

УДК 624.075

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СТРИЖНЕВИХ
СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ АРМОВАНИХ
СТАЛЕВИМИ ЛИСТАМИ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕРЖНЕВЫХ
СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ АРМИРОВАННЫХ
СТАЛЬНЫМИ ЛИСТАМИ**

**RESEARCH TECHNOLOGY MANUFACTURING ROD COMPOSITE
STRUCTURES REINFORCED STEEL SHEET**

Стороженко Л.И., д.т.н., проф., Мурза С.О., к.т.н., докторант (Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка)

Стороженко Л.И., д.т.н., проф., Мурза С.О., к.т.н., докторант (Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка)

Storozhenko L.I., doctor of technical sciences, professor, Murza S.O., candidate of technical sciences, doctoral candidate (Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University)

Наведено результати дослідження технології виготовлення стрижневих сталезалізобетонних конструкцій армованих листами. Застосування зовнішнього армування заміняє використання багаторядного стрижневого армування, що у свою чергу, спрощує укладання бетонної суміші в опалубку та зменшує трудовитрати виготовлення конструкції.

Приведены результаты исследования технологии изготовления стержневых сталежелезобетонных конструкций армированных листами. Применение внешнего армирования заменяет использование многорядного стержневого армирования, что в свою очередь, упрощает укладку бетонной смеси в опалубку и уменьшает трудозатраты изготовления конструкции.

Presents the results of research manufacturing technology rod composite structures reinforced sheets. Application of an external reinforcement replaces the use of multi-row reinforcement rod, which, in turn, facilitates stacking of concrete in formwork and reduces labor costs in construction.

Ключові слова:

Сталезалізобетонні стрижневі конструкції, технологія виготовлення.

Сталезалізобетонные стержневые конструкции, технология изготовления.

The composite rod construction, manufacturing technology.

Вступ. Практика застосування сталезалізобетонних конструкцій налічує понад сто років, такі конструкції поєднують у собі залізобетон та сталеві прокатні профілі. Ці конструкції надзвичайно різноманітні, вони застосовуються при будівництві згинальних і стиснутих конструкцій, плит, їх застосовують при зведенні різноманітних споруд. Зважаючи на це широкого розвитку набуло питання пошуку нових видів сполучень сталі і бетону для їх раціональної спільної роботи. Робота в даному напрямку є перспективною, оскільки забезпечує економію матеріалів, енергозатрат і трудомісткості. Усім цим вимогам відповідають комплексні сталезалізобетонні конструкції, до складу яких входять прокатні профілі, стрижнева арматура та бетон.

Однією з найважливіших умов підвищення ефективності капітального будівництва є створення і широке використання ресурсо-, енергозберігаючих та екологічно чистих технологій виробництва бетонних і залізобетонних конструкцій. Не менш важливою умовою є підготовка висококваліфікованих спеціалістів, здатних вирішувати проблеми, пов'язані з розвитком і вдосконаленням технології виробництва залізобетону.

На ряду з широкими дослідженнями роботи сталезалізобетонних стрижневих конструкцій залишається ряд недостатньо опрацьованих питань що до дослідження технології їх виготовлення.

Постановка проблеми. Сталезалізобетонні конструкції поєднують у собі кращі якості залізобетонних і сталевих конструкцій. При їх застосуванні за рахунок ефективної сумісної роботи бетону та сталі досягається значна економія матеріалів і працевтрат. Особливо вигідно використовувати сталезалізобетонні конструкції в будівлях, де діють великі навантаження. Зовнішня арматура у вигляді сталевих листів дозволяє ефективно використовувати залізобетонні конструкції з великим відсотком армування при обмежених розмірах перерізу. Ці конструкції мають суттєві переваги при проектуванні та будівництві різних будівель і споруд. Результатами багатьох дослідів [2, 4, 5-8] встановлено, що в момент вичерпання несучої здатності сталезалізобетонні конструктивні елементи не руйнуються крихко, на відміну від залізобетонних. Конструктивна форма сталевого армування по-різному впливає на механізм досягнення граничного стану несучим елементом який виконано зі сталобетону.

Недостатньо-дослідженим питанням залишається технологія виготовлення сталезалізобетонних конструкцій армованих листами. Дослідження комплексу заходів, спрямованих на освоєння нових виробів та впровадження нових і вдосконалення діючих процесів, подальшу механізацію та автоматизацію виробництва, поліпшення показників

виробничо-господарської діяльності підприємства, є важливим і малодослідженим питанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що використання у якості арматури в стиснуто-зігнутих конструкціях сталевих листів дозволяє знизити витрати на опалубочні роботи, спростити процес зведення колон, монолітних та збірних покриттів будівель і споруд [7-9]. Для сталезалізобетонних згинальних конструкцій питання тріщиностійкості (поява і розкриття тріщин) в розтягнутій зоні в процесі експлуатації менш актуальне, а то і зовсім відсутнє. Відкрита частина листової арматури дозволяє спростити конструктивні рішення по підсиленню сталезалізобетонних конструкцій при збільшенні корисного навантаження, а також використовувати листову арматуру в якості закладних деталей стиків, різних комунікацій і обладнання [1, 4, 6].

Виділення невирішених раніше частин питання. Використання листової арматури в сталезалізобетонних конструкціях дозволяє вирішити ряд конструктивних питань, які дозволяють економити сталь та значно спрощують процес бетонування, також листову арматуру може використовуватись як незнімна опалубка [4], що змінює та спрощує технологію виготовлення дослідних конструкцій. Питання щодо технології виготовлення конструкцій з листовим армуванням є актуальним і потребує подальшого дослідження.

Основний текст. Важливою складовою системи створення й освоєння випуску нової продукції є організаційна підготовка виробництва. Вона виконується паралельно-попередньо з технологічною підготовкою та з проведенням дослідного виробництва. На цій стадії визначаються методи й процеси переходу на випуск нової продукції, здійснюються розрахунки потреби в матеріалах і комплектуючих виробках, установлюються календарно-планові нормативи процесу виробництва, розв'язуються питання організації та оплати праці тощо.

Комплекс робіт організаційної підготовки тісно пов'язаний із розв'язанням як внутрішніх, так і зовнішніх завдань виробництва від якісного розв'язання яких залежить ефективність випуску нової продукції.

Застосування зовнішнього армування заміняє використання багаторядного стрижневого армування, що у свою чергу, спрощує укладання бетонної суміші в опалубку та зменшує трудовитрати виготовлення конструкції. Відкрита металева поверхня зовнішнього армування може використовуватися замість закладних деталей при монтажі конструкції. Наявність арматури у вигляді жорстких металевих профілів або листової арматури збільшує витрати праці на виконання даних операційних процесів.

Однією з задач дослідження сталезалізобетонних конструкцій з листовим армуванням є аналіз параметрів технологічних процесів їх виготовлення та порівняння з аналогічними параметрами для залізобетонних конструкцій.

Для виконання даної задачі були проведені технолого-економічні дослідження запропонованого варіанту армування дослідних конструкцій.



Рис. 1. Каркаси для сталезалізобетонних виробів з використанням листової арматури

На рис.1 зображено сталезалізобетонні конструкції із зовнішнім листовим армуванням. Конструкція складається з повздовжньої листової арматури, бетонного ядра та поперечних арматурних стрижнів. Листова сталь об'єднується зі сталевими стрижнями в просторовий каркас за допомогою зварювання. Наступним етапом є встановлення готового металевого каркасу на підготовлену поверхню та заповнюється бетоном (рис. 2).



Рис. 2. Бетонування сталезалізобетонних стрижневих конструкцій з використанням листової арматури

Під час виготовлення експериментальних дослідних зразків фіксувались часові параметри виготовлення арматурних каркасів для сталезалізобетонних конструкцій з листовою арматурою. Для порівняння параметрів технологічних процесів виготовлення сталезалізобетонних конструкцій армованих листами та типових залізобетонних конструкцій було проведено

порівняння часових та вартісних параметрів виготовлення та процесів що його супроводжують.

Нормативний час на виконання кожної операції розраховуються за формулою:

$$H_{oi} = t_{omi} \cdot [1 + (a_{nz} + a_{об} + a_{ен} + a_{np})/100]; \quad (1)$$

де t_{omi} – норматив оперативного часу, чол.хв;

a_{nz} – час на підготовчо-завершальну роботу, % від оперативного;

$a_{об}$ – на обслуговування робочого місця, в % від оперативного,

$a_{ен}$ – час на відпочинок і особисті потреби, в % від оперативного,

a_{np} – час перерв, зумовлених технологією і організацією виробництва, в % від оперативного.

За нормою часу (нормою трудомісткості) H_{oi} і числу людей, зайнятих на виконанні і-тої операції P_{oi} , знаходиться її тривалість t_{oi} :

$$t_{oi} = H_{oi} / P_{oi}; \quad (2)$$

За операційними графіками, розглядаючи операції справа наліво (знизу доверху), визначається послідовний неперервний (критичний) ланцюжок операцій (подвійні лінії) і вимушених перерв.

Сумарна тривалість несумісних операцій і вимушених перерв визначає тривалість стадій:

$$T_{cj} = \sum_{i=1}^{m_o} (t_{oi}^n + \tau_{oi}^e), \quad (3)$$

де t_{noi} – тривалість і-тої несумісної операції, хв.;

m_o – кількість операцій j-тої стадії, шт.;

i – номер операції;

τ_{noi} – тривалість вимушених перерв, хв.

Таблиця 1

Часові параметри технологічних процесів виготовлення

Виготовлення арматурних каркасів, хв			
	1м	1,7м	2,4м
Сталезалізобетон	64	131	179
Залізобетон*	35	70	89
Виготовлення опалубки та підготовчі процеси до бетонування, хв			
	1м	1,7м	2,4м
Сталезалізобетон	24	38	43
Залізобетон*	68	135	173
Вартість конструкцій**, тис. грн.			
	1м	1,7м	2,4м
Сталезалізобетон	0,55	0,93	1,29
Залізобетон**	0,60	1,13	1,62

* – прийнято залізобетонний елемент з аналогічними геометричними параметрами.

** – вартість обчислена на одиницю виробу з урахуванням амортизаційних витрат на опалубку

Вартісні параметри були досліджуваних конструкцій були отримані за допомогою обчислень в програмному комплексі АВК-5 (таблиця 1). Програмний комплекс "Автоматизоване визначення вартості будівництва, АВК-5 призначений для автоматизованого випуску кошторисно-ресурсної документації, використовуваної всіма учасниками будівництва. Він орієнтований на державні будівельні норми України ДБН Д.1.1-1-2000 "Правила визначення вартості будівництва".

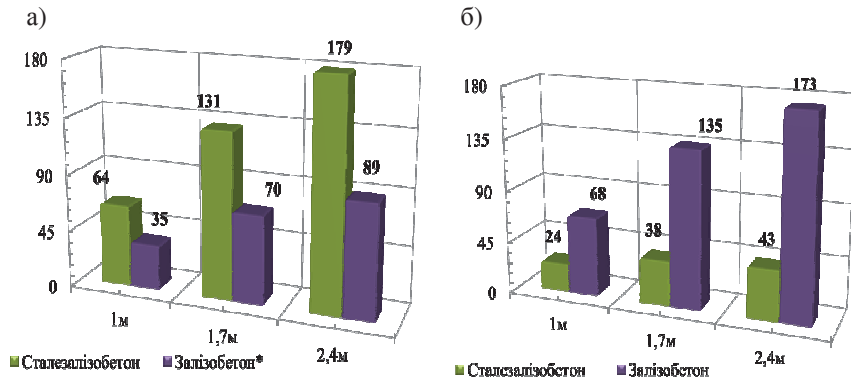


Рис. 3. Технологічні параметри виготовлення конструкцій
а) виготовлення арматурних каркасів, хв., б) виготовлення опалубки та підготовчі процеси до бетонування, хв.

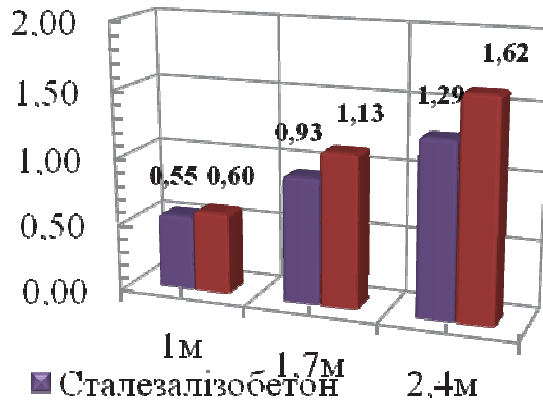


Рис. 4. Вартість конструкцій, тис. грн.

Висновки. Проведений аналіз показав, що виготовлення каркасу в сталезалізобетонних конструкціях з листовим армуванням займає на 43,3-50,2% (рис. 3) більше часу порівняно з каркасами для аналогічних залізобетонних елементів. Проведення підготовчих та опалубочних робіт при виготовленні залізобетонних конструкцій займає на 64,7-75,1% (рис. 3) більше часу порівняно з аналогічними сталезалізобетонними. Результати порівняння вартісних параметрів показали, що виготовлення сталезалізобетонних конструкцій з листовим армуванням потребує менше витрат на 8,3-20,1% (рис. 4) порівняно з аналогічними залізобетонними елементами.

1. Єрмоленко Д.А. Об'ємний напружено-деформований стан трубобетонних елементів: Монографія // Д. А. Єрмоленко – Полтава: Видавець Шевченко Р.В., 2012. –316 с.: Іл.: 157; табл.: 16; бібліогр: 404. 2. Клименко Ф.Е. Сталобетонные конструкции с внешним полосовым армированием. – К.: Будівельник, 1984. – 88 с. 3. Стороженко Л. І., Експериментальні дослідження деформацій стиснутого трубобетону із застосуванням фотограмметричного методу [Текст] / Л. І. Стороженко, Д. А. Єрмоленко, Ю. В. Третьякова // Ресурсоекономні матеріали, їх властивості та технології виготовлення : зб. наук. праць. . – Р. : НУВГП, 2011. – Вип. 22 – С. 499–504. 4. Стороженко Л.І., Лапенко О.І. Залізобетонні конструкції в незнімній опалубці: Монографія.– Полтава: ПолтНТУ, 2008. –312с. 5. Стороженко Л.І., Семко О.В. Пенц В.Ф. Сталезалізобетонні конструкції. – Полтава:ПНТУ, 2005. – 182 с. 6. Стороженко Л.І., Лапенко О.І. Магас Н.М. Експериментальні дослідження конструкцій, виготовлених в незнімній опалубці // Зб. «Коммунальное хозяйство городов». – Харків: «Техніка», 2009. – С.44 – 49. 7. М. Arnould , М. Virlogeux. – Le beton leger.– Presses de l'Ecole Nationale des ponts et chassesees. Paris: – 1996, р. 43 –70. 8. В.О. Онищенко, Організація будівництва. Теорія і практика організації, планування та управління будівельним виробництвом: Навч. посібник. // В.О. Онищенко, О.В. Редкін, Л.Г. Щербінін, І.О. Іваницька, Д.М. Толкачов, І.О. Білоус. – Х.: "Компанія СМІТ", 2009. – 304 с. 9. Русанова Н.Г., Пальчик П.П., Рьжанкова Л.М. Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій: Підручник. –К.: Вища шк., 1994. – Ч.2. –334с.