

в якості найбільш ефективного обраний метод оптимізації шляхом експериментально-статистичного моделювання із застосуванням сучасних комп'ютерних програм в області управління проектами та математичної статистики. Розроблено методику визначення показників будівництва житлових і громадських будівель за допомогою експериментально-статистичного моделювання.

Ключові слова: організація будівництва, цивільне будівництво, житловий комплекс, торгово-розважальний центр, експериментально-статистичне моделювання.

Honcharenko D. F, Menejljuk I. O. DEFINITION OF INDICATORS OF ODESSA CIVIL CONSTRUCTION BY OPTIONAL

ORGANIZATIONAL-TECHNOLOGICAL DESIGN. The article analyzes numerous methods of optimization of construction projects for residential and public buildings. Possible ways of modeling organizational and technological solutions in construction were considered. There have been chosen as the most effective the method of optimization by experimental-statistical modeling with the use of modern computer programs in the field of project management and mathematical statistics. The method of determining the construction indicators of residential and public buildings by means of experimental statistical modeling was developed.

Key words: construction organization, civil construction, residential building, shopping center, experimental-statistical modeling.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-96-2-203-208

УДК 69.059.22.699.8

Бондар В.О., Бондар Л.В., Попович Н.М., Василенко Л.В.

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка
(пр-т Першотравневий, 24, Полтава, 36011, Україна; e-mail: lvbondar06@gmail.com;
deridnatasha@rambler.ru; luizavasilenko17@gmail.com;*

orcid.org/0000-0001-8671-2890; orcid.org/0000-0002-1595-7740; orcid.org/0000-0002-1685-7630)

ЗАМІНЕННЯ АРМАТУРНИХ СТАЛЕЙ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ЗГІНАЛЬНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПРЯМОКУТНОГО ПЕРЕРІЗУ ЗА НЕВИЗНАЧЕНИХ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ВИХІДНИХ МАТЕРІАЛІВ

Згідно діючих рекомендацій при заміненні арматури в згинальних елементах повинна виконуватись умова, за якої сумарна площа поперечного перерізу арматури була рівною чи більшою сумарної площі замінюваної арматури. При цьому навантаження, що призводить до виникнення в залізобетонному елементі розрахункових зусиль, визначається за прийнятими в нормативних документах статистичними характеристиками властивостей арматури і бетону. У випадку високої культури виробництва фактичні характеристики властивостей арматури і бетону можуть відрізнятись від прийнятих в нормативних документах. У зв'язку з цим виникає в даному випадку можливість зменшити витрати арматури при її заміненні.

Метою даної роботи є розробка методу розрахунку замінення арматури при виготовленні згинальних залізобетонних елементів за невизначених характеристик матеріалів. Алгоритм розрахунку наступний. Визначається мінімальне значення несучої здатності згинального елемента при розрахункових опорах міцності бетону, арматури, середнє значення несучої здатності елемента за середніми проектними значеннями міцності матеріалів, фактична несуча здатність елемента. Визначаються стандарти проектної та фактичної несучої здатності. За даними параметрами розраховуються та порівнюються проектна кількість стандартів, на які відстоїть середня проектна несуча здатність, від мінімальної ($u_{пр}$), фактичне середнє значення несучої здатності від мінімальної ($u_{ф}$). Коли $u_{ф} > u_{пр}$, конструкція має запас міцності, який може бути реалізований при заміненні арматури. При виконанні даної умови отримано залежність для розрахунку можливого значення несучої здатності елемента і відповідного перерізу арматури для замінення. Чисельний розрахунок за даним методом підтверджує можливість зменшення витрат арматури при її заміненні, з використанням розробленої методики.

Ключові слова: залізобетонний елемент, ресурс несучої здатності, заміна арматури.

Вступ. В практиці виготовлення залізобетонних конструкцій інколи виникає необхідність замінення арматурних сталей відповідних класів, діаметрів, передбачених робочими кресленнями. При цьому, для збереження проектною надійності конструкції, часто йдуть на перевитрати арматури [1, 2].

В основі відомих методик замінення арматурних сталей при виготовленні залізобетонних конструкцій лежить принцип: несуча спроможність арматурних виробів після замінення повинна бути більшою проектною [3, 4].

При розрахунку замінення в арматурних виробках арматури одного класу закладена умова, щоб сумарна площа поперечного перерізу арматури, на яку замінують, була не меншою сумарної площі, замінюваної арматури. Контролем правильності проведених розрахунків є встановлення перевитрат сталі після замінення. Перевитрата арматурної сталі повинна знаходитись в межах 1-2 % [5, 6].

При заміненні арматурної сталі одного класу іншим, окрім площ поперечного перерізу арматури, враховують розрахункові опори сталей.

Як в першому, так і в другому випадках при розрахунках замінення арматури не враховуються конкретні статистичні характеристики властивостей матеріалів.

Матеріали і методи досліджень. В основу підходу до розрахунку замінення арматурних сталей у даному випадку використаний принцип безвідмовної роботи конструкції, яка оцінюється на основі нормального закону мінливості її несучої здатності [7, 8]. Навантаження, при котрому виникають розрахункові зусилля в залізобетонному елементі, визначаються за прийнятими в нормативних документах статистичними характеристиками властивостей бетону і арматури [9, 10].

Фактичні ж статистичні характеристики властивостей бетону і арматури можуть відрізнитись від прийнятих в нормативних документах [11, 12].

При статистичному контролі якості бетону, арматури на виробництві можуть бути установлені фактичні статистичні характеристики [13, 14].

У випадку, коли отримані характеристики будуть вказувати на більш стабільні властивості бетону і арматури в порівнянні з проектними, виникає можливість реалізувати резерви несучої здатності, в тому числі за рахунок зменшення витрат арматури при її заміненні.

Формування цілей статті. Враховуючи вище сказане, метою роботи є розробка методу розрахунку замінення арматурних сталей при виготовленні згинальних елементів прямокутного перерізу за невизначених статистичних характеристик матеріалів.

Результати досліджень та обговорення результатів. Розрахунок необхідної кількості арматури при її заміненні в згинальних залізобетонних конструкціях за умов реалізації такого підходу пропонується наступний.

Визначається мінімальне значення несучої здатності згинального елемента при розрахункових опорах міцності бетону, арматури (M_{min}^{pp}).

Визначаються середнє значення несучої здатності елемента за середніми проектними значеннями міцності матеріалів (\bar{M}^{pp}) і фактична несуча здатність (\bar{M}^{ϕ}).

Враховуючи, що статистичні характеристики лінійних функцій випадкових величин можуть бути визначені безпосередньо по числових характеристиках їх аргументів без врахування законів розподілу та використавши метод лінеалізації функції випадкових змінних, стандарти проектною несучої здатності (\hat{M}^{pp}) та фактичної несучої здатності (\hat{M}^{ϕ}) визначаються за формулою [8]:

$$\bar{M} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial y}{\partial x_i} \right) \cdot \bar{x}_i^2},$$

де $\frac{\partial y}{\partial x_i}$ - похідна вихідної функції, при $\tilde{x} = \bar{x}$, \tilde{x}_i - стандарти розподілу міцності матеріалів елемента.

Розраховується проектна кількість стандартів, на які відстоїть середня проектна несуча здатність, від мінімальної, що за [5] умовно характеризує проектну ймовірність відмови

$$u_{пр} = \frac{\overline{M}^{пр} - M_{min}^{пр}}{\widehat{M}^{пр}}$$

Розраховується кількість стандартів, на які відстоїть фактичне середнє значення несучої здатності від мінімальної

$$u_{\phi} = \frac{\overline{M}^{\phi} - M_{min}^{пр}}{\widehat{M}^{\phi}}$$

За умови $u_{\phi} > u_{пр}$ конструкція має запас міцності, який може бути реалізовано при заміні арматури.

Можливе середнє значення несучої здатності згинального елемента визначається за формулою:

$$\overline{M}^{мож} = M_{min}^{пр} + u_{пр} \cdot \widehat{M}^{\phi}.$$

Використавши рівняння для фактичної здатності (\overline{M}^{ϕ}) з підстановкою можливого середнього значення несучої здатності ($\overline{M}^{мож}$), знаходиться необхідна кількість арматури при її заміні ($\overline{A}_s^{мож}$):

$$\overline{A}_s^{мож} = \frac{\overline{b}^{\phi} \cdot \overline{h}_o^{\phi} \cdot \overline{R}_b^{\phi}}{\overline{R}_s^{\phi}} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \overline{M}^{мож}}{\overline{b} \cdot \overline{R}_b^{\phi} \cdot (\overline{h}_o^{\phi})^2}} \right]$$

де \overline{b}^{ϕ} , \overline{h}_o^{ϕ} – геометричні характеристики перерізу згинального елемента; \overline{R}_s^{ϕ} ($\overline{f}_{ук}^{\phi}$), \overline{R}_b^{ϕ} ($\overline{f}_{ск}^{\phi}$) – фактичні міцнісні характеристики арматури та бетону; $\overline{M}^{мож}$ – середнє значення можливої несучої здатності елемента.

Використання методу може бути продемонстровано на прикладі. Вивчається можливість заміни арматури класу 4 $\varnothing 20$ А400 (АІІ) при виготовленні залізобетонної балки на арматуру $\varnothing 22$ А400 (АІІ). Балка прямокутного перерізу $h \times b = 60 \times 25$ см, із бетону класу С20/25 (В20), робоча висота $h_o = 54$ см. Розрахункові коефіцієнти варіації по міцності арматури та бетону: $V_{R_s} = 0,115$, $V_b = 0,134$.

За статистичного контролю якості матеріалів було встановлено, що бетон має середню міцність, рівною проектній, мінливість міцності бетону і арматури складає по 6%; арматура має рівне проектному середнє значення міцності і площі стрижнів. Геометричні розміри балки у середньому відповідають проектним.

Із врахуванням фактичних статистичних характеристик матеріалів і геометричних розмірів необхідно визначити можливу площу перерізу арматури для проведення замінення арматури діаметру 20 мм на арматуру діаметром 22 мм класів А400 (АІІ).

Проектні і фактичні статистичні характеристики міцності матеріалів і геометричних розмірів надані в таблиці 1.

Таблиця 1 - Проектні і фактичні характеристики міцності матеріалів і геометричних розмірів

Показники	Бетон		Арматура		Геометричні розміри		
	\overline{R}_b МПа а	V_{Rb}	\overline{R}_s МПа а	V_{R_s}	\overline{A}_s см ²	\overline{h}_o см	\overline{b}_e см
проектні* (пр)	15	0,13	390	0,11	12,5	54	25
фактичні (ф)	15	0,06	390	0,06	12,5	54	25

Проектні статистичні характеристики визначені за розділом ДБН

Розрахункові опори арматури і бетону $R_s^{пр} = 365$ МПа, $R_b^{пр} = 11,5$ МПа.

Проектне мінімальне значення несучої здатності балки при розрахункових опорах міцності матеріалів:

$$\begin{aligned} M_{min}^{пр} &= R_s^{пр} \cdot A_s^{пр} \cdot \overline{h}_o^{пр} - \frac{(R_s^{пр} \cdot A_s^{пр})^2}{2b^{пр} \cdot R_b^{пр}} \\ &= 365000 \cdot 0,001256 \cdot 0,54 - \\ &\quad - \frac{(365000 \cdot 0,001256)^2}{2 \cdot 0,25 \cdot 11500} = 211 \text{ кН} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

Фактичне середнє значення проектної несучої здатності балки за середніми проектними значеннями міцності матеріалів:

$$\begin{aligned} \overline{M}^{пр} &= \overline{R}_s^{пр} \cdot A_s^{пр} \cdot \overline{h}_o^{пр} - \frac{(\overline{R}_s^{пр} \cdot A_s^{пр})^2}{2b^{пр} \cdot \overline{R}_b^{пр}} \\ &= 390000 \cdot 0,001256 \cdot 0,54 - \\ &\quad - \frac{(390000 \cdot 0,001256)^2}{2 \cdot 0,25 \cdot 11500} = 232,5 \text{ кН} \cdot \text{м} \end{aligned}$$

Середні значення проектної і фактичної несучої здатності однакові, тобто $\overline{M}^{пр} = \overline{M}^{\phi}$, так як було встановлено, що середні значення міцності арматури і бетону дорівнюють проектним.

Стандарти проектної та фактичної несучої здатності з врахуванням того, що

в нормах геометричні характеристики не відносять до випадкових величин:

$$\hat{M}^{np} = \sqrt{\left[A_s^{np} \cdot h_o^{np} - \frac{\bar{R}_s^{np} \cdot A_s^{np2}}{b^{np} \cdot \bar{R}_b^{np}} \right]^2 \cdot \bar{R}_s^{np2} + \left[\frac{\bar{R}_s^{np2} \cdot A_s^{np2}}{2b^{np} \cdot \bar{R}_b^{np2}} \right]^2 \cdot \bar{R}_b^{np2}} = 15,7 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$\hat{M}^{\phi} = \sqrt{\left[A_s^{\phi} \cdot h_o^{\phi} - \frac{\bar{R}_s^{\phi} \cdot A_s^{\phi2}}{b^{\phi} \cdot \bar{R}_b^{\phi}} \right]^2 \cdot \bar{R}_s^{\phi2} + \left[\frac{\bar{R}_s^{\phi2} \cdot A_s^{\phi2}}{2b^{\phi} \cdot \bar{R}_b^{\phi2}} \right]^2 \cdot \bar{R}_b^{\phi2}} = 12,3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Кількість стандартів, на яке відстоїть проектне і фактичне середнє значення несучої здатності від мінімального:

$$u_{np} = \frac{\bar{M}^{np} - M_{min}^{np}}{\hat{M}^{np}} = \frac{232,5 - 211}{15,7} = 1,37,$$

$$u_{\phi} = \frac{\bar{M}^{\phi} - M_{min}^{\phi}}{\hat{M}^{\phi}} = \frac{232,5 - 211}{12,3} = 1,75.$$

У даному випадку виконується умова $u_{\phi} > u_{np}$. Тоді можливе середнє значення несучої здатності бетону буде:

$$\bar{M}^{мож} = M_{min}^{np} + u_{np} \cdot \hat{M}^{\phi} = 211 + 1,37 \cdot 12,3 = 227,85 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Необхідна кількість арматури балки при її заміні:

$$\bar{A}_s^{мож} = \frac{0,25 \cdot 0,54 \cdot 15000}{390000} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{227,85 \cdot 2}{0,25 \cdot 15000 \cdot 0,54^2}} \right) = 0,001175 \text{ м}^2,$$

або 11,75 см².

Таблиця 2 - Основні результати розрахунку

Показники	M_{min} кН·м	\bar{M} кН·м	\hat{M} кН·м	$V = \frac{\hat{M}}{\bar{M}}$	u	$\bar{M}^{мож}$ кН·м	$\bar{A}_s^{мож}$ см ²
проектні* (пр)	211	232,5	15,7	0,0675	1,37		
фактичні (ф)	211	232,5	12,3	0,0529	1,37	227,85	11,75

Таким чином, арматуру 4 $\emptyset 20$ А400 (АІІ) площею перерізу $A_s = 12,56 \text{ см}^2$ можливо замінити на 3 $\emptyset 22$ А400 (АІІ) площею перерізу $A_s = 11,403 \text{ см}^2$, що дозволяє зменшити витрати арматури на $\frac{12,56 - 11,403}{12,56} \cdot 100 = 9,2 \%$.

Висновок. Встановлено, що при заміні арматурних сталей при виготовленні згинальних залізобетонних елементів можливо використовувати ресурс несучої здатності, який утворюється при

заміні бетону, арматури з більш стабільними властивостями у порівнянні з проектними.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Голоднов О.І., Гордіюк М.П., Ткачук І.А., Семиног М.М. Зміна характеристик міцності арматури та бетону при високотемпературних впливах. *Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського*. 2011. Вип. 8. С. 121-131.
2. Яровий С.М. Експлуатаційна придатність та надійність конструкцій покриття тренувального катку Палацу спорту в місті Харкові після тривалого терміну експлуатації. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА, 2017. Т.87. №1. С.107-112.
3. Рекомендации по замене арматуры, по замене видов сталей, по использованию отходов арматурных сталей. Ограничения, накладываемые на замену армирования. М.: ЦНИИЭПЖилища, 1988. 48 с.
4. Перетяцько Ю.Г., Ляшенко І.Ю., Агеєнко С.Б. Дослідження впливу вихідних параметрів розрахункової схеми на напружено-деформований стан поперечної рами сталевого каркасу одноповерхової виробничої будівлі. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА. 2016. №2(84). С. 154-160.
5. Петрикова Є.М. Арматура для залізобетонних конструкцій. К.: «Основа», 2010. 248 с.
6. Чирва В.М., Савченко А.А., Сухан О.П. Експериментальні дослідження несучої здатності залізобетонних балок посиленних FRD-матеріалами, та обґрунтування економічної доцільності їх використання у практиці будівництва і реконструкції. *Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво)*. ПолтНТУ, 2013. Вип. 4(39). Т.1. С. 278-284.

7. Авиром Л.С. Надежность конструкций сборных зданий и сооружений. Л.: Госстройиздат, 1971. 216 с.
8. Лычев А.С. Вероятностные методы расчета строительных элементов и систем. М.: Издательство АВС, 1995. 143 с.
9. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. [Чинні від 2011-06-01] Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. 71с.
10. ДСТУ 3760:2006 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. [Чинний від 2007-10-01] Київ, 2007. 28с.
11. Чирков В.П. Прикладные методы теории надежности в расчетах строительных конструкций. М.: Маршрут, 2006. 620 с.
12. Лантух-Лященко А.І. Оцінка надійності споруди за моделлю марковського випадкового процесу з дискретними станами. *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*. 1999. Вип. 57. С. 183-188.
13. Самородов А.В., Муляр Д.Л. Определение основных параметров новой конструкции комбинированного плитно-свайного фундамента многоэтажного здания. *Науковий вісник будівництва*. Харків: ХНУБА. 2017. Т.87. №1. С.101- 107.
14. Лантух-Лященко А.І. Оцінка технічного стану транспортних споруд, що знаходяться в експлуатації. *Вісник Транспортної академії України*. 1999. № 3. С. 59-63.

Бондарь В.А., Бондарь Л.В., Попович Н.Н., Василенко Л.В. ЗАМЕНА АРМАТУРНЫХ СТАЛЕЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ НЕОПРЕДЕЛЕННЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ ВЫХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

Согласно действующих рекомендаций при замене арматуры в изгибаемых элементах должно выполняться условие, при котором суммарная площадь поперечного сечения арматуры была равной или большей суммарной площади заменяемой арматуры. При этом нагрузка, что приводит к возникновению в железобетонном элементе расчетных усилий, определяется по принятым в нормативных документах статистическим характеристикам свойств арматуры и бетона. В случае высокой культуры производства фактические характеристики свойств арматуры и бетона могут отличаться от принятых в нормативных документах. В связи с этим возникает в данном случае уменьшение расхода арматуры при ее замене.

Целью данной работы является разработка метода расчета замены арматуры при изготовлении изгибаемых железобетонных элементов при неопределенных характеристиках материалов. Алгоритм расчета следующий. Определяется минимальное

значение несущей способности изгибающего элемента при расчетных сопротивлениях прочности бетона, арматуры, среднее значение несущей способности элемента по средним проектным значениям прочности материалов, фактическая несущая способность элемента. Определяются стандарты проектной и фактической несущей способности. По данным параметрам рассчитываются и сравниваются проектное количество стандартов, на которое отстоит средняя проектная несущая способность, от минимальной ($u_{пр}$), фактическое среднее значение несущей способности от минимальной ($u_{ф}$). Когда $u_{ф} > u_{пр}$, конструкция имеет запас прочности, который может быть реализован при замене арматуры. При выполнении данного условия получена зависимость для расчета возможного значения несущей способности элемента и соответствующего сечения арматуры для замены. Численный расчет по данному методу подтверждает возможности уменьшения расходов арматуры при ее замене, с использованием разработанной методики.

Ключевые слова: железобетонный элемент, ресурс несущей способности, замена арматуры.

Bondar V., Bondar L., Popovych N., Vasylenko L. REPLACEMENT OF ARMATURE STEELS WHILE MANUFACTURING FLEXIBLE REINFORCED CONCRETE ELEMENTS OF RECTANGULAR SECTION AT UNCERTAIN STATISTICAL CHARACTERISTICS OF OUTPUT MATERIALS. According to the current recommendations, when replacing reinforcement in bent elements, the condition should be met when the total cross-sectional area of the reinforcement was equal to or greater than the total area of the reinforcement to be replaced. In this case, the load, which leads to the appearance of calculated forces in a reinforced concrete element, is determined by the statistical characteristics of the reinforcement and concrete properties adopted in regulatory documents. In the case of a high production culture, the actual characteristics of the properties of reinforcement and concrete may differ from those adopted in regulatory documents. In this connection, there arises in this case a decrease in the consumption of reinforcement when it is replaced.

The purpose of this work is to develop a method for calculating the replacement of reinforcement in the manufacture of flexible concrete elements with uncertain characteristics of materials. The algorithm for calculating the following. The minimum value of the bearing capacity of the bending element with the calculated resistance of the strength of concrete, reinforcement, the average value of the bearing capacity of the element on the average design values of the strength of materials, the actual bearing capacity of the element is determined. Defines standards for design and actual bearing capacity. According to these parameters, the design number of standards by which the average design bearing capacity differs from the minimum ($u_{пр}$), the actual average value of the carrying capacity from the minimum ($u_{ф}$) are calculated and

compared. When $u_{\phi} > u_{pp}$, the design has a margin of safety that can be implemented when replacing valves. When this condition is met, a dependence is obtained for calculating the possible value of the element bearing capacity and the corresponding section of

reinforcement for replacement. Numerical calculation using this method confirms the possibility of reducing the costs of reinforcement when it is replaced, using the developed technique.

Keywords: reinforced concrete element, bearing capacity resource, replacement of reinforcement.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-96-2-208-212

УДК 624.21.092

Більченко А.В., Кіслов О.Г., Змійова А.Г.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

(вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, 61002, Україна; e-mail: Bilchenko39@gmail.com;

akislov548@ukr.net; alinitykva@gmail.com; orcid.org/0000-0001-5077-6235; orcid.org/0000-0002-5164-8515; orcid.org/0000-0002-2170-8345)

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ МОСТОВИХ СПОРУД НА ЇХ ДОВГОВІЧНІСТЬ

При вирішенні питання довговічності залізобетонних конструкцій мостових споруд їх слід розглядати як складні технічні системи із складною технологією виготовлення, що мають «слабкі місця», які починають руйнуватись в першу чергу, одним із яких є захисний шар бетону. Питання руйнування захисного шару залізобетонних конструкцій і вплив цього процесу на подальше руйнування всього елемента завжди було актуальним. В зв'язку з тим, що товщина і об'єм захисного шару дуже малий у порівнянні з об'ємом елемента, розглядається руйнування бетону в мікрооб'ємах та всі можливі причини цього процесу, що виникли до початку експлуатації при мінімальних навантаженнях від власної ваги. Велике значення в процесі руйнування захисного шару відіграє технологія виготовлення залізобетонних конструкцій. Розглядається питання ущільнення бетонної суміші електричними вібраторами, при цьому змінюється: водоцементне відношення, пористість і розрахунковий склад бетону по периметру елемента куди вони віджимаються. Проблема довговічності залізобетонних конструкцій мостових споруд завжди була актуальною в зв'язку з тим, що вони експлуатуються в екстремальних умовах відкритого зовнішнього середовища. Метою даної роботи є відображення можливості виникнення тріщин, руйнування захисного шару бетону і початка корозії робочої арматури при дії агресивного середовища в залежності від технології виготовлення.

Ключові слова: мостові споруди, прольотні будови, залізобетонні конструкції, довговічність.

Вступ. В практиці експлуатації залізобетонних конструкцій мостових споруд склалася така думка, що їх довговічність в життєвому циклі розглядається від початку корозії арматури, а руйнуванню захисного шару бетону не приділяється достатньої уваги. В екстремальних умовах зовнішнього середовища нашої кліматичної зони захисний шар бетону починає руйнуватись на протязі 10÷15 років, а вже після цього починається корозія арматури. При цьому практика показала, що якщо захисний шар відпав вона буде меншою, ніж коли він утримується цією ж арматурою. Це можна пояснити тим, що в першому випадку арматура обдувається і висушується повітрям, а в другому волога зберігається бетоном і збільшує корозію

арматури. Таким чином все залежить від міцності бетону захисного шару і його водонасиченості. Раніш вважалось, що водонасиченість в основному збільшується за рахунок підсосу вологості повітря навколишнього середовища. Це може бути, якщо воно більше ніж насиченість вологою самого бетону в процесі його твердіння. Але звернемо увагу на технологію укладання і ущільнення бетону, тому що у рідкому стані бетон для удобоукладуємості має збільшене водоцементне відношення. Тому міцність бетону залежить від цього параметра і в першу чергу міцність бетону захисного шару по зовнішній поверхні елемента. Якщо не застосовувати профілактичних засобів, то корозія робочої арматури може призвести до втрати