельная себестоимость процесса подачи и распределения бетонной смеси при использовании  $i$ -го вида и типоразмера бетоноукладочной машины, грн/м<sup>3</sup>;  $c_{ед}^i$  – единовременные затраты на перебазирование  $i$ -го вида бетоноукладочной машины на объект, грн;  $c_r^i$  – годовая сумма амортизационных отчислений, грн;  $T_{год}^i$  – количество часов работы  $i$ -й бетоноукладочной машины в году, ч;  $c_3^i$  – эксплуатационные текущие затраты на заработную плату машинистам, стоимость энергоматериалов, затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт, грн;  $x_{э,р}^i, \Pi_{э,р}^i$  – эксплуатационная среднесменная производительность  $i$ -й бетоноукладочной машины (для первой модели (5) варьируется от 5 до 70 м<sup>3</sup>/см, во второй модели (6) рассчитывается);  $v_0^{cp}, y_0^{cp}$  – объем работ на объекте (для первой модели устанавливается по данным статистической обработки объектов-представителей и принятый равным 500 м<sup>3</sup>, а для второй модели – варьируется от 5 до 1000 м<sup>3</sup>).

Область рационального применения средств механизации монтажных и бетоноукладочных процессов в условиях реставрации арочных конструкций и сводов памятников архитектуры устанавливалась по специально разработанной программе, реализованной средствами Microsoft Excel [10].

Технико-экономический анализ выполнен для вариантов строительных машин, сформированных на основе существующего современного типоразмерного ряда средств механизации.

Для механизации монтажных процессов приняты следующие виды и типоразмеры (по величине главного параметра) монтажные краны:

- башенные краны грузоподъемностью, т, 5; 8; 10; 25;
- гусеничные краны грузоподъемностью, т, 16; 25;

– пневмоколесные краны грузоподъемностью, т, 16; 25;

– краны на спецшасси автомобильного типа грузоподъемностью, т, 16; 25;

– автомобильные краны стреловые грузоподъемностью, т, 10; 16.

Механизация бетоноукладочных процессов предусмотрена с использованием машин для подачи и нанесения бетонной смеси следующих видов и типоразмеров: бетононасосы технической производительности, м<sup>3</sup>/ч: прицепные – до 20; 30; 40; 65; автобетононасосы – до 65; до 100; до 120; машины и установки для торкретирования технической производительностью м<sup>3</sup>/ч: торкрет установки агрегатного типа – 4; 6;

**Таблица 1.** Область рационального применения монтажных кранов при реставрации памятников архитектуры

**Table 1.** The field of rational use of installation cranes in the restoration of architectural monuments

Вид крана и его типоразмер	Продолжительность работы на объекте, не меньше, мес (дни)
Башенные краны грузоподъемностью, т: до 5 до 8 до 10 16 и выше	2 2,5 – 3 3,5 4
Гусеничные стреловые краны грузоподъемностью, т: до 16 25 и выше	1,5 1,5 – 2
Пневмоколесные стреловые краны грузоподъемностью, т: до 16 25 и выше	1,5 1,5 – 2
Стреловые краны на спецшасси автомобильного типа грузоподъемностью, т: до 16 25 и выше	0,5 1,5
Автомобильные стреловые краны грузоподъемностью, т: до 10 16 и выше	0,5 0,5

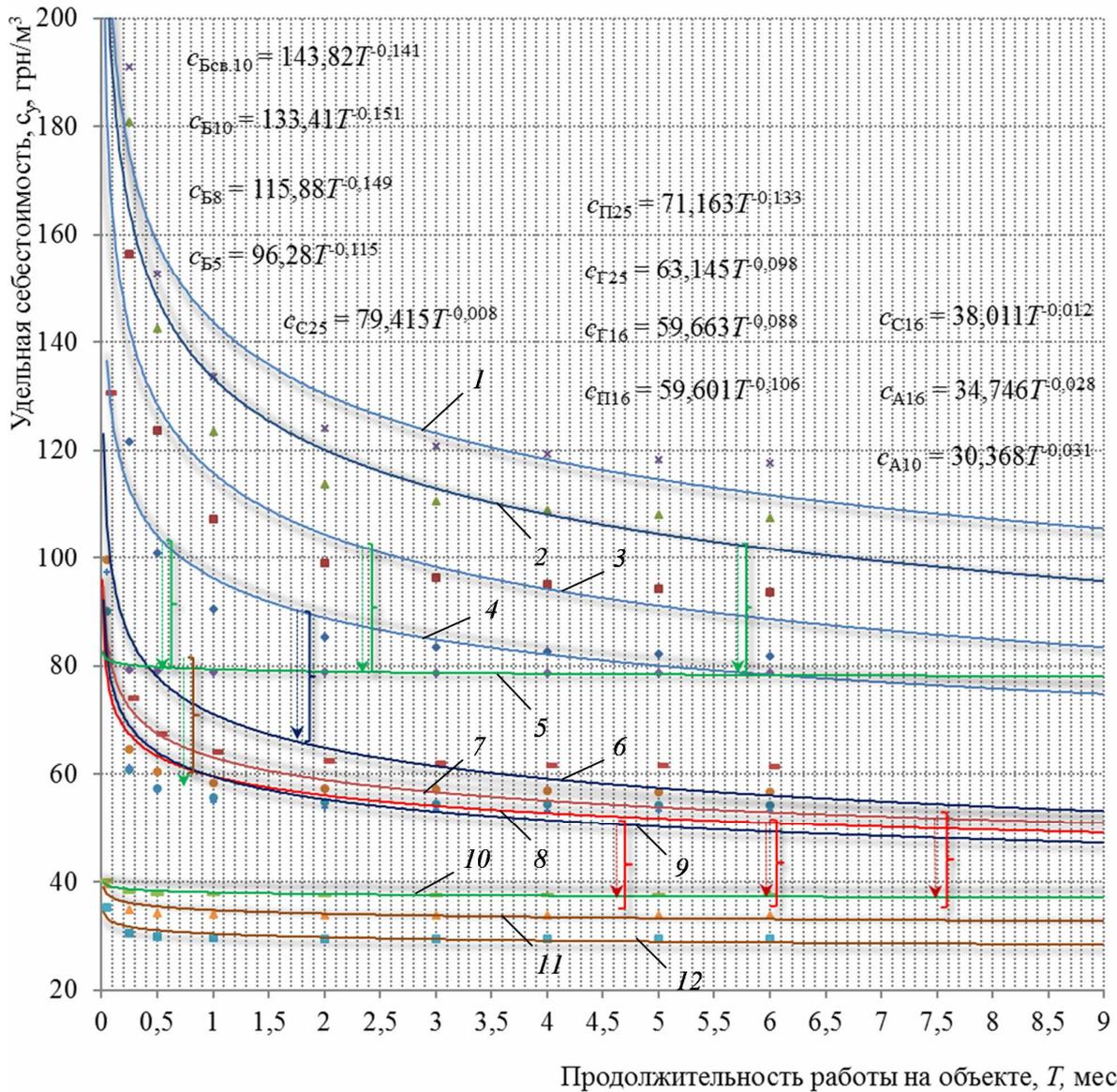
8; торкрет-машины на пневматическом ходу с манипуляторами – 6; 8; 12; 14; машины и установки для набрызга бетонной смеси технической производительностью м<sup>3</sup>/ч: установки агрегатного типа прицепные – 8; 10; 12; машины на автомобильном ходу с манипуляторами – 10; 15; 25.

Анализ полученных зависимостей (рис. 1, 2 а-в) позволил установить область рационального применения монтажных

кранов в зависимости от продолжительности работы на объекте (табл. 1).

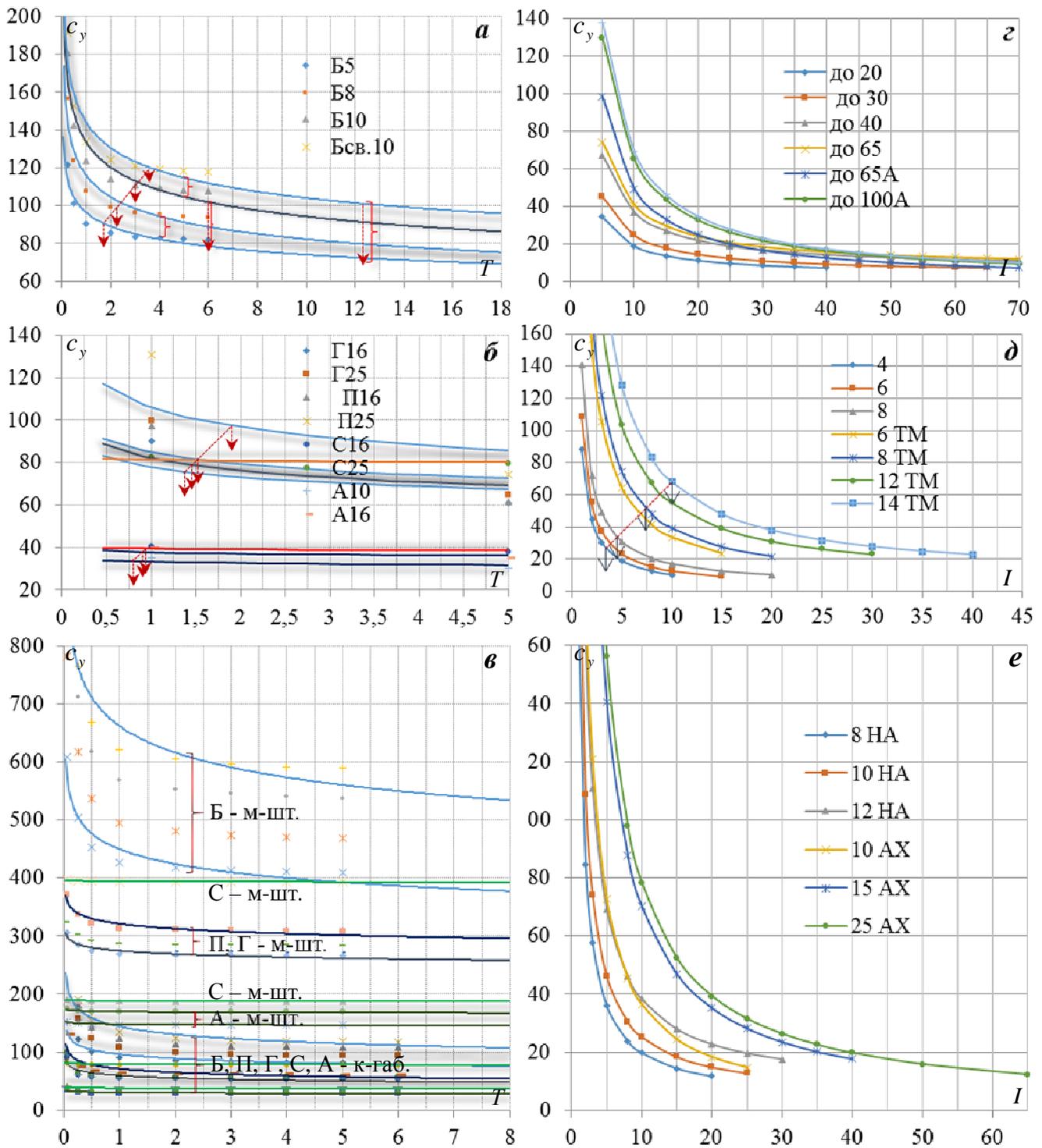
В целом монтажные краны можно выделить в три основные группы по эффективности их применения.

Себестоимость применения *автомобильных кранов и кранов на спецшасси автомобильного типа* для кранов одного типоразмера (грузоподъемности) и продолжительности работы на объекте ниже, чем



**Рис. 1.** Зависимость между продолжительностью работы монтажных кранов на объекте и удельной себестоимостью механизированного монтажного процесса: 1–4 – башенные краны типоразмерного ряда, соответственно, до 5 т; 8 т; 10 т; 16 т и более; 6, 9 и 7, 8 – соответственно, пневмоколесные и гусеничные краны грузоподъемностью 16, 25 т; 5, 10 – краны на спецшасси автомобильного типа грузоподъемностью 16, 25 т; 11, 12 – автомобильные краны грузоподъемностью 10, 16 т

**Fig. 1.** Dependence between the duration of operation of installation cranes at the facility and the specific cost of a mechanized installation process: 1–4 – tower cranes of the standard size, respectively, up to 5 tons; 8 t; 10 t; 16 tons or more; 6, 9 and 7, 8 – respectively, pneumatic and crawler cranes of 16, 25 t capacity; 5, 10 – cranes on special chassis of automobile type with carrying capacity of 16, 25 tons; 11, 12 – truck cranes of 10, 16 tons capacity



**Рис. 2.** Зависимости между продолжительностью ( $T$ ) работы башенных (*a*) и стреловых мобильных (*б*) кранов на объекте, и удельной себестоимостью ( $c_y$ ) механизированного монтажного процесса (для соответственного типоразмера), в том числе при различной крупности монтажных элементов (*в*); а также между сменной интенсивностью ( $I$ ) бетонирования на объекте, и удельной себестоимостью ( $c_y$ ) прицепных и автобетононасосов (*з*), торкрет-установок и торкрет-машин (*д*), установок и машин (машины с манипуляторами на автомобильном ходу) для набрызг-бетонирования (*е*).

**Fig. 2.** The relationships between the duration ( $T$ ) of operation of the tower (*a*) and boom mobile (*б*) cranes at the facility, and the specific self-value ( $c_y$ ) of the mechanized installation process (for the appropriate size), including for various sizes of mounting elements (*в*); as well as between the replacement intensity of concreting ( $I$ ) at the site, and the specific self-value ( $c_y$ ) of trailer and autoconcrete pumps (*з*), shotcrete plants and shotcrete machines (*д*), mechanisms and machines (machines with manipulators on the road) for spray-concreting (*е*).

гусеничных и пневмоколесных, себестоимость которых в свою очередь, как правило, значительно ниже, чем у башенных кранов (см. рис. 1, 2 а-в).

Стреловой кран на спецшасси автомобильного типа грузоподъемностью 25 т при объеме работ на объекте до 0,5 месяца более эффективен по сравнению с гусеничными и пневмоколесными стреловыми кранами (см. рис. 1, 2 б).

При продолжительности работы на объекте 0,5...2,5 месяцев он более эффективен башенных кранов малых типоразмеров (5...8 т), но уступает по эффективности гусеничным и пневмоколесным кранам грузоподъемностью 16...25 т. При продолжительности работы на объекте свыше 2,5 месяцев с ним начинают конкурировать легкие башенные краны (грузоподъемностью до 8 т), а при продолжительности не менее 6 месяцев с ним конкурируют все рассмотренные выше типоразмеры башенных кранов.

Таким образом, кран на спецшасси автомобильного типа грузоподъемность 25 т, при условии оснащения его башенно-стреловым оборудованием, является альтернативой легким башенным кранам при длительности работы на объекте до 2,5 мес. и башенным кранам грузоподъемностью 10...25 т и выше при продолжительности работы на объекте до 6 мес.

Анализ полученных зависимостей между удельной себестоимостью механизированного процесса и сменной интенсивности бетонирования (рис. 2 г-е), а также зависимостей между удельной себестоимостью механизированного процесса и объемами работ на объекте (рис. 3) позволил установить рациональные области применения бетоноукладочных машин при реставрации арочных конструкций и сводов памятников архитектуры (табл. 2).

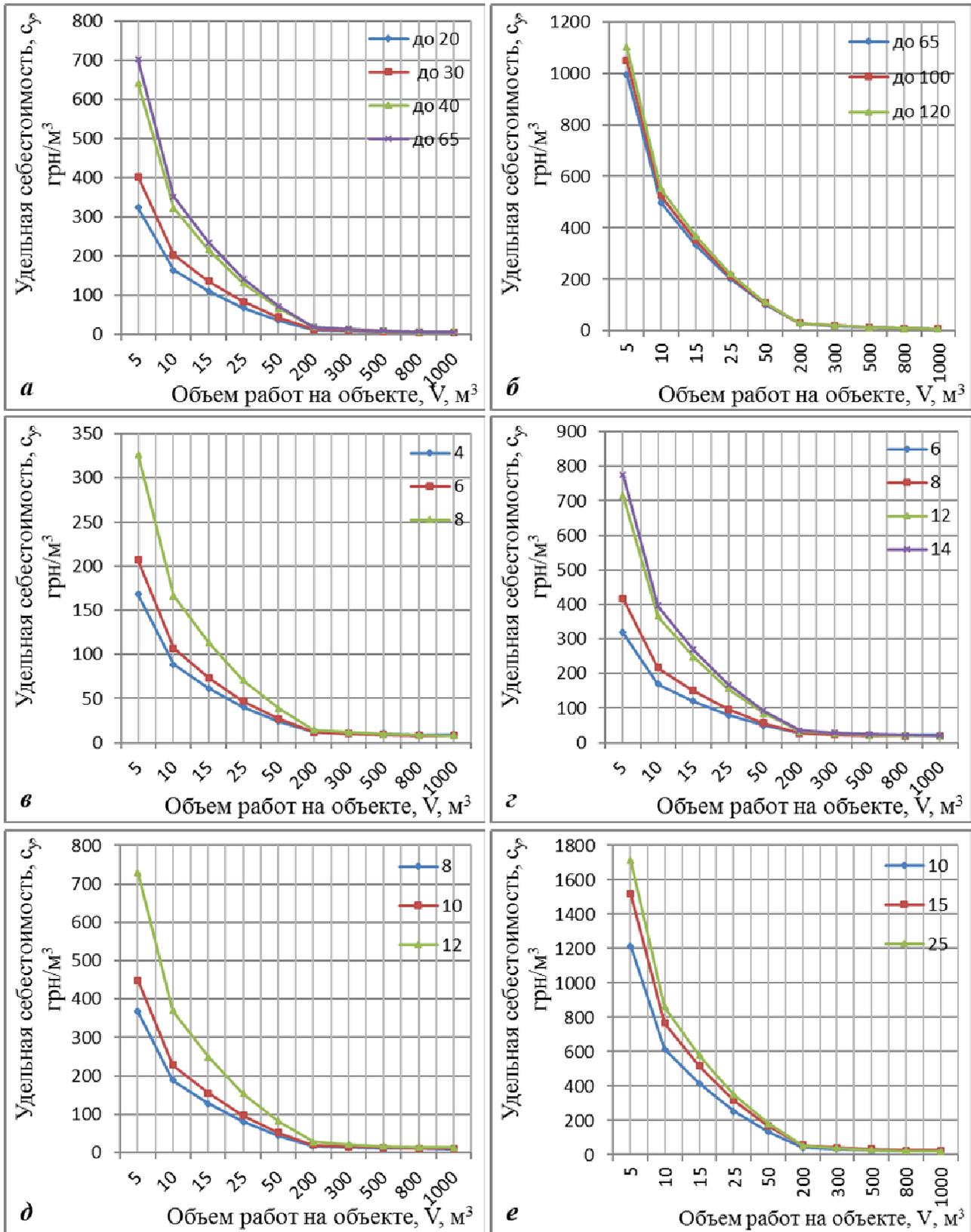
Прицепные бетононасосы подачей до 20 и 30 м<sup>3</sup>/ч целесообразно использовать при объеме работ на объекте не менее 10 м<sup>3</sup> и сменной интенсивности бетонирования свыше 5...10 м<sup>3</sup>/см, а прицепные бетононасосы подачей до 40 и 65 м<sup>3</sup>/ч – при объеме работ не менее 15 м<sup>3</sup> и сменной интенсивности не менее 10 м<sup>3</sup>/см.

Машины для набрызг-бетонирования подачей до 10 м<sup>3</sup>/ч – при объеме работ 15м<sup>3</sup> и более, сменной интенсивности бетонирования не менее 10...12 м<sup>3</sup>/см, подачей до 15 и до 25 м<sup>3</sup>/ч – при объеме работ на

**Таблица 2.** Область рационального применения бетоноукладочных машин при реставрации памятников архитектуры

**Table 2.** Area of rational use of concrete packing machines in the restoration of architectural monuments

Вид бетоноукладочной машины и ее типоразмер	Минимальный объем работ на объекте, м <sup>3</sup>	Сменная интенсивность бетонирования, м <sup>3</sup> /см., не менее
Прицепные бетононасосы подачей, м <sup>3</sup> /ч:		
до 20	10	5 ... 10
до 30	10	10
до 40	15	10
до 65	15	10
Автобетононасосы подачей, м <sup>3</sup> /ч		
до 65	15	15
до 100	15	15 ... 20
до 120	15	15 ... 20
Торкрет-установки подачей, м <sup>3</sup> /ч		
до 4	10	3
до 6	10	4
до 8	15	5
Торкрет-машины подачей, м <sup>3</sup> /ч		
до 6	10	6 ... 7
до 8	10	6 ... 7
до 12	15	8 ... 9
до 14	15	10
Установки для набрызг-бетонирования подачей, м <sup>3</sup> /ч		
до 8	10	5 ... 8
до 10	10	10
до 12	15	10 ... 12
Машины для набрызг-бетонирования подачей, м <sup>3</sup> /ч		
до 10	15	10 ... 12
до 15	15 ... 20	15
до 25	15 ... 20	15



**Рис. 3.** Зависимость между объемом работ на объекте и удельной себестоимостью, соответственно, для прицепных бетононасосов (а), автобетононасосов (б), торкрет-установок (в), торкрет-машин (г), агрегатов (д) и машин (е) для набрызг-бетонирования соответствующих типоразмеров (в м<sup>3</sup>/ч)

**Fig. 3.** Dependence between the scope of work at the facility and the unit cost, respectively, for trailer concrete pumps (a), autoconcrete pumps (b), shotcrete plants (v), shotcrete machines (z), aggregates (d) and machines (e) for Nabryzg-concreting of appropriate types (in м<sup>3</sup>/h)

объекте более 15...20 м<sup>3</sup> и сменной интенсивности 15 м<sup>3</sup>/см.

## ВЫВОДЫ

1. На основе выполненного экономико-математического моделирования механизированных процессов установлена рациональная область применения средств механизации монтажных и бетоноукладочных процессов – монтажных кранов: башенных передвижных, стреловых – гусеничных, пневмоколесных, на спецшасси автомобильного типа, автомобильных; бетоноукладочных машин: прицепных бетононасосов и автобетононасосов для подачи и распределения бетонной смеси в блоке бетонирования, торкрет установок и машин для торкретирования, установок и машин для набрызг-бетонирования. Рациональные технологические параметры и режимы применения средств механизации установлены на основе анализа полученных закономерностей, отражающих зависимость между удельной себестоимостью механизированного процесса и объемами работ на объекте и сменной интенсивностью бетонирования конструкций.

2. Установлено, что самоходные стреловые краны эффективны при продолжительности работы на объекте не менее 0,5 ... 2 дней (в зависимости от типоразмера крана), а башенные краны – при продолжительности работы на объекте не менее 2 ... 4 месяцев. Прицепные бетононасосы целесообразно использовать при объеме работ на объекте не менее 10 ... 15 м<sup>3</sup> и сменной интенсивности бетонирования свыше 5 ... 10 м<sup>3</sup>/см, а автобетононасосы – при объеме работ на объекте более 15 м<sup>3</sup> и сменной интенсивности 15 ... 20 м<sup>3</sup>/см. Торкрет установки целесообразны при объеме работ не менее 10 ... 15 м<sup>3</sup> и сменной интенсивности 3 ... 5 м<sup>3</sup>/см, а торкрет-машины – при объеме работ на объекте не менее 10 ... 15 м<sup>3</sup> и сменной интенсивности 6 ... 10 м<sup>3</sup>/см. Установки для набрызг-бетонирования целесообразны при объеме работ на объекте не менее 10 ... 15 м<sup>3</sup> и сменной интенсивности не менее 5...12 м<sup>3</sup>/см, а машины для на-

брызг-бетонирования – при объеме работ 15 м<sup>3</sup> и более, сменной интенсивности бетонирования не менее 10...15 м<sup>3</sup>/см.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Беляков Ю. И.* Средства механизаций при реконструкции промышленных зданий / Беляков Ю. И., Романушко Е. Г., Запороженко С. А. – К.: Будівельник, 1987. – 144 с.
2. *Білоконь А. І.* Організаційно-технологічні аспекти обґрунтування якісного і кількісного складу будівельних машин для реконструкції: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 05.23.08 «Технологія та організація промислового і цивільного будівництва» / А. І. Білоконь. – Х.: 1998. – 35 с.
3. *Ланцов В. А.* Механизация капитального ремонта жилых домов / В. А. Ланцов. – [2-е изд.]. – Л.: Стройиздат, 1979. – 200 с.
4. *Рекомендации по механизации строительно-монтажных работ в условиях реконструкции промышленных предприятий.* – М.: ЦНИИ-ОМТП, Госстрой СССР, 1988. – 48 с.
5. *Беляков Ю. И.* Рекомендации по рациональному применению малогабаритных погрузчиков // Ю. И. Беляков, Л. С. Чебанов, Л. П. Мотовилова. – К.: Теплицтех-монтаж, КИСИ, 1988. – 73 с.
6. *Осипов С. А.* Методика исследования факторов, влияющих на выбор рациональных методов реставрации арочных конструкций и сводов памятников архитектуры / Осипов С. А. // Містобудування та територіальне планування: Науково-технічний збірник. Вип. 41. – Київ, КНУБА, 2011. С. 313–318
7. *Осипов С. А.* Обоснование основных групп факторов, влияющих на выбор рациональных методов реставрации арочных конструкций и сводов памятников архитектуры / Осипов С. А. // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: Зб. наук. праць. – Вип. 24. У 2ч. Ч.1. Київ, КНУБА, 2011. С. 89–93
8. *Осипов С. А.* Обоснование и выбор рациональных методов реставрации арочных конструкций и сводов памятников архитектуры. Влияющие факторы / Осипов С. А. // Строительство и техногенная безопасность: Сб. науч. труд. – Выпуск 44, Симферополь, НАПКС, 2012. С. 64–68
9. *Осипов С. А.* Исследование строительно-технологических характеристик арочных конструкций и сводов памятников архитек-

- туры Украины / Осипов С. А. // Актуальные проблемы строительного и дорожного комплексов: материалы международной научно-практической конференции (4-6 июня 2013 г., г. Йошкар-Ола). – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технический университет, 2013. С. 30 – 35
10. Осипов С. А. Рекомендации по технологии реставрации арочных конструкций и сводов / С. А. Осипов, В. К. Черненко // Киев : КНУСА, 2012. – 44 с.
  11. Осипов С. А. Исследование и разработка рациональных организационно-технологических моделей реставрации арочных конструкций и сводов памятников архитектуры / Осипов С. А. // Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві» – № 2(13). – Вінниця: «Універсум-Вінниця» – 2012. – С. 69–72
  12. Балицкий В. С. Методические рекомендации по применению механизированных комплексов на основе бетононасоса / Балицкий В. С. Кацман А. Я., Власенко И. А. и др. // К.: НИИСП Госстроя УССР, 1984. – 54 с.
  13. Воляннюк В. Шляхи удосконалення краноманіпуляторних установок / В. Воляннюк // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – Київ. – №81. – 2013. – С. 24-30.
  14. Черноусенко Г. Принципы конструирования, изготовления и эксплуатации смесителей для производства поризованных бетонов / Г. Черноусенко // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – Київ. – №83. – 2014. – С. 55-60.
  15. Мачишин Г. Робочі органи машин та механізмів для очищення поверхонь будівельної техніки // Всеукраїнський збірник наукових праць "Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини". – Київ. – 2014. – №83. – С. 69-79.
  16. Сукач М. Техногенно-екологічні проблеми використання землерийно-транспортної техніки / М. Сукач, Ю. Шкабура // Всеукраїнський збірник наукових праць "Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини". – Київ. – 2015. – №86. – С. 71-75.
  2. Bilokon' A. I., 1998. Organizacijno-tehnologichni aspekti obgruntuvannja jakisnogo i kil'kisnogo skladu budivel'nih mashin dlja rekonstrukcii [Organizational and technological aspects of the study qualitative and quantitative composition construction machinery for reconstruction]. Avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupnja doktora tehn. nauk, spec. 05.23.08 «Tehnologija ta organizacija promislovogo i civil'nogo budivnictva» [Thesis. Dis. for the degree of Doctor of Engineering sciences for specials. 05.23.08 "Technology and organization of industrial and civil construction]. Kharkiv, 35.
  3. Lancov V. A., 1979. Mehanizacija kapital'nogo remonta zhilyh domov [Mechanization of major repairs of residential buildings]. Leningrad, Strojizdat, 200.
  4. Rekomendacii po mehanizacii stroitel'nomontazhnyh robot v uslovijah rekonstrukcii promyshlennyh predpriyatij [Recommendations for the mechanization of construction and installation work in the conditions of reconstruction of industrial enterprises]. 1988. Moscow, CNIIOMTP, Gosstroj USSR, 48.
  5. Ju. I. Beljakov, L. S. Chebanov, L. P. Motovilova, 1988. Rekomendacii po racional'nomu primeneniju malogabaritnyh pogruzchikov [Recommendations for the rational use of small-sized forklifts]. Kiev, Teplicteh-montazh, KISI, 73.
  6. Osipov S. A., 2011. Metodika issledovanija faktorov, vlijajushhih na vybor racional'nyh metodov restavracii arochnyh konstrukcij i svodov pamjatnikov arhitektury [Methodology of research of the factors influencing the choice of rational methods of restoration of arched constructions and arches of monuments of architecture]. Mistobuduvannja ta teritorial'ne planuvannja, Naukovo-tehnichnij zbirnik [Urban and territorial planning: Scientific and Technical Collection], No. 41, 313–318.
  7. Osipov S. A., 2011. Obosnovanie osnovnyh grupp faktorov, vlijajushhih na vybor racional'nyh metodov restavracii arochnyh konstrukcij i svodov pamjatnikov arhitektury [Substantiation of the main groups of factors influencing the choice of rational methods of restoration of arch structures and arches of architectural monuments]. Shljahi pidvishhennja effektivnosti budivnictva v umovah formuvannja rinkovih vidnosin: Zb. nauk. prac' [Ways to improve the efficiency of construction in terms of market relations: Coll. Science. papers], No. 24, 89–93.
  8. Osipov S. A., 2012. Obosnovanie i viber racional'nyh metodov restavracii arochnyh konstrukcij

## REFERENCES

1. Beljakov Ju. I., Romanushko E. G., Zaporozhchenko S. A., 1987. Sredstva mehanizacij pri rekonstrukcii promyshlennyh zdanij [Means of mechanization for the reconstruction of industrial buildings]. Kiev, Budivel'nik, 144.

- i svodov pamjatnikov arhitektury. Vlijajushhie factory [Rationale and choice of rational methods of restoration of arched constructions and arches of architectural monuments. Influencing factors]. Stroitel'stvo i tehnogennaja bezopasnost': Sb. nauch. trud. [Building and technogenic security: Sat. Sci. work.], No. 44, 64–68.
9. *Osipov S. A., 2013.* Issledovanie stroitel'no-tehnologicheskikh karakteristik arochnykh konstrukcij i svodov pamjatnikov arhitektury Ukrainy [Research of building and technological characteristics of arched constructions and arches of monuments of architecture of Ukraine]. Aktual'nye problemy stroitel'nogo i dorozhnogo kompleksov, materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [Actual problems of the construction and road complexes: materials of the international scientific and practical conference]. Joshkar-Ola, 30 – 35.
  10. *Osipov S. A., Chernenko V. K., 2012.* Rekomendacii po tehnologii restavracii arochnykh konstrukcij i svodov [Recommendations on the technology of restoration of arch structures and arches]. Kiev, KNUSA, 44.
  11. *Osipov S. A.,* Issledovanie i razrabotka racional'nyh organizacionno-tehnologicheskikh modelej restavracii arochnykh konstrukcij i svodov pamjatnikov arhitektury [Research and development of rational organizational and technological models of restoration of arch structures and arches of monuments of architecture]. Naukovo-tehnichnij zbirnik «Suchasni tehnologii, materialy i konstrukcii v budivnictvi» [Scientific and technical collection "Modern technologies, materials and constructions in building"], no. 2(13), 69–72.
  12. *Balickij V. S., Kacman A. Ja., Vlasenko I. A. and others, 1984.* Metodicheskie rekomendacii po primeneniju mehanizirovannykh kompleksov na osnove betononasosa [Methodical recommendations for the use of mechanized complexes based on a concrete pump]. Kiev, NIISP Gosstroja USSR, 54.
  13. *Volianyuc V., 2013.* [Ways of improvement crane-manipulator installations]. Girnichi, budivel'ni, dorozhni ta meliorativni mashini. [Mining, construction, road and meliorative machine], No. 81, 24-30. – (in Ukrainian).
  14. *Chernousenko G., 2014.* [Principles for desing, manufacture and operation mixers for aerated concrete]. Girnichi, budivel'ni, dorozhni ta meliorativni mashini. [Mining, construction, road and meliorative machine], No. 83, 55-60. – (in Russian).
  15. *Machishin G., 2014.* Robochi organi mashin ta mehanizmiv dlja ochishhennja poverhon' budivel'noï tehniki [The dressing of the diamond and the abrasive tool for the plastering of stone materials]. Girnichi, budivel'ni, dorozhni ta meliorativni mashini. [Mining, construction, road and meliorative machine], No. 83, 69-79. – (in Ukrainian).
  16. *Sukach M., Shkabura Yu., 2015.* [Technogenic-ecological problems of the use earth-moving and transport technique]. Girnichi, budivel'ni, dorozhni ta meliorativni mashini. [Mining, construction, road and meliorative machine], No. 86, 71-75. – (in Ukrainian).