

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**
Будівельно-технологічний факультет
Кафедра технології будівельних конструкцій і виробів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Гоц В. І.

«_____» _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»
на тему:

«Обґрунтувати технологічні і організаційні рішення виробництва залізобетонної попередньо напруженої підкранової балки БК6-1К7-С»

Галузь знань:

19 Архітектура та будівництво

Спеціальність:

192 Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма:

«Технологія будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»

IV курс, група ТБКВМ-41

Здобувач:

Бродовський Сергій Сергійович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник :

Амеліна Н.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

(підпис)

(підпис)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Київ 2023

Зміст

Вступ.....	4
1. Обґрунтування способів і технічних засобів для виконання стадійних процесів армування і формування виробу.....	10
2. Вибір заповнювачів і добавок для бетону і розрахунок складу бетонної суміші	19
3. Склад операцій контролю якості зварних закладних деталей	24
4. Транспортно технологічна схема процесу армування балки.....	28
5. Трудомісткість процесу армування та поопераційний графік.....	32
6. Список літератури.....	36

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

ВСТУП

Консультант _____ / _____ /

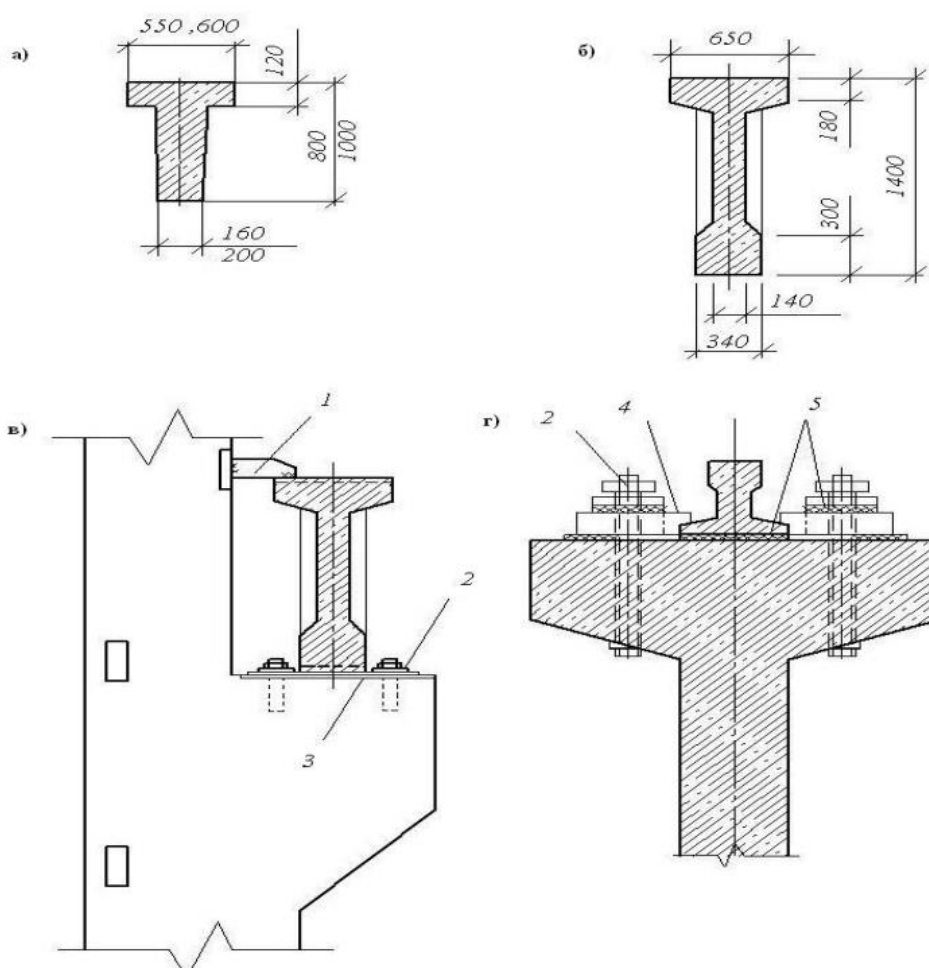
Здобувач _____ / _____ /

					Залізобетонна попередньо напружена дідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

Вступ

Балка підкранова залізобетонна БК6-1К7-С

Збірні залізобетонні балки прольотом 6 або 12 метрів для влаштування мостових кранів промислових підприємств. Мостові крани - елементи більшості промислових підприємств, доків, складів, які потребують переміщення вантажів значної ваги. Переріз підкранової зб балки 800, 1200 мм, вона випускається масивною і здатна переносити ряд вертикальних та горизонтальних навантажень. Уніфіковані розміри задовольняють усі вимоги сучасного будівництва.



Мал. Залізобетонні підкранові балки: а) при кроці колон 6 м; б) при кроці колон 12 м; в) кріплення підкранової балки до колони; г) кріплення рейки до підкранової балки; 1 – сталевая пластина; 2 – болт; 3 – опорний сталевий лист; 4 – сталевая лапка; 5 – пружні прокладки

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Підкранові балки служать опорою для рейок, якими пересуваються мостові крани вантажопідйомністю до 32 тонн (у разі необхідності влаштування кранів вантажопідйомністю до 50 тонн використовуються сталеві підкранові балки). Крім того, балки залізобетонні підкранові служать поздовжніми елементами каркаса, які забезпечують йому просторову жорсткість. Балка підкранових шляхів з важкого бетону є несучою конструкцією, на якій закріплені рейки кранової колії. Випускаються балки таврового та двотаврового перерізу, залежно від прольоту будівлі. Балки 6 метрів таврового перерізу мають потовщення на опорах, а балки двотаврові підкранові 12 метрів мають несиметричний профіль верхня полиця ширша за нижню.

Серія 1.426.1-4 визначає, що саме верхні полиці балок служать для кріплення до них кранових рейок, а також вони сприймають горизонтальних інерційних зусиль від гальмування кранового візка. Норми і розрахунок кранових навантажень включають довідкові таблиці серії 1.426.1-4 випуск 2.

Проектні креслення балки підкранової включає випуск 2, яка також встановлює рекомендації до застосування балки. Таким чином, підкранові балки застосовуються в опалюваних та неопалюваних промислових будівлях, а також у відкритих естакадах. Від режиму експлуатації підкранової балки залежить вибір типу армування, тому не забувайте вказувати вимоги проектної документації при замовленні балок.

Робота балки БК 6.8 К7.С допустима у звичайних умовах будівництва за розрахункової сейсмічності до 9 балів включно. При роботі підкранових балок у вологому кліматі необхідний додатковий захист бетону балки гідрофобізуючими просоченнями.

Поряд із сталевими підкрановими балками використовуються балки підкранові залізобетонні, які також кріпляться до колон. На підкрановій балці лежить непросте завдання бути надійним і міцним основним несучим елементом підкранових конструкцій. Використання таких балок давно

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

освоєно в різних галузях промислового виробництва, підкранові балки вважаються ходовим товаром високого ступеня відповідальності. Від конструкції, що несе, потрібно не тільки міцність, жорсткість і тріщиностійкість, але і здатність поглинати вібрації, які властиві виробничим процесам.

Матеріали для виробництва підкранових балок

Балки підкранові випускаються із найміцнішого бетону важких марок М400 (В30-40). Такий бетон не тільки добре сприймає навантаження, але й здатний витримувати коливання температур, заморожування, намокання та тривалу експлуатацію на відкритому повітрі. Головний ворог залізобетонної балки тріщини підкранової, тому проектувальники намагаються закласти в балку солідний запас міцності, який був би здатний витримувати перевантаження і зберігати цілісність бетонної поверхні. Сучасне виробництво підкранових балок дозволяє оптимально модифікувати склад бетону згідно з проектною документацією об'єкта. А це означає, що ви можете купити залізобетонні балки підкранові, виконані на ваше замовлення. Морозостійкість та водонепроникність бетону встановлюються перед виробництвом залежно від кліматичних умов будівництва та режиму експлуатації балки.

Маркування виробу

Підкранові балки умовно позначаються за допомогою двох буквено-цифрових груп, в яких вказується тип виробу, проліт виробу, несуча здатність (індекс, залежно від вантажопідйомності крана), клас напруженої арматури, місце розташування балки (К- крайній проліт, С- середній проліт, ту температурного шва).

Наприклад розглянемо шифр балки БК6-1К7-С (5950x600x800 мм), де:

- БК-балка підкранова;

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

- 6–проліт балки;
- К7 - армування канатом К7;
- С – середнє положення у крановому шляху.

Крім марки на поверхні підкранової балки вказані маса і дата випуску.

Випробування продукції.

Балки підкранових шляхів проходять випробування на міцність, жорсткість та тріщиностійкість, а також лабораторні випробування властивостей бетону та сталі. Постачання балок підкранових здійснюється при досягненні не менше 70% проектної міцності бетону. На поверхні підкранової балки не повинно бути іржавих і жирових плям.

Точність геометрії підкранової балки може незначно коливатися, допустимі відхилення від еталона 10 мм по довжині, 5 мм по ширині, 2 мм по товщині. Викривлення балки не повинно перевищувати 10 мм горизонтальної поверхні і 20 мм вертикальної. Тріщини, раковини, напливи та оголення арматурних каркасів не допускаються. Підкранова балка повинна мати бездоганну якість бетонної поверхні.

Після постачання споживачеві балки підкранові бетонні БК6-1К7-С проходять приймально-здавальний контроль. Під час цієї процедури проводиться зовнішній огляд балок, пошук дефектів, перевірка якості зварних з'єднань та розташування заставних виробів. Перевірка підлягають технічні паспорти балок, у яких виробник вказує дату виробництва, кількість балок у партії, проектні марки бетону за міцністю на стиск, морозостійкість та водонепроникність балок, а також результати випробувань балок на міцність. Виробник, як правило, дає гарантії на балки підкранові зб, у разі виявлення прихованих дефектів при зберіганні та експлуатації балки підлягають поверненню.

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Зберігання та транспортування.

Коректне транспортування балки підкранових шляхів БК6-1К7-С можливе лише в робочому положенні, що виключає зсув балок та пошкодження торців та закладних виробів. Під час перевезення необхідно використовувати підкладки з дерева. Зберігання балок на солодах рекомендовано у штабелях висотою не більше трьох виробів з обов'язковим застосуванням прокладок на відстань півметра від торців. Бережна доставка та безпечне розвантаження гарант міцності виробів та придатності для монтажу.

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

***Обґрунтування способів і технічних засобів для
виконання стадійних процесів армування і
формування виробу***

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1. Обґрунтування способів і технічних засобів для виконання стадійних процесів армування і формування виробу

Армування підкранових балок.

Збільшення обсягів виробництва та вдосконалення обладнання вимагає від сучасного залізобетону колосальної витривалості. Для цього залізобетонні балки підкранові випускаються попередньо напруженими. Зміцнення досягається шляхом закладання в конструкцію балки зварних сіток та просторових каркасів. Арматура напружена натягується на опори розташовані на кінцях стенду до укладання ненапруженої арматури. Як напружену арматуру використовується сталь високого класу А-III, А-IV. Як ненапружену арматуру використовується сталь А-I, А-III. Крім того, особливу міцність підкрановим балкам надає канат плетений К7 з семи дротів. Арматура покривається шаром антикорозійного захисту. Товщина захисного шару арматури ретельно контролюється.

Балки підкранові залізобетонні запроектовані для роботи в неагресивних середовищах, для експлуатації під руйнівним впливом хімічних середовищ необхідно купити підкранові балки, випущені зі зниженою проникністю бетону і виконувати рекомендації БНіП щодо захисту бетонних конструкцій від конструкцій.

Залежно від положення вздовж кранового шляху підкранові балки призначаються крайніми та середніми, що працюють у температурних швів будівлі та біля її торців.

Незалежно від способу виготовлення, номенклатури продукції та технологічної схеми виробництва, процес виробництва збірних залізобетонних виробів та конструкцій включає такі головні операції:

- підготовку форм або формуючої стрічки (встановлення форми, очищення, змащування внутрішньої поверхні форм або формуючої стрічки);

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

- виготовлення арматурних сіток, каркасів, закладних виробів і їх встановлення у форму (в разі використання попередньо-напруженої арматури виконується натягнення арматури);
- виготовлення бетонної суміші;
- укладання і ущільнення у формах;
- тепловолога обробка відформованих виробів;
- розпалублення вироблених виробів та їх опорядження;
- контроль якості виробів;
- транспортування виробів на склад;
- їх зберігання і відправлення на будівництво.

Підприємства виробничої бази будівництва забезпечують одночасне виробництво багатьох видів конструкцій і виробів, і тому мають декілька спеціалізованих технологічних ліній, які відрізняються за складом операцій і послідовністю їх виконання.

Залежно від взаємного розміщення засобів праці (технологічного обладнання), предметів праці (форм, матеріалів, напівфабрикатів) нині можливі два варіанти організації виробництва на заводах залізобетонних виробів і конструкцій:

I - технологічне обладнання та робітники не переміщуються, а переміщуються форми з виробами;

II - форми нерухомі, а переміщуються обладнання та робітники.

До першого варіанта процесу належать *конвеєрне* та *агрегатно-потокове* виробництво, до другого - *стендове* та *касетно-стендове*.

При *стендовому способі* всі операції з виготовлення виробів здійснюють на одному місці у нерухомих формах, що розташовані на площадках – стендах. На стендах виготовлюють, в основному, довгомірні вироби з попередньо – напруженою арматурою (плити, ригелі, балки, ферми, тощо).

В торці стенду розташований прямокутник з рейковими коліями на яких знаходиться бухтоутримувач з катушками високоміцного дроту і установка

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

для зварювання (стикування) стрижневої арматури потрібної довжини.

Струнопакет натягується вздовж стенду електричними корбами.

Попереднє напруження арматури здійснюється гідравлічними домкратами.

Бетонну суміш укладають у форми з допомогою спеціального бетоноукладача, а ущільнюють вібраторами, що закріплені на бортах форм або переносними ручними.

Для прискорення тужавіння бетону здійснюють теплову обробку бетонної суміші, паром якій подається у порожнину форми. Для попередження випаровування вологи під час теплової обробки виробів форми зверху накривають брезентом.

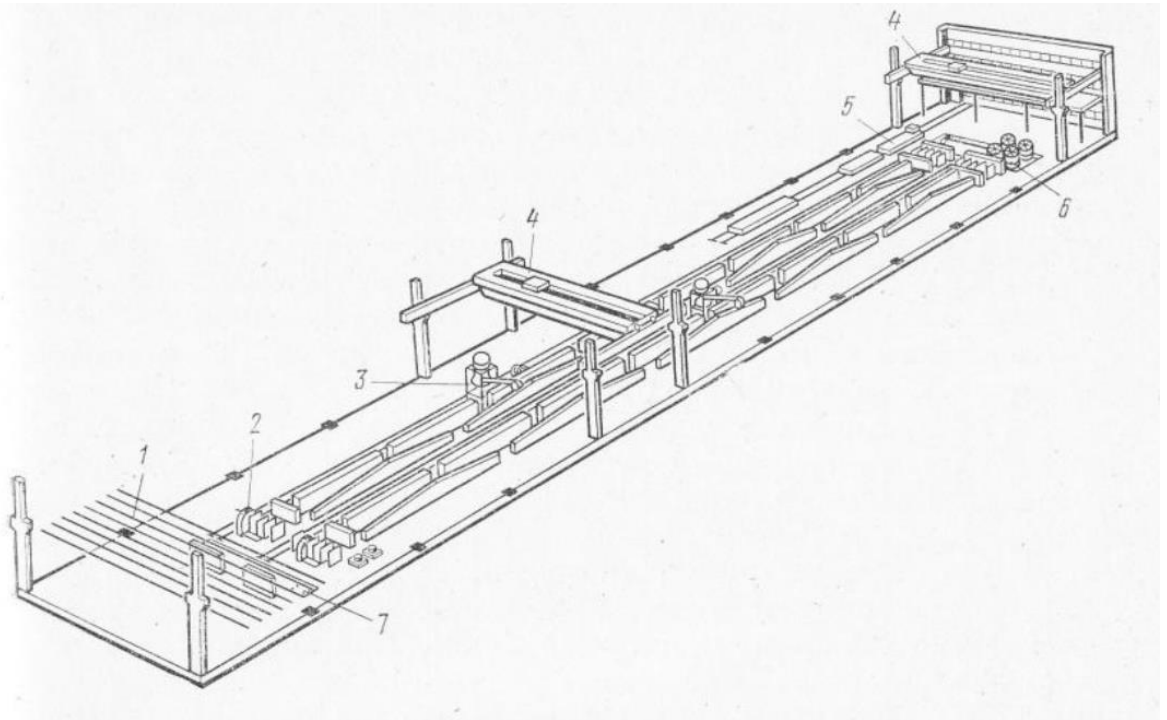


Рис. Схема технологічної лінії з виготовлення залізобетонних виробів стендовим способом

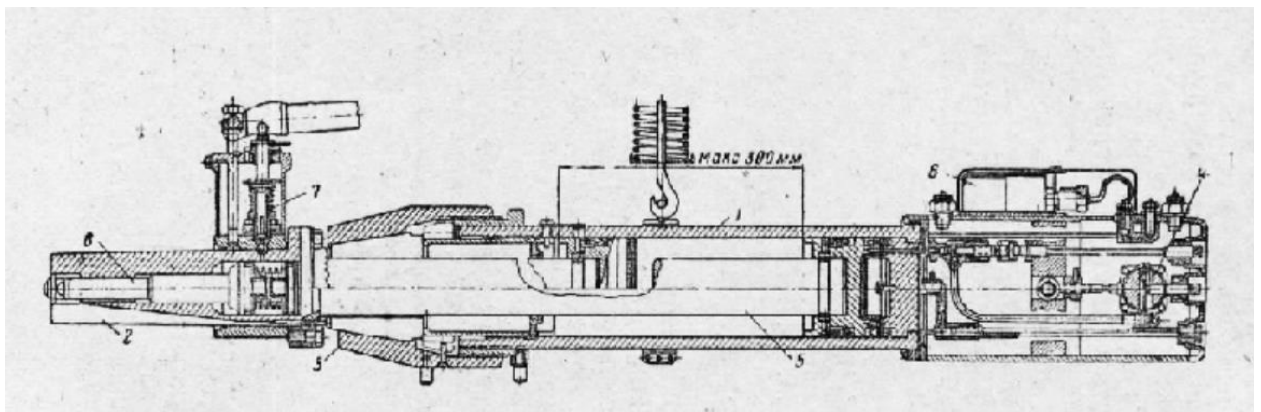
1. естакада для подачі бетону;
2. гідравлічні домкрати;
3. бетонороздавач;
4. мостовий кран;
5. самохідний возик для вивозу готових виробів;
6. утримувач бухт;

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

7. корба для протягування дроту.

У виробництві попередньо напружених елементів можливі два способи створення попередньої напруги: натяг на упори та натяг на бетон. При натягу на упори до бетонування елемента арматуру заводять у форму, один кінець її закріплюють в упорі, інший натягують домкратом або іншим пристосуванням до контрольованої напруги. Після придбання бетоном необхідної кубикової міцності перед обтисканням арматуру відпускають із упорів. Арматура при відновленні пружних деформацій в умовах зчеплення з бетоном стискає навколишній бетон. При так званому безперервному армуванні форму укладають на піддон, з штирями, арматурний дріт спеціальною навивочною машиною навивають на трубки, надіті на штирі піддону, із заданою величиною напруги, і кінець її закріплюють плашковим затиском. Після того як бетон набере необхідну міцність, виріб із трубками знімають зі штирів піддону, при цьому арматура обтискає бетон.

Для виготовлення конструкцій з пучковою арматурою використовують гідравлічні домкрати подвійної дії з ручним приводом, які характеризуються такими показниками:



На рис. зображено поздовжній розріз домкрата. Основний робочий циліндр призначений для натягу пучка з кількістю струн до 11 штук. Кінці проволочи пучка укладають в поздовжні жолобки, передбачені на голівці домкрата, і закріплюють в конічній муфти, яку при цьому загвинчують вручну до

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

відмови. після цього домкрат впирається голівкою в торець виготовляється елемента і включається основний гідравлічний насос високого тиску. Масло, яке надходить під тиском у циліндр, викликає переміщення основної частини домкрата уздовж поршня і натяг пучка. Після досягнення заданої сили натягу, що фіксується в атмосферах на манометрі, основний насос вимикають і включають малий гидронасос, який приводить в рух поршень. Останній запресовує до відмови сталеву пробку в анкерну колодку, ніж забезпечується надійна закладення натягнутого пучка на торці елемента. Після цього знімається тиск в обох циліндрах, відвертається муфта і домкрат звільняється для натягу наступних пучків.

Домкрат випускається в комплекті з візком, на якій він переміщається в горизонтальній площині. При натягу пучків домкрат підвішується, чим забезпечується можливість досить легкого маневрування з ним, незважаючи на велику вагу.

Стрижневу арматуру можна натягувати на упори електротермічним способом. Стрижні з висадженими головками розігрівають електричним струмом до 300-350 ° С, заводять у форму та закріплюють на кінцях в упорах форм. Арматура при відновленні початкової довжини у процесі остигання натягується на упори.

Формування підкранових балок.

Бетонування виробів починають після натягу дротяних пакетів, установки ненапруженої арматури і заставних деталей, складання форм на одній технологічній лінії по всій довжині стенда. Бетонну суміш доставляють до стенду краном в цебрах і перевантажують в бункер бегонораздатчика. Бетонування ведеться уздовж всього виробу. Спосіб ущільнення застосовуються для цього обладнання і залежать від виду виробів, їх габаритів і положення на стенді при формуванні в горизонтальному положенні двосхилих балок, ребристих панелей, опор двотаврового

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

перетину. Вібрація навісними вібраторами застосовують при формуванні виробів у вертикальному положенні. Ковзне віброштампування застосовують при формуванні тонкостінних виробів.

Технологічна послідовність виготовлення залишається однаковою при роботі на різних стендах; збірка форм, установка ненапруженої арматури заставних деталей, напруга арматури нижнього пояса механічним або електротермічним способом, формування і теплова обробка виробу, передача зусилля попереднього напруження з упорів стенду на отверділий бетон виробу, розробка форм і з'їм виробу зі стенду. Кожен ряд стендів обслуговується бетоноукладачем.

Характеристика ймовірних способів виконання стадійного процесу формування.

- Застосування об'ємного віброуцільнення включає залучення маси форми і всієї маси бетонної суміші формованого виробу до коливання. Цей процес виконується за допомогою різних принципів дії на віброплощадках. Віброплощадки є універсальними формувальними засобами, які можуть бути переносними або пересувними, і використовуються для виготовлення різноманітних виробів. Вони широко застосовуються в виробництві плитних конструкцій завтовшки до 40 см з використанням малорухливих та помірно жорстких бетонних сумішей, зокрема тих, які містять арматуру, із вертикальними коливаннями.
- При внутрішньому, або глибинному, віброуцільненні робочий орган машини безпосередньо переміщується в масиві бетонної суміші, здійснюючи внутрішнє ущільнення. Віброуючі робочі органи можуть просто ущільнювати (глибинні вібратори) або комбінувати ущільнення з формоутворенням. Глибинні вібратори використовуються для виготовлення виробів у випадках, коли виробництво не механізоване, а

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

також як допоміжні засоби для ущільнення густо армованих виробів.

- Вібропресування - це поєднання впливу вібрації та тиску на бетонну суміш, що дозволяє формувати вироби з жорстких бетонних сумішей та отримувати профільовані верхні поверхні. Під час вібропресування, вібрація передує процесу пресування, оскільки одночасне застосування цих дій може призвести до структурних зв'язків, які зміцнюються під тиском і перешкоджають вібрації часток твердої фази. Вібрація з прикладанням навантаження використовується для утворення виробів на віброплощадках шляхом застосування поверхневого навантаження. Цей метод підвищує ефективність ущільнення бетонної суміші, зменшує тривалість процесу ущільнення та сприяє отриманню гладких поверхонь виробів.
- Зовнішнє віброущільнення. Цей спосіб використовують при виготовленні з рухливих та малорухливих бетонних сумішей в стаціонарних формах таких конструкцій, як вентиляційні блоки, санітарно-технічні кабінки, об'ємні елементи, сходові марші, балки таврового та двотаврового перерізу тощо. Стаціонарні одинарні віброформи оснащують навісними серійними зовнішніми вібраторами маятникового типу, які завдяки шарнірному кріпленню до стінок форми створюють коливання, перпендикулярні до стінки.

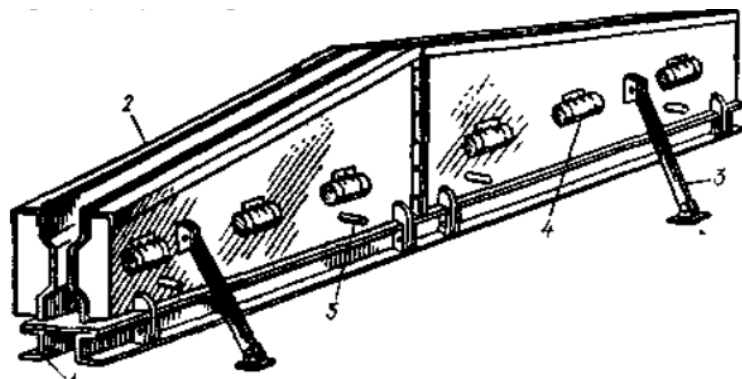


Рис. 3.5.13 Форма із зовнішніми вібраторами:
1 — піддон; 2 — поздовжній борт; 3 — важіль гідропривода; 4 — вібратори; 5 — патрубки для підведення пари

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Спосіб формування	Положення виробу	Спосіб ущільнення	Формувальне обладнання	Тип форм і формувального оснащення
1 Об'ємне віброущільнення	В робочому положенні	вібрування	Віброплощадка СМЖ-199А, бетоноукладач СМЖ-162	Форма з пружними бортами, сталевий формувальний лист
Внутрішнє віброущільнення	В робочому положенні	вібрування	Формувальна машина СМЖ-227	Форма з пружними бортами, сталевий формувальний лист
Вібропресування	В робочому положенні	Вібрування з привантаженням	Віброплощадка СМЖ-199А, бетоноукладач СМЖ-Інерційний привантажувач	Форма з пружними бортами, сталевий формувальний лист

Обґрунтування вибору способу виконання стадійного процесу у відповідності з прийнятим критерієм

- Внутрішнє віброущільнення - не є економічно вигідним, оскільки для даної панелі, довжиною 6 метрів, потрібно використовувати велику кількість глибинних вібраторів. Крім того, цей метод не підходить для завдання, яке передбачає жорстку бетонну структуру.
- Вібропресування - це дорогий спосіб, оскільки вимагає використання комбінованого обладнання. Крім того, процеси вібропресування трудомісткі та вимагають великих енергетичних затрат.
- Об'ємне віброущільнення, що включає в себе просте обладнання, широко застосовується в наш час. Цей метод також підходить для формування виробів з жорстких і помірно жорстких сумішей.

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- Зовнішнє віброущільнення. Ущільнення бетонної суміші під час формування виробів формах досягається вібруванням стінок, до торців яких прикріплюють по одному чи по два вібратори з кожного боку. При вертикальному розміщенні осі деба-лансу створюються напрямлені коливання у площині.

Висновок: обираємо зовнішнє віброущільнення бетонної суміші

					Залізобетонна попередньо напружена дідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

***Вибір заповнювачіві добавок для бетону і
розрахунок складу бетонної суміші***

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2. Вибір заповнювачіві добавок для бетону і розрахунок складу бетонної суміші

Обґрунтування вибору крупного заповнювача.

Крупний заповнювач – гранітний щебінь.

- Максимальна крупність $D_{нб}$ 5мм.
- Мінімальна допустима міцність породи заповнювача 800 кг/см^2 .
- Забруднення не більше 1% за масою (пилуваті і глинисті частинки).
- Вміст зерен слабких порід не більше 5%, а пластинчастих і голкоподібних – не більше 35% за масою.
- Морозостійкість щебеню (граніту) не менше 200 циклів заморожування і відтавання.
- 1 клас радіонуклідності (А (еф)) $<370 \text{ Бк / кг}$.

Висновок: приймаємо щебінь фракції 2-5 мм, міцність при стиску породи 1200 кг/см^2 , морозостійкість F400.

Властивості і показники прийнятого крупного заповнювача:

- середня густина зерен 2,6 кг/л
- насипна густина 1,5 кг/л
- міжзернова пористість 0,4

Решта властивостей повинні відповідати вимогам державного стандарту ДСТУ Б В.2.7.-75-98.

3.2. Обґрунтування вибору дрібного заповнювача

Мілкий (дрібний) заповнювач – кварцовий річковий пісок.

Модуль крупності $M_{кр}=1 \dots 1,5$

- Допустимий вміст у піску пилуватих і глинистих часток нормується залежно від призначення бетону, виду виготовлюваних конструкцій і умов експлуатації їх і становить 1...5% за масою

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Властивості і показники прийнятого дрібного заповнювача:

Властивості і показники прийнятого мілкового заповнювача:

- середня густина зерна 2,6 кг/л
- насипна густина 1,5 кг/л
- вартість 1,0 м³ 60 грн.
- Решта властивостей повинні відповідати вимогам державного стандарту ДСТУ Б В.2.7.-32-95

Назва добавки: Лігносульфат технічний(ЛСТ)

Лігносульфонати технічні (ЛСТ) є продуктом переробки деревини, містять суміш натрієвих солей лігносульфонових кислот, володіють універсальними властивостями поверхнево-активних речовин, що характеризуються пластифікуючим і диспергируючим дією в цементних системах.

Технічна ефективність:

- збільшує рухомість бетонів з П1 до П5 не знижуючи міцність;
- заощаджує витрати цементу до 25%;
- зменшує витрати води на 15-20%;
- підвищує міцність, щільність, однорідність будівельного розчину;
- попереджає розтріскування матеріалу;
- зменшує водопоглинання поверхонь;
- підвищує морозостійкість та водонепроникність бетонів та розчинів після їх затвердіння;
- збільшує стійкість матеріалів до механічних та хімічних навантажень;

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Розрахунок складу бетонної суміші.

В якості сировинних матеріалів приймаємо:

ПЦ І-400 : $\rho=3,0 \text{ г/см}^3$; $\gamma=1200 \text{ кг/м}^3$.

Гранітний щебінь високої якості із $\rho_{\text{щ}}=2500 \text{ кг/м}^3$; $\gamma_{\text{щ}}=1500 \text{ кг/м}^3$;

Пісок використовується з $M_{\text{кр}}=1,5$; $\rho=2,6 \text{ г/см}^3$; $\gamma=1500 \text{ кг/м}^3$.

Визначаємо умову міцності бетону (допустиме найбільше значення величини В/Ц):

$$\frac{B}{C} = \frac{0,4 \cdot 400}{600 + 0,5 \cdot 0,4 \cdot 400} = 0,31$$

Приймаємо кількість $V_0=160 \text{ л/м}^3$.

Визначаємо витрату цементу на $1,0 \text{ м}^3$:

$$C = \frac{B}{B/C} = \frac{160}{0,31} = 521 \text{ кг/м}^3$$

Визначаємо пустотність щебеню:

$$V_{\text{п.щ}} = 1 - \frac{\gamma_{\text{щ}}}{\rho_{\text{щ}}} = 1 - \frac{1500}{2500} = 0,4$$

Визначаємо кількість щебеню ($\alpha=1,12$):

$$Щ = \frac{1000}{\frac{\alpha \cdot V_{\text{п.щ}}}{\gamma_{\text{щ}}} + \frac{1}{\rho_{\text{щ}}}} = \frac{1000}{\frac{1,2 \cdot 0,4}{1,5} + \frac{1}{2,5}} = 1388 \text{ кг/м}^3$$

Витрата піску П за формулою абсолютних об'ємів:

$$P = \left[1000 - \left(\frac{C}{\rho_C} + \frac{Щ}{\rho_{Щ}} + B \right) \right] \cdot \rho_P = \left[1000 - \left(\frac{521}{3} + \frac{1388}{2,5} + 160 \right) \right] \cdot 2,6 \\ = 350 \text{ кг/м}^3$$

Коефіцієнт виходу бетону:

$$\beta = \frac{1000}{\frac{C}{\rho_C} + \frac{P}{\rho_P} + \frac{Щ}{\rho_{Щ}}} = \frac{1000}{\frac{521}{1,2} + \frac{350}{1,5} + \frac{1388}{1,5}} = 0,1$$

-ЛСТ = $1,6 \text{ кг/м}^3$

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Розрахунок вартості матеріалів на 1 м^3 бетонної суміші:

$$\begin{aligned} C &= C_{\text{ц}} \cdot \text{Ц} + C_{\text{п}} \cdot \text{П} + C_{\text{щ}} \cdot \text{Щ} + C_{\text{д}_1} \cdot \text{Д}_1 + \\ &= 4,1 \cdot 333 + 0,16 \cdot 500 + 0,24 \cdot 1252 + 3,26 \cdot 99,9 \\ &= 2071,454 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Розрахунок вартості матеріалів на 1 м^3 бетонної суміші:

$$\begin{aligned} C &= C_{\text{ц}} \cdot \text{Ц} + C_{\text{п}} \cdot \text{П} + C_{\text{щ}} \cdot \text{Щ} + C_{\text{д}_1} \cdot \text{Д}_1 = 3,35 \cdot 521 + 0,12 \cdot 350,4 + 0,29 \cdot 1388,8 + 18,5 \cdot 1,6 \\ &= 2219,75 \end{aligned}$$

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

***Склад операцій контролю якості зварних
закладних деталей***

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

3. *Склад операцій контролю якості зварних закладних деталей*

Згідно ДСТУ Б В.2.6-168:2011 арматурні вироби повинні відповідати наступним технічним вимогам:

1. Зварні арматурні і закладні вироби слід виготовляти, а зварні з'єднання арматури і закладних виробів виконувати відповідно до вимог даного стандарту за нормативно-технічною документацією на залізобетонні конструкції або арматурні і закладні вироби і по технологічній документації, що затверджена в установленому порядку.
2. Вид і марка арматурної сталі, а також марка металопрокату з вуглецевої сталі звичайної якості або низьколегованої сталі, що застосовується для виготовлення арматурних і закладних виробів, повинна відповідати встановленим стандартам, технічним умовам або проектній документації на конструкції та вироби. Арматурні і закладні вироби слід виготовляти з арматурної сталі і металопрокату, що відповідають вимогам стандартів або технічних умов на арматурну сталь і металопрокат.
3. Дійсні відхилення лінійних розмірів зварних арматурних і закладних виробів не повинні перевищувати відхилень, зазначених у проектній документації. При відсутності таких вказівок в проектній документації дійсні відхилення лінійних розмірів не повинні перевищувати граничних, встановлених в залежності від класу точності залізобетонної конструкції.
4. Відхилення від площини зовнішніх лицьових поверхонь плоских елементів закладних виробів не повинно перевищувати 3 мм. Кут між поверхнею плоского елемента і анкерним стрижнем закладної деталі повинен бути в межах.
5. Краї плоских елементів закладних виробів повинні бути очищені від грата і шлаку після вогневого різання.
6. На елементах арматурних і закладних виробів, а також зварних з'єднань не повинно бути іржі і окалини, що відшаровується, а також слідів

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

масла та інших забруднень.

7. Відхилення, що встановлені в нормативно-технічній документації розмірів конструктивних елементів зварних з'єднань і їх взаємного розташування, не повинні перевищувати граничних значень.
8. Стикові і хрестоподібні з'єднання, що виконані контактною зваркою, повинні бути оточені ґратом. Змінання стержнів електродами на глибину більше 0,1 номінального діаметра стержня, підплавлення і підпали ребер періодичного профілю стрижнів не допускаються.
9. З'єднання, що виконані дуговим і ванно-шовним з'єднанням, підлягають очистці від шлаку, а з'єднання типів С5-С10, С14-С20 - і від бризок металу.
10. Наплавлений метал в з'єднаннях і основний метал в біляшовних зонах не повинен мати тріщин. Перехід від наплавленого металу до основного повинен здійснюватися без підрізів основного металу. Всі кратери повинні бути заварені. Не допускаються перерви наплавленого металу і шлакові включення в ньому, пропали плоских елементів закладних виробів, свищі, поверхневі підпали основного металу і непровари.
11. Розміри і число зовнішніх дефектів в зварних з'єднаннях, виконаних дуговим, ванно-шовним зварюванням та зварюванням у ванній, не повинні перевищувати зазначених у відповідному стандарті.
12. Середні значення межі міцності С стикових, таврових і напусткових зварних з'єднань арматури, а також хрестоподібних з'єднань з нормованою міцністю стержневої арматури в залежності від розмаху значень їх межі міцності (різниці між максимальним і мінімальним значеннями) у вибірці повинні бути не нижче наведених в даному стандарті. Розмах значень межі міцності зварних з'єднань в усіх випадках не повинен перевищувати 118Н/мм^2 (12 кгс/мм^2).
13. Стикові з'єднання стрижнів з термомеханічно зміцненої арматурної сталі класу Ат-V, виконані контактним зварюванням, при механічних

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

випробуваннях на розтягнення повинні руйнуватися поза зоною сплаву. При цьому зменшення вихідного діаметра стрижня в місці розриву не повинно бути менше 20%.

14. Кожен пакет зварних плоских арматурних сіток і каркасів, кожна пачка окремих стержнів арматури зі звареними стиковими з'єднаннями, а також контейнер (ящик) зі звареними заставними виробами повинні мати ярлик, на якому вказують:

- марку або умовне позначення арматурних або заставних виробів;
- число арматурних виробів в пакеті (пачці) або заставних виробів в контейнері (ящику);
- номер партії і дату виготовлення виробів;
- позначку ВТК про приймання партії виробів.

15. До кожного рулону зварних арматурних сіток і штабелю просторових арматурних каркасів повинен бути прикріплений ярлик із зазначенням:

- умовного позначення сітки або марки просторового каркаса;
- номеру партії та дату виготовлення виробів;
- маси рулону, т (для рулонних арматурних сіток);
- позначки ВТК про прийом партії виробів.

16. Для арматурних і закладних виробів, що поставляються за межі підприємства-виробника, в ярлику додатково необхідно вказати найменування або товарний знак підприємства-виробника.

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

***Транспортно технологічна схема процесу
армування балки***

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	28 Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Транспортно технологічна схема процесу армування балки

1 Розгорнута характеристика прийнятого способу виконання стадійного процесу

Для натягання арматури можна використовувати різні механічні методи, які забезпечують його розтягнення осьовою силою. Ця сила може бути створена за допомогою гідравлічних і гвинтових домкратів, вантажних пристроїв, системи блоків або спеціальних машин, коли арматура безперервно натягується високоміцним дротом. Механізми, які використовуються для натягання лінійної арматури, можна умовно поділити на дві групи: переносні або пересувні домкрати без допоміжного оснащення і натяжні машини (стаціонарні або пересувні), які мають додаткові вузли, приводи та механізми для допоміжних робіт. Натягування стержневої арматури здійснюють однопоршневими гідравлічними домкратами, приєднуючи шток домкрата до затискача за допомогою захватної натяжної муфти.

Дротяні пучки натягуються на бетон після протягування їх у канали конструкції домкратами подвійної дії, які мають механізм запресовування пробки. Гідродомкрати працюють у комплекті з пересувними насосними станціями з ручною підкачкою масла або електроприводом.

Для одночасного натягання кількох арматурних елементів в одному виробі застосовують різні установки, до комплекту яких входять групові захвати і власне натяжні пристрої з домкратами.

Під час групового натягання дротяних пакетів на довгих стендах використовують пересувні натяжні машини, які виконують натягання за допомогою інвентарних тяг із захватами. Шток домкрата натяжної*машини з'єднується з тягою через муфту з внутрішньою нарізкою. Упорні штанги машини удираються в упори стенда. Напруження арматури на довгих стендах виконують поетапно. Спочатку натягання становить 40...50 % значення проектного напруження Після перевірки правильності розміщення та закріплення напружуваної арматури встановлюють ненапружену арматуру

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	29 Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(сітки, каркаси, закладні деталі). Потім напруження в арматурі доводять до 1,1 і витримують у такому стані 8... 10 хв. На цьому етапі перевіряють надійність анкерування. Останній етап - зниження напруження до передбаченого значення.

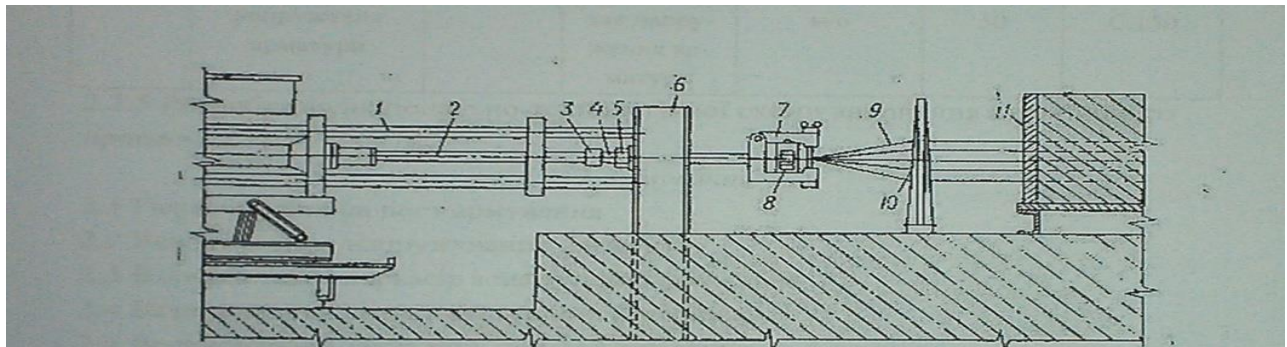


Рис. 5.9. Стенд для натягання арматурного пакета:
 1 — упорна штанга; 2 — шток домкрата; 3 — з'єднувальна муфта; 4 — хвостовик; 5 — фіксуюча гайка; 6 — упор стенда; 7 — щелепний захват; 8 — хвильовий затискач; 9 — пакет дроту; 10 — розподільна діафрагма; 11 — форма

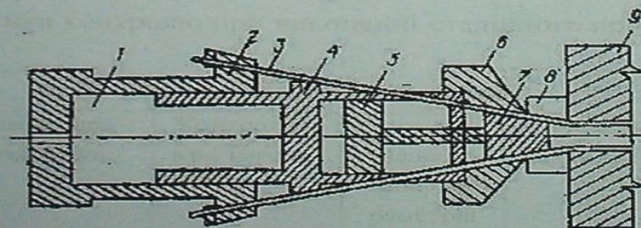


Рис. 5.10. Схема натягання пучків домкратом подвійної дії:
 1 — камера нагнітання для натягання дротів; 2 — прорізи з плоскими клинами для кріплення дротів; 3 — натягнута дротина; 4 — корпус домкрата; 5 — поршень заклинювання; 6 — кінцева обойма; 7 — кінцевий клин (пробка); 8 — розподільна плита; 9 — виріб

Розробка фрагменту функціонально-технологічної схеми процесу виконання стадійного процесу

Армування

2.1 Переміщення на пост армування

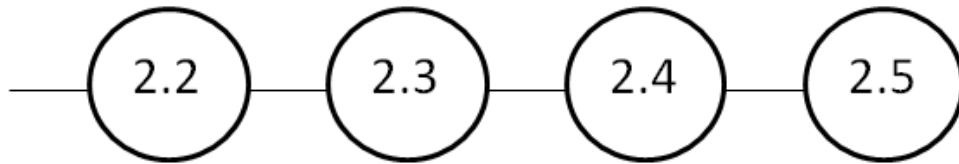
2.2 Встановлення напружуваних елементів

2.3 Встановлення каркасів з наступною фіксацією

2.4 Встановлення сіток з наступною фіксацією

2.5 Встановлення задніх деталей з наступною фіксацією

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	30 Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Характеристика поопераційного контролю виконання стадійного процесу

Стадійний процес	Операції стадійних процесів	Контрольний параметр	Норматив на величина параметру	Нормати вне відхилення	Назва нормативного документу
Армування	Встановлення напружуваних елементів з фіксацією .	Відхилення від номінальних розмірів	5 мм	±2	ДСТУ Б В.2.6-168:2011
	Встановлення каркасів з фіксацією	Відхилення від номінальних розмірів	5 мм	±2	
	Встановлення сіток з фіксацією	Відхилення від номінальних розмірів	5 мм	±2	
	Встановлення ЗД з фіксацією	Відхилення від номінальних розмірів	5 мм	±2	

Вибір і характеристика обладнання для виконання стадійного процесу

№ п/п	Найменування	Марка	Параметри і режими			Джерело інформації
			Назва	Одиниці вимірювання	Значення	
1	Установка для напруження арматури	7228/2М	напруження арматури	м/с	50	Стефанович С.150

***Трудомісткість процесу армування та
поопераційний графік***

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	32 Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Трудомісткість процесу армування та поопераційний графік

Армування підкранової балки БК6-1К7-С складається з ряду операцій що, виконують в певному порядку:

- 1 Встановлення напружуваних елементів
- 2 Встановлення каркасів з наступною фіксацією
- 3 Встановлення сіток з наступною фіксацією
- 4 Встановлення закладних деталей з наступною фіксацією

№ п/п	Операції	Вимірювач об'єму робіт	Об'єм робіт на один виріб	Норма на одиницю вимір			Витрати праці на 1 виріб -х
				Професія, розряд	Кількість робітників, чол	Трудоміст., люд.хв	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Встановлення напружуваних елементів	4 напружених елементи	5	Кран. 4го розр., Форм. 4го розр.	1	3,1	15,5
2	Встановлення каркасів з наступною фіксацією	3 каркаси	3	Кран. 4го розр., Форм. 4го розр.	1	4	12
3.	Встановлення сіток з наступною фіксацією	19 сіток	19	Формувальник 4го розряду	1	0.7	13,3
4.	Встановлення закладних деталей з наступною фіксацією	2 закладних елемента	2	Формувальник 4го розряду	1	0,95	1,9

Загальна трудомісткість процесу армування одного виробу – 42,7 люд.-хв.

Мінімальна загальна кількість робітників:

$$P_{min} = \frac{\sum H_{ij}}{R} = \frac{42,7}{28} = 2 \text{ роб.}$$

$$P_{\phi} = \frac{\sum H_{\phi}}{R} = \frac{15,2}{28} = 1 \text{ роб.}$$

$$P_{к} = \frac{\sum H_{к}}{R} = \frac{27,5}{28} = 1 \text{ роб.}$$

Професія	Розряд	Трудомісткість, люд.-хв	Мінімальна кількість робітників
Формувальник	4	15,2	3
Кранівник	4	27,5	2

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	33 Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список літератури

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

					Залізобетонна попередньо напружена відкриваюча балка БК6-1К7-С	35 Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.Список літератури

1. Гоц В.І. Бетони і будівельні розчини: підручник / В.І. Гоц, В.В. Павлюк, П.С. Шилюк ; – Вид.2-е, переробл. і доп. – Київ : Основа, 2016. – 568 с.
2. Гоц В.І. Теплові процеси і установки у виробництві будівельних конструкцій, виробів і матеріалів: підручник / [В.І. Гоц, В.М. Кокшарьов, В.В. Павлюк, С.А. Тимошенко]; Київ : Основа, 2014. – 360 с.
3. Кривенко П.В. Заповнювачі для бетону: підручник / П.В. Кривенко, К.К. Пушкарьова, М.О. Кочевих.– К.: ФАДА, ЛТД, 2001. – 399 с.: іл. – Бібліогр.: с.379 – 386.
4. Майстренко А.А. Нормативи часу на виготовлення залізобетонних виробів: методичні вказівки до виконання завдання для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво» / А.А. Майстренко, Є.М. Петрикова, Л.М. Рижанкова.– К.: КНУБА, 2016. – 40 с.
5. Гоц В.І. Виробництво залізобетонних конструкцій і виробів: підручник / В.І. Гоц, О.Ю. Бердник, В.П. Азутів, О.П. Константиновський ; – Київ : Основа, 2019. – 459 с.
6. Вібро-термо стенди для виробництва ЗБВ. Автономні формовочно-пропарювальні стенди Стенди з підігрівом для формування плит креслення. *Советы огороднику. Народная медицина. Ландшафтный дизайн.* URL: <https://brandclock.ru/uk/vibro-termo-stendy-dlya-proizvodstva-zhbi-avtonomnye-formovochno-proparochnye/> .
7. Способи виготовлення залізобетонних виробів і конструкцій. *Будівельна техніка (довідник).* URL: <https://budtehnika.pp.ua/9126-sposobi-vigotovlennya-zalzobetonnih-virobv-konstrukcy.html> .
8. Способи виготовлення залізобетонних виробів і

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	36 Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструкцій. Будівельна техніка (довідник).

URL: <https://budtehnika.pp.ua/9126-sposobi-vigotovlennya-zalzobetonnih-virobv-konstrukcy.html> .

9. Способи виготовлення залізобетонних виробів і конструкцій. Будівельна техніка (довідник).

URL: <https://budtehnika.pp.ua/9126-sposobi-vigotovlennya-zalzobetonnih-virobv-konstrukcy.html> .

10.Способи виготовлення залізобетонних виробів і конструкцій. Будівельна техніка (довідник).

URL: <https://budtehnika.pp.ua/9126-sposobi-vigotovlennya-zalzobetonnih-virobv-konstrukcy.html> .

					Залізобетонна попередньо напружена бідкранова балка БК6-1К7-С	3/ Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		