

УДК 69.059

Г.М. Тонкачєв¹,
докт. техн. наук., професор
ORCID: 0000-0002-6589-8822

І.М. Руднєва¹,
канд. техн. наук, доцент
ORCID: 0000-0002-9711-042X

¹Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВИБІР ПІДМОСТЕЙ ДЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПІДСИЛЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ

У статті з'ясовано вплив технічного стану споруди, а також конструктивних, технологічних і організаційних параметрів, які визначають організаційно-технологічну схему виробництва будівельних робіт з реконструкції, як значних факторів, що впливають на вибір підмостей для здійснення процесів підсилення будівельних конструкцій.

Вибір підмостей для здійснення процесів підсилення будівельних конструкцій при реконструкції є складним організаційно-технологічним процесом, який потребує аналізу, підготовки та перевірки ухвалюваних рішень. Роботи по реконструкції повинні виконуватися в стислі терміни з поєднанням в просторі двох технологій (промислової, з випуску продукції, і будівельної). При ремонті і реконструкції діючих цехів великий обсяг монтажних і ремонтних операцій при заміні і підсиленні будівельних конструкцій виконується всередині будівлі на значній висоті. У цих умовах різко зростає трудомісткість будівельно-монтажних робіт.

Витрати праці на влаштування підмостей часто перевищують витрати праці на основні роботи, які виконуються за допомогою цих засобів, що в свою чергу впливає на вартість проекту реконструкції та час виконання робіт. Тому, для умов реконструкції необхідно дослідити закономірності вибору підмостей для здійснення процесів підсилення будівельних конструкцій в залежності від низки факторів. З метою дослідження особливостей і властивостей підмостей виявлена сукупність факторів впливу та вивчені підсумкові показники по типах підмостей. Вони отримані з аналізу конструктивних, технологічних і організаційних параметрів підмостей. усієї сукупності факторів найбільш важливою і складною підгрупою є тип обладнання і планування обладнання по цехах. Для їх відбору та аналізу розглядалися об'єкти машинобудування та металургії, з врахуванням характеру і ваги виробів, що виготовляються, характеру технологічного процесу та розмірів цехів. Далі, з номенклатури існуючих підмостей слід відбирати ті параметри і фактори, які можуть бути використані при підсиленні та заміні відповідних будівельних конструкцій.

Ключові слова: *вибір підмостей, реконструкція, підсилення будівельних конструкцій, технологічні фактори, конструктивні фактори, організаційні фактори, об'єкти машинобудування та металургії, механічні цехи, промислові будівлі.*

Аналіз досліджень і публікацій. Незважаючи на те, що значна кількість досліджень присвячена питанню підсилення будівельних конструкцій при реконструкції та процесів, з цим пов'язаних, недостатньо вивченими залишаються питання оптимального вибору підмостей. Дуже важливою проблемою є також розміщення спеціального будівельного техобладнання та технологічної оснастки, нестандартного обладнання, що має в своєму складі гідравлічні, електричні й інші приводи, а також забезпечення сангігієнічних норм праці при проведенні робіт.

Нажаль, питанням вибору підмостей, присвячена незначна кількість досліджень, незважаючи на те, що це вагомий фактор, який впливає на витрати праці для влаштування підмостей, вартість проекту реконструкції та час виконання робіт. Цим дослідженням присвячені праці Г.М. Тонкачєєва [3, 4, 6], С.М. Лєоновича [5] та Савйовського В.В. [7].

Постановка завдання. Провести аналіз конструктивних, технологічних і організаційних параметрів підмостей, виявити сукупності факторів та підсумкові показники по вибору підмостей, в залежності від типу обладнання та планування обладнання по цехах для об'єктів машинобудування та металургії.

Основний зміст і результати досліджень.

Елементи каркасів будівель, які потребують підвищення експлуатаційної надійності, мають різну ступінь фізичного та морального зносу. Тому, технічний стан споруди, а також аналіз конструктивних, технологічних і організаційних параметрів визначають організаційно-технологічну схему виробництва будівельних робіт з реконструкції, що, безумовно, впливає на вибір підмостей (Рис.1) для здійснення процесів підсилення будівельних конструкцій.

Роботи по реконструкції повинні виконуватися в стислі терміни з поєднанням в просторі двох технологій (промислової, з випуску продукції, і будівельної). При ремонті і реконструкції діючих цехів великий обсяг монтажних і ремонтних операцій при заміні і підсиленні будівельних конструкцій виконується всередині будівлі на значній висоті. У цих умовах різко зростає трудомісткість будівельно-монтажних робіт.

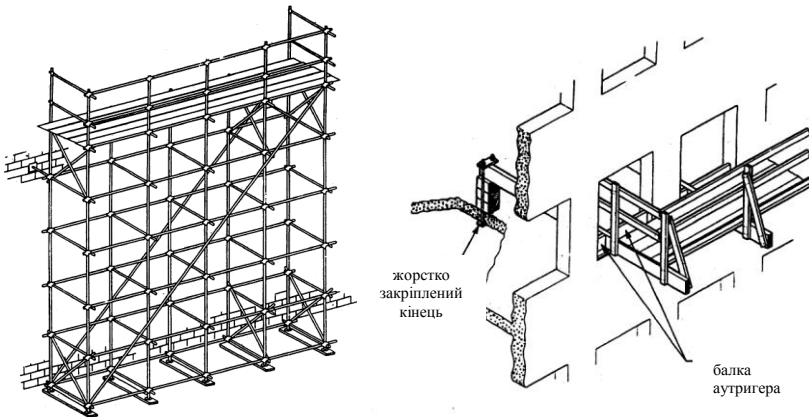


Рис.1. Приклади підмостей [1, с.64, с.72]

Витрати праці на влаштування підмостей часто перевищують витрати праці на основні роботи, які виконуються за допомогою цих засобів, що в свою чергу впливає на вартість проекту реконструкції та час виконання робіт. Тому, для умов реконструкції необхідно дослідити закономірності вибору підмостей для здійснення процесів підсилення будівельних конструкцій в залежності від низки факторів.

З метою дослідження особливостей і властивостей підмостей виявлена сукупність факторів впливу відповідно до наступних **основних вимог**:

- фактори повинні мати кількісний вираз;
- між факторами і результируючими показниками має бути статистичний зв'язок;
- фактори не повинні бути тісно пов'язані між собою, тобто між факторами не повинно бути мультиколінеарності;
- якісні фактори повинні мати логічно обгрунтований вплив на підсумкові показники.

Для виявлення всієї сукупності факторів вивчені підсумкові показники по засобах підмошування. Вони отримані з аналізу конструктивних, технологічних і організаційних параметрів підмостей.

Основна група факторів впливу визначена виробничими умовами, в яких експлуатуються підмости. До них віднесені **конструктивні фактори**, які залежать від:

D₁ – геометричних розмірів будівлі (прольот, крок, висота від підлоги до низу кроквяних конструкцій),

D₂ – виду підсилюваних конструкцій (колони, підкранові балки, ферми покриття, плити покриття, в'язі по колонах, в'язі по фермам),

D₃ – параметрів конструкцій (висота, жорсткість перерізу, розміри поперечного перерізу, параметри решітки конструкцій),

D₄ – матеріалу підсилюваних конструкцій (металеві, залізобетонні, дерев'яні, комбіновані).

Технологічні фактори:

T₁ – методи підсилення конструкцій;

T₂ – варіанти механізації (види ведучих машин і механізмів, можливі комплекти машин);

T₃ – обсяги робіт з підсилення конструкцій (однорідні і зосереджені роботи великого обсягу, однорідні зосереджені, різнорідні малого обсягу, допоміжні різнорідні);

T₄ – оціночні чинники процесів підсилення (трудомісткість і тривалість робіт, тривалість періоду зупинки основного виробництва);

T₅ – прийоми виконання операцій (механізовані, ручні, машинно-ручні, автоматизовані).

Організаційні фактори:

O₁ – тип виробництва (машинобудування, металургія, хімічні підприємства і т.п.);

O₂ – характеристика основного виробничого процесу по температурному режиму,

O₃ – характеристика основного виробничого процесу по режиму завантаження основних механізмів (мостових консольних кранів, вагонів, ковшів і ін.);

O₄ – тип виробничого обладнання (цехи легкого, середнього, важкого і особливо- важкого типу);

O₅ – плани обладнання по цехах та транспортні схеми цехів;

O₆ – типи огорожувальних перешкод (екрани, перегородки, пройоми).

Крім основної групи факторів, враховувалися **додаткові**:

A₁ – експлуатаційні умови техніки безпеки;

A₂ – транспортність підмостей;

A₂ – естетичні (забарвлення, колір, якість виготовлення),

A₃ – ергономічні (співвідношення і відповідність фізіологічних можливостей людини з параметрами підмостей),

A₄ – екологічні (вплив підмостей на забруднення навколишнього середовища).

З усієї сукупності факторів найбільш важливою і складною підгрупою є тип обладнання і планування обладнання по цехах. Для їх відбору та аналізу досліджувалися об'єкти машинобудування (29 об'єктів) та металургії (25 об'єктів).

Механічні цехи машинобудівних підприємств класифікуються наступним чином:

1. Характер і вага виробів, що виготовляються.

За першою ознакою виділяються чотири класи цехів:

Клас 1 – легкого машиностроєння (маса изделия до 100 кг): точные металлорежущие станки и инструментальное, производство, приспособления и принадлежности для станков, швейные, пишущие и другие машины.

Клас 2 – середнього машиностроєння (маса изделия до 2000 кг): машины, двигатели, станки, автомобили, тракторы, мотоциклы, электродвигатели средней мощности, сельхозмашины.

Клас 3 – тяжёлого машиностроєння (маса изделия до 15000 кг): тяжелые металлорежущие станки, кузнечные молоты и прессы, двигатели, компрессоры, металлургическое оборудование, подъемно-транспортное оборудование и т.п.

Клас 4 – особо тяжелого машиностроєння (маса изделия более 15000 кг): прокатное и доменное оборудование, гидравлические прессы, мощные двигатели, турбины.

2. Характер технологічного процесу.

За другою ознакою виділяються:

А – виробничі відділення і ділянки;

Б – допоміжні відділення;

В – службові приміщення;

Г – побутові приміщення;

Д – приміщення громадських організацій.

Найбільш характерні схеми розміщення обладнання показані на рис. 1. Великі верстати в прольоті встановлюються в два ряди з одним поздовжнім проходом (проїздом); середні – в два-три ряди; легкі – в три-чотири ряди (рис. 2).

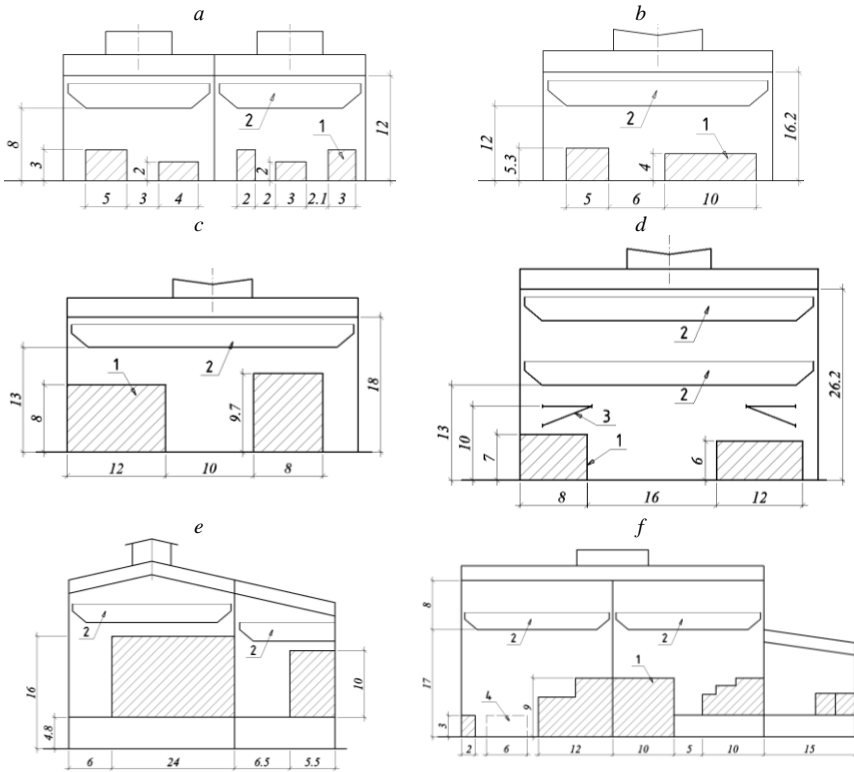


Рис. 1. Схеми розташування обладнання всередині цехів: машинобудівних заводів (а – клас 1, б – клас 2, с – клас 3, d - клас 4); e, f – металургійних заводів: 1 – зона розміщення обладнання; 2 – мостові крани; 3 – консольні крани; 4 – тимчасово зайняті зони (розроблено та узагальнено автором на основі джерел [3, с. 73])

3. Розміри цеху (за умовною кількістю металоріжучих верстатів).

Ширина проходів залежить від типу основного транспортного устаткування. Для санчат, скатів, лотків і талів ширина проходу перебуває в межах 2,5...4,0 м, для мостових кранів і кран-балок – 2,6...5 м, для рольгангів і підлогових конвеєрів (для цих умов проходи закриті для руху іншого транспорту), для вантажних автомобілів, електронавантажувачів, автонавантажувачів – 5,5...6,0 м. Аналогічні параметри і для цехів металургійних заводів.

Ширина прольотів для механічних цехів, побудованих до 70-х років (основні будівлі, що підлягають реконструкції), змінюється за класами цехів: клас 1 – 18 м; клас 2 – 18, 24 м; клас 3 – 24, 50, 36 м; клас 4 – 30, 36 м.

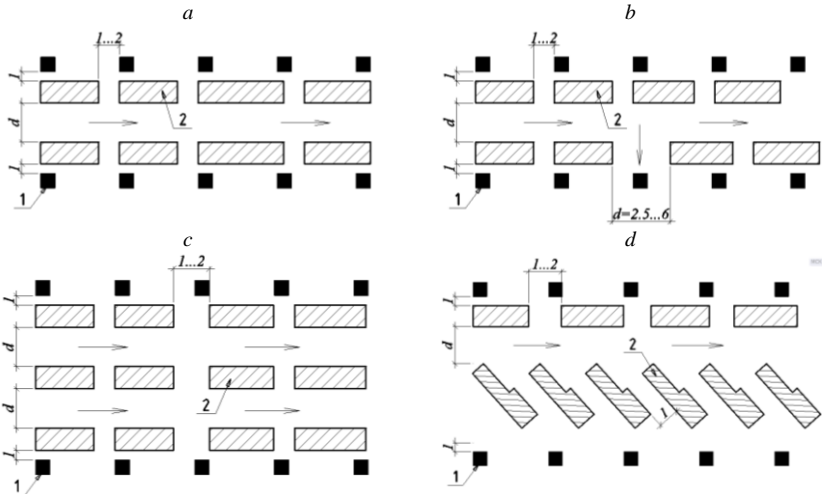


Рис. 2. Схеми розміщення обладнання в прольотах: *a* – з одним поздовжнім проходом; *b* – з одним поздовжнім і поперечним проходами; *c* – з двома поздовжніми проходами; *d* – з одним поздовжнім проходом і косим розташуванням устаткування: *l* – колони; *2* – зони розміщення обладнання (розроблено та узагальнено автором на основі джерел [3, с. 74])

Висота будівель знаходиться в межах 8,4 ... 18,0 м для машинобудування та 9,6 ... 25,0 м для металургії.

Визначалися частоти повторюваності параметрів по обладнанню та висоті будівлі: *V* - ширина проходів; *H* - висота будівель від рівня робочої підлоги до низу кровляних конструкцій (рис. 3). Найбільш часто зустрічаються наступні параметри:

V = 2,8...4,0 м, *H* = 12...15 м – для машинобудування;

V = 6,0...8,0 м, *H* = 16...23 м – для металургії.

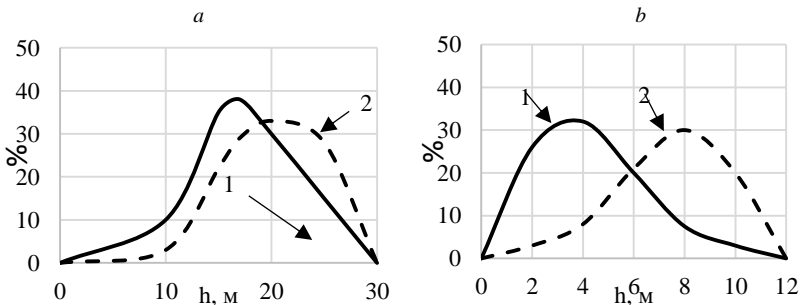


Рис. 3. Гістограми розподілу частот: *a* – висота будівель *h*; *b* – ширина проходів *d* між обладнанням: 1 – для машинобудування; 2 – для металургії (розроблено та узагальнено автором на основі джерел [3, с. 74])

Важливе значення для вибору підмостей при реконструкції цехів мають розміри дверей, воріт, проїомів і тамбурів.

З умов проектування цехів машинобудівних заводів приймалися такі розміри проходів дверей і воріт: мінімальна ширина проходів – 1,0 м, дверей – 0,8 ... 2,4 м, воріт – 1,8 ... 6,0 м. Найбільш розповсюджені ворота – шириною 4,5...4,7 м і висотою 4,5 ... 5,6 м.

З огляду на все вищевикладене, з номенклатури існуючих підмостей слід відбирати ті параметри і фактори, які можуть бути використані при підсиленні та заміні відповідних будівельних конструкцій. Система факторів, що впливають на вибір підмостей для здійснення процесів підсилення будівельних конструкцій при реконструкції представлена на рис.4.

Висновки. Вибір підмостей для здійснення процесів підсилення будівельних конструкцій при реконструкції є складним організаційно-технологічним процесом, який потребує аналізу, обліку домінуючого впливу, підготовки та перевірки ухвалюваних рішень. В статті проведено аналіз конструктивних, технологічних і організаційних параметрів підмостей, виявлені сукупності факторів та вивчені підсумкові показники по вибору підмостей, в залежності від типу обладнання та планування обладнання по цехах. Дослідження виконано для об'єктів машинобудування та металургії.

За результатами проведеного дослідження запропоновано системний підхід до виявлення та аналізу факторів, які впливають на вибір підмостей для здійснення процесів підсилення будівельних конструкцій при реконструкції, який дозволяє комплексно вирішувати задачі оптимального вибору підмостей при виконанні будівельних робіт з реконструкції, реновації або ремонту.



Рис. 4. Система факторів, що впливають на вибір підмостей для здійснення процесів підсилення будівельних конструкцій при реконструкції
(Авторська розробка)

Список літератури:

1. A Guide to Scaffold Use in the Construction Industry Small Business Safety Management Series U.S.Department of Labor Occupational Safety and Health Administration OSHA 3150 2002
<https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/osha3150.pdf>
2. Большанов В.А. Роль реконструкции в обновлении промышленного производства. Москва: Знание, 1987. 64 с.
3. Косенков Е.Д., Тонкачев Г.Н., Шевцова Н.Н. Факторы, влияющие на выбор средств подмашивания для процессов усиления строительных конструкций. *Новые технологические решения для строительной промышленности Донбасса*. Сб. науч. Трудов. Киев: УМК ВО, 1989. С. 69-75
4. Технологія зведення будівель і споруд: підручник. / О.М. Лівінський, О.І. Курок, А.Д. Єсипенко, І.Н. Дудар, Г.М. Тонкачев, В.І. Бондаренко, В.О. Гридякін, О.Г. Хоменко, Т.В. Ананєва, Т.Е. Потапова, Т.В. Прилипко. Київ: «МП Леся», 2014. 360 с.
5. Технология реконструкции зданий и сооружений: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»: в 2 ч. Ч. 1 / С. Н. Леонович [и др.]; под ред. С.Н. Леоновича. Минск: БНТУ, 2018. 279 с. <http://www.mgek.by/wp-content/uploads/2020/06/leonovich-1.pdf>
6. Тонкачев Г.Н., Шевцова Н.Н. Подвесные подмости для реконструкции коксовых батарей. *Вісник ДНАБА*, 1997.
7. Савйовский В.В, Овчинников О.Э., Левченко Р.В. Технологические особенности замены конструкций в стесненных условиях реконструкции. *Науково-технічний журнал «Нові технології в будівництві»*, № 31, 2016. С. 3-8. <https://docplayer.com/46474621-Novi-tehnologiyi-v-budivnictvi-31-2016-udk-69-057.html>

References:

1. A Guide to Scaffold Use in the Construction Industry Small Business Safety Management Series U.S.Department of Labor Occupational Safety and Health Administration OSHA 3150 2002
<https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/osha3150.pdf>
2. Bolshanov, V.A. (1987). *Rol' rekonstruktsii v obnovenii promyshlennogo proizvodstva* [The role of reconstruction in the renovation of industrial production]. Moskva: Znanye.
3. Kosenkov, E.D., Tonkacheev, H.N. & Shevtsova, N.N. (1989). Faktory, vliyayushchiye na vybor sredstv podmashchivaniya dlya protsessov usileniya stroitel'nykh konstruksiy [Factors influencing the choice of scaffolds for strengthening processes of building structures]. *Novyye tekhnologicheskkiye resheniya dlya stroitel'noy promyshlennosti Donbassa*. P. 69-75
4. Livinskyi, O.M., Kurok, O.I., Yesypenko, A.D., Dudar, I.N., Tonkacheiev, H.M., Bondarenko, V.I., Hrydiakin, V.O., Khomenko, O.H., Ananieva, T.V., Potapova, T.E. & Prylypko, T.V. (2014). *Tekhnolohiia zvedennia budivel i sporud* [Technology of construction of buildings and structures]. Kyiv: «MP Lesia». [in Ukrainian]

5. Leonovych, S.N. (Ed.) (2018). Tekhnolohiya rekonstruktsyy zdanyi y sooruzheniy [Reconstruction technology of buildings and structures]. Mynsk: BNTU. URL: <http://www.mgek.by/wp-content/uploads/2020/06/leonovich-1.pdf>

6. Tonkacheev, H.N. & Shevtsova, N.N. (1997). Podvesnyye podmosti dlya rekonstruktsii koksovykh batarey [Suspended scaffolding for the reconstruction of coke oven batteries]. *Visnyk DNABA*.

7. Saviovskiy, V.V., Ovchynnykov, O.E. & Levchenko, R.V. (2016). Tekhnologicheskkiye osobennosti zameny konstruktsiy v stesnennykh usloviyakh rekonstruktsii [Technological features of the replacement of structures in the cramped conditions of reconstruction]. *Novi tekhnolohii v budivnytstvi*, No 31. P. 3-8. URL: <https://docplayer.com/46474621-Novi-tehnolohiyi-v-budivnictvi-31-2016-udk-69-057.html>

Г.Н. Тонкачев, И.Н. Руднева

Исследование факторов, влияющих на выбор подмостей для осуществления процессов усиления строительных конструкций при реконструкции

В статье определено влияние технического состояния сооружения, а также конструктивных, технологических и организационных параметров, которые определяют организационно-технологическую схему производства строительных работ по реконструкции, как крупных факторов, влияющих на выбор подмостей для осуществления процессов усиления строительных конструкций.

Выбор подмостей для осуществления процессов усиления строительных конструкций при реконструкции является сложным организационно-технологическим процессом, который требует анализа, подготовки и проверки принимаемых решений. Работы по реконструкции должны выполняться в сжатые сроки с сочетанием в пространстве двух технологий (промышленной, по выпуску продукции, и строительной). Затраты труда на устройство подмостей часто превышают затраты труда на основные работы, которые выполняются с помощью этих средств, что в свою очередь влияет на стоимость проекта реконструкции и время выполнения работ. В этих условиях резко возрастает трудоемкость строительно-монтажных работ. Поэтому, для условий реконструкции необходимо исследовать закономерности выбора подмостей для осуществления процессов усиления строительных конструкций в зависимости от ряда факторов. С целью исследования особенностей и свойств подмостей определена совокупность факторов влияния и изучены итоговые показатели по типам подмостей. Для их отбора и анализа рассматривались объекты машиностроения и металлургии, с учетом характера и тяжести изделий, изготавливаемых характера технологического процесса и размеров цехов.

Ключевые слова: выбор подмостей, реконструкция, усиление строительных конструкций, технологические факторы, конструктивные факторы, организационные факторы, объекты машиностроения и металлургии, механические цеха, промышленные здания.

Н. Tonkacheiev, I.Rudnieva

Study of the factors influencing the choice of scaffolds for the implementation of the strengthening processes of building structures during reconstruction

The article clarifies the influence of the technical condition of the structure, as well as the structural, technological and organizational parameters that determine the organizational and technological scheme for the production of construction works for reconstruction, as major factors affecting the choice of scaffolds for the implementation of strengthening processes of building structures.

The choice of scaffolds for the implementation of the processes of strengthening building structures during reconstruction is a complex organizational and technological process that requires analysis, preparation and verification of decisions. Reconstruction works should be carried out in a short time with a combination of two technologies in site (industrial, production, and construction). During the repair and reconstruction of existing workshops, a large volume of assembly and repair operations during the replacement and reinforcement of building structures is carried out inside the building at a considerable height. Labor costs for the arrangement of the scaffold often exceed the labor costs for the main work that are performed using these funds, which in turn affects the cost of the reconstruction project and the time it takes to complete the work. In these conditions, the labor intensity of construction and installation works sharply increases. Therefore, for the conditions of reconstruction, it is necessary to investigate the regularities of the choice of scaffolds for the implementation of the processes of strengthening building structures, depending on a number of factors. In order to study the features and properties of the scaffolds, a set of influencing factors was found and the final indicators for scaffolds types were studied. They are obtained from the analysis of the structural, technological and organizational parameters of the scaffold. of the whole set of factors, the most important and complex subgroup is the type of equipment and equipment layout in workshops. For their selection and analysis, objects of mechanical engineering and metallurgy were considered, taking into account the nature and severity of products, the nature of the technological process and the size of the shops. Further, according to the nomenclature of existing scaffolds, those parameters and factors should be selected that can be used when strengthening and replacing the corresponding building structures.

Keywords: *selection of scaffolds, reconstruction, strengthening of building structures, technological factors, design factors, organizational factors, mechanical engineering and metallurgy objects, mechanical workshops, industrial buildings.*

Посилання на статтю

APA: Tonkacheev, G. & Rudnieva, I. (2021). Study of the factors influencing the choice of scaffolds for the implementation of the strengthening processes of building structures during reconstruction. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 48 (1), 3-12.

ДСТУ: Тонкачєєв Г.М. Дослідження факторів, що впливають на вибір підмостей для здійснення процесів підсилення будівельних конструкцій при реконструкції [Текст] / Г.М. Тонкачєєв, І.М. Руднєва // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2021. – № 48 (1). – С. 3-12.