КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Будівельно-технологічний факультет

Кафедра технології будівельних конструкцій і виробів

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

_____

_____

«_____»_____20____ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему:

«Обґрунтування технологічних і організаційних рішень виробництва залізобетонної багатопорожнинної плити перекриття ПО 59-16»

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:

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Керівник:

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Рецензент:

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Київ 20__

ЗМІСТ

Вступ 3
1. Обґрунтування способу і технічних засобів виконання стадійних процесів армування і формування 8
2. Обґрунтування вибору в'яжучого і добавки та розрахунок складу бетонної суміші 14
3. Визначення вимог до арматурної сталі для попередньо напружених стержнів 18
4. Розробка функціональної транспортно-технологічної схеми стадійних процесів армування і формування 24
5. Визначення типу структури стадійного процесу формування, його тривалості та складання операційної нормалі на його виконання 27
6. Список використаної літератури 31

ВСТУП

Керівник _____ / _____/

Здобувач _____ / _____/

У сучасному будівельному секторі виробництво ефективних та стійких конструкцій є однією з ключових складових успіху будівельних проектів. Постійне прагнення до розвитку нових матеріалів та технологій веде до появи інноваційних рішень, спрямованих на поліпшення якості та продуктивності будівельних процесів. У цьому контексті виробництво багатопустотних панелей перекриття виявляється досить актуальним та перспективним напрямом розвитку будівельної індустрії.

Багатопустотна панель перекриття є сучасним будівельним матеріалом, який використовується для створення стійких та надійних перекриттів в будівлях. Такі плити являють собою плоскі вироби постійної товщини з поздовжніми пустотами, виготовлені з важкого, легкого або щільного силікатного бетонів і армовані попередньо напруженою або звичайною арматурою, що призначені для несучих частин перекриттів будівель і споруд різного призначення. Конструкція надає панелі перекриття легкість, а також високу міцність та стійкість до навантажень. Багатопустотні панелі перекриття широко застосовуються в будівництві житлових, комерційних та промислових споруд, де вони забезпечують оптимальну планувальну свободу, дозволяючи ефективно використовувати простір будівлі.

Метою даної роботи є обґрунтування технологічних і організаційних рішень виробництва залізобетонної багатопорожнинної плити перекриття ПО 59-16. У роботі буде проведений аналіз рішень з організації технологій виготовлення багатопустотних панелей перекриття. Крім того, будуть розроблені рекомендації щодо оптимального вибору матеріалів та конструктивних рішень для виробництва багатопустотних панелей перекриття з урахуванням специфіки будівельних проектів різного типу та призначення.

Далі у роботі буде розглянуто способи і технічні засоби виконання стадійних процесів армування і формування, вибір в’яжучого і добавки, а також розрахунок складу бетонної суміші. Окрім цього буде наведено вимоги до арматурної сталі для попередньо напружених стержнів, розроблено функціональну транспортно-технологічну схему стадійних процесів армування і формування та складено операційну нормаль для виконання стадійного процесу формування.

Багатопорожнинна плита ПО 59-16 повинна задовольняти вимоги, що надані в ДСТУ Б В.2-6-53:2008 «Плити перекриттів залізобетонні багатопустотні для будівель і споруд. Технічні умови».

Плити слід виготовляти з поглибленням або пазами на бічних гранях для створення після замонолічування переривчастих або безперервних шпонок, які забезпечують спільну роботу плит перекриттів на зміщення в горизонтальному і вертикальному напрямках. При виробництві також слід забезпечувати посилення торців. Це досягається зменшенням поперечного перерізу пустот на опорах або заповнення пустот бетоном або бетонними вкладишами. Способи посилення і мінімальні розміри вкладишів встановлюють у робочих кресленнях або вказують при замовленні плит. У випадках, передбачених робочими кресленнями конкретної будівлі, плити можуть мати закладні вироби, випуски арматури, місцеві вирізи, отвори та інші додаткові конструктивні деталі. Для підйому і монтажу плит застосовують монтажні петлі або спеціальні захватні пристрої, конструкцію яких встановлює виробник за узгодженням зі споживачем.

Плити повинні задовольняти встановлені при проектуванні вимоги за міцністю, жорсткістю, тріщиностійкістю і при випробуванні їх навантаженням у випадках, передбачених робочими кресленнями, витримувати контрольні навантаження. Плити з важкого бетону повинні відповідати вимогам стандарту ДСТУ Б В.2.7-43. Зусилля обтискання (відпуск натягнутої арматури) передають на бетон після досягнення ним необхідної передавальної міцності. Вона повинна відповідати вказаній у робочих кресленнях, що залежить від класу бетону за міцністю, виду і класу сталі напруженої арматури. Нормована відпускна міцність бетону попередньо напружених плит з важкого бетону для теплого періоду року має дорівнювати нормованій передавальній міцності бетону, а плит з ненапруженою арматурою – 70% міцності бетону на стиск, що відповідає його класу. При поставці плит у холодний період року або для забезпечення зберігання їх при перевезенні залізничним транспортом у теплий період року (за погодженням між виробником і споживачем плит) нормована відпускна міцність бетону може бути підвищена до 85% міцності бетону на стиск, що відповідає його класу.

Форма і розміри арматурних і закладних виробів та їх положення в плитах повинні відповідати вказаним у робочих кресленнях цих плит. Зварні арматурні і закладні вироби повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.6-168. Значення напружень в напружуваній арматурі, контрольовані після закінчення натягнення її на упори, повинні відповідати значенням, вказаним у робочих кресленнях плит. Значення фактичних відхилень напружень у напружуваній арматурі не повинні перевищувати граничних. Значення фактичних відхилень геометричних параметрів плит не повинні перевищувати граничних, вказаних в таблиці 1.2. Вимоги до якості бетонних поверхонь і зовнішнього вигляду плит – згідно з ДСТУ Б В.2.6-2 і ДСТУ Б В.2-6-53. Тріщини не допускаються, за винятком усадкових та інших технологічних тріщин завширшки не більше 0,3 мм на верхній поверхні плит і не більше 0,2 мм – на бічних і нижній поверхні.

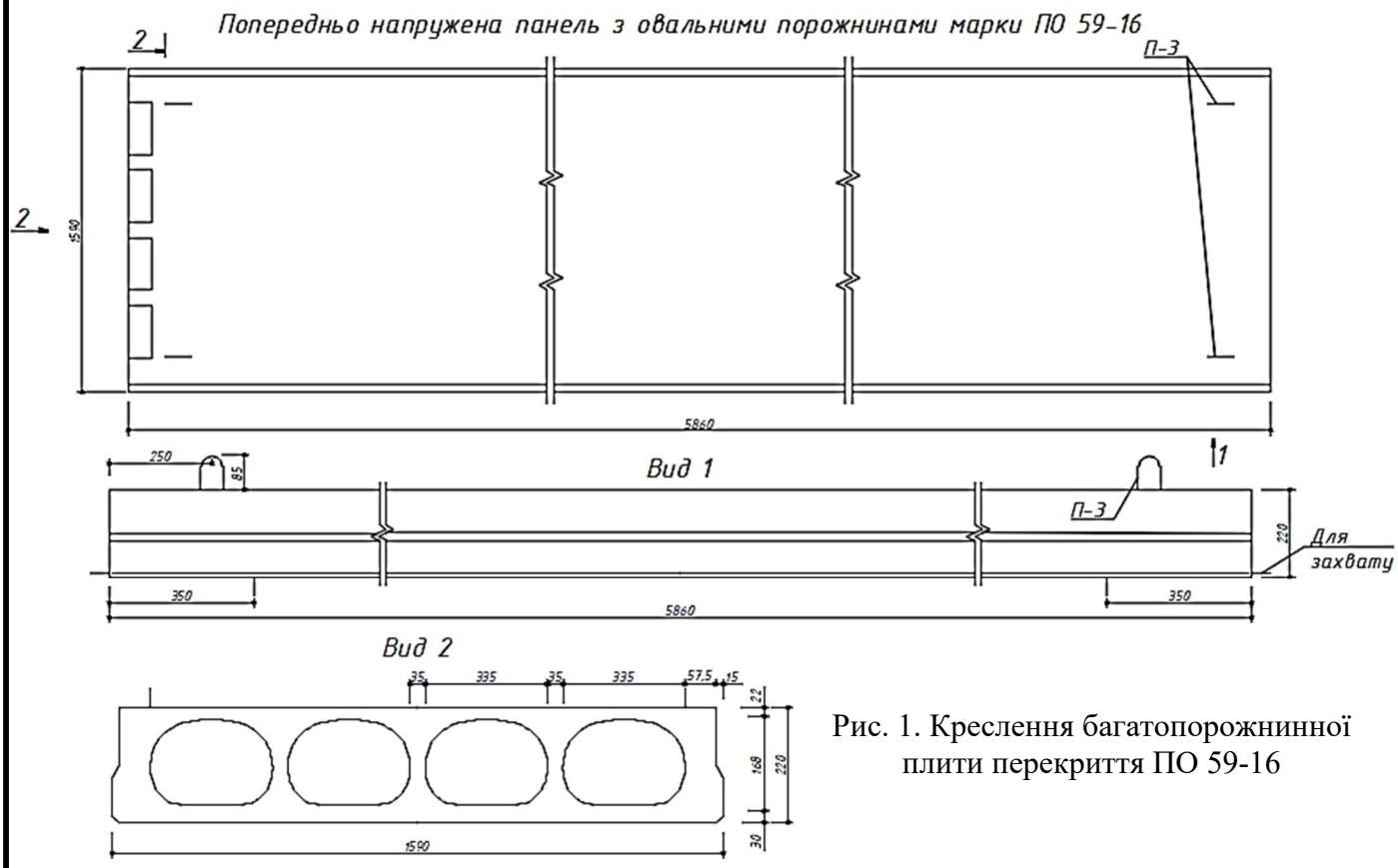


Рис. 1. Креслення багатопорожнинної плити перекриття ПО 59-16

Характеристика багатопорожнинної плити перекриття ПО 59-16

Таблиця 1

№	Найменування параметру	Одиниці виміру	Значення
1	Геометричні розміри:		
	- довжина	мм	5860
	- ширина	мм	1590
	- висота	мм	220

2	Вид бетону	Важкий	
3	Клас бетону	В	В25
4	Об'єм бетону	$м^3$	0,914
5	Кількість і маса напружених арматурних елементів	шт./кг	15/13,53
6	Кількість і маса ненапружених арматурних елементів	шт./кг	18/15,36
7	Маса виробу	т	2,28

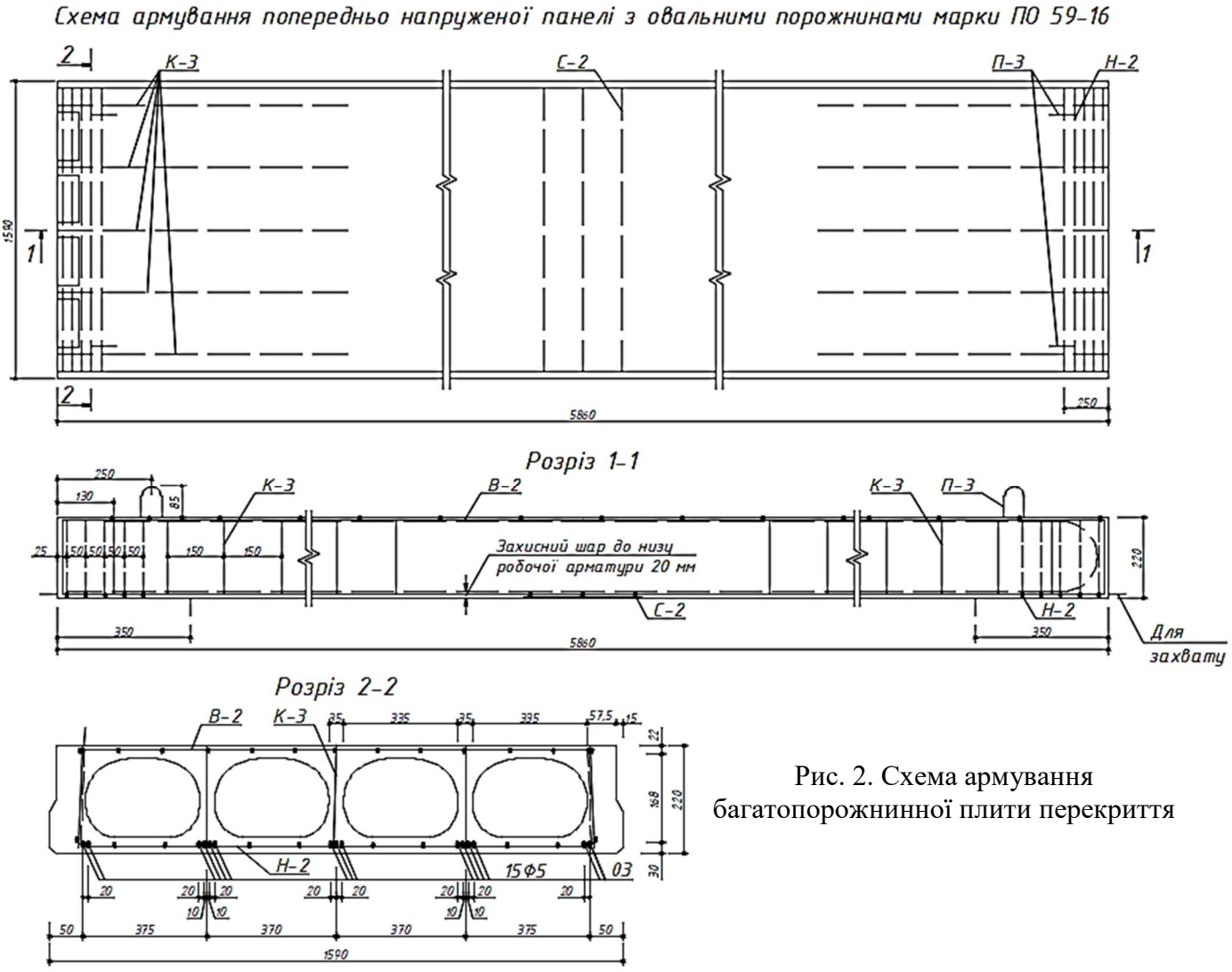


Рис. 2. Схема армування багатопорожнинної плити перекриття

Специфікація арматурних виробів

Таблиця 2

№	Марка арматурного виробу	Найменування	Кількість, шт.
1	03	Напружуваний елемент	15
2	Н-2	Сітка	2
3	К-3	Каркас	10
4	В-2	Сітка	1
5	С-2	Сітка	1
6	П-3	Петля	4

ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ВИКОНАННЯ СТАДІЙНИХ ПРОЦЕСІВ АРМУВАННЯ І ФОРМУВАННЯ

Керівник _____ / _____/

Здобувач _____ / _____/

Для виготовлення багатопорожнинних плит настилів використовують стендові, агрегатні та конвеєрні лінії.

Стендову лінію безопалубного формування (рис. 3.1) використовують для багатопорожнинних попередньо-напружених плит завдовжки до 12 м. На лінії можна формувати й інші вироби постійного перерізу по всій довжині виробу (суцільні плити покриттів, лінійні елементи таврового, двотаврового квадратного перерізів, тришарові зовнішні стінові панелі).

Формують вироби агрегатом, який одночасно виконує пластифікацію бетонної суміші водою на попередньо підігрітій поверхні стенда, операції укладання та ущільнення бетонної суміші під дією вібрації та статичного тиску. Використовують формувальні агрегати двох типів: екструзійної та вібраційної дії.

Робочий орган агрегатів екструзійної дії складається із шнеків, число яких дорівнює числу порожнин у панелі. Всередині кожного шнека вмонтовані високочастотні вібратори. Закінчуються шнеки порожниноутворювачами-стабілізаторами, відокремленими від вібруючої частини гумовими манжетами.

Для виготовлення виробів незмінної висоти в агрегаті передбачено поверхневий вібратор, який виконує функції калібрувального пристрою. Переміщується агрегат під час формування реактивними силами відштовхування від ущільненої бетонної суміші.

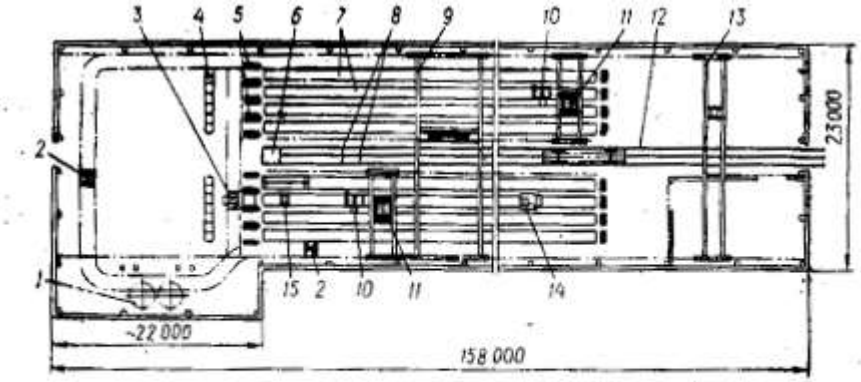


Рис. 3.1. Стендова лінія безопалубного екструзійного формування:
1 — бетонозмішувачі; 2 — самохідні бункери для бетонної суміші; 3 — домкрат; 4 — контейнери; 5 — упори стенда; 6 — лебідка; 7 — коробчасті стенди; 8 — візок для вивезення; 9, 13 — козлові крани; 10 — формувальні машини екструзійної дії; 11 — бетонороздавачі; 12 — рейкова колія для вивезення виробів; 14 — дискова пила з алмазним покриттям; 15 — брезентоукладач

Армують панелі в поздовжньому напрямку напруженим високоміцним дротом чи канатами, розкладає арматуру арматуроукладач. Натягують дріт гідравлічними домкратами з закріпленням на упори стенда. Поперечну арматуру у верхню зону виробу укладають, використовуючи спеціальний пристрій, передбачений у формувальному агрегаті.

Стенди являють собою металеві короби з верхньою шліфованою поверхнею. Внутрішня порожнина стенда заповнена технічним мастилом, яке розігрівається паровими регістрами, змонтованими всередині стенда. Ширина стендової смуги може бути на ширину однієї панелі або на ширину трьох панелей по 1,2 м. Довжина стенда залежить від довжини цеху, мінімальна довжина 100 м.

Виготовляють вироби агрегатом екструзійного типу в такій послідовності. Після очищення та змащення стенда арматуроукладач протягує вздовж стенда поздовжню арматуру, яка напружується гідродомкратами і закріплюється в упорах. Екструдер, пересуваючись вздовж стенда, формує виріб. Бетонна суміш до екструдера подається безперервно від бетонозмішувача самохідним візком через проміжний дозатор, встановлений на пересувному порталі. Свіжовідформований бетон накривають брезентом. Теплову обробку здійснюють через нагрівальну поверхню стенда протягом 8...10 год, після чого знімають брезент і на гарячий бетон передають напруження арматури, а потім остиглий бетон розрізають гідравлічною дисковою пилою з алмазним покриттям на вироби заданої довжини. Знімають плити зі стенда за допомогою траверси з вакуум-захватом.

Формувальний агрегат вібраційної дії укладає та ущільнює бетонну суміш у три шари. До його складу входять три бункери з дозаторами та живильниками, три ущільнювачі-віброблоки, пересувні порожниноутворювачі, формоутворювальні і розділювальні пересувні елементи, трамбувальне та загладжувальне устаткування.

Підготовку стендів, армування, розрізання готових виробів і знімання їх зі стенда здійснюють у послідовності, аналогічній технології з екструзійним формувальним агрегатом.

Агрегатна лінія з операційним рольгангом (рис. 3.2) призначена для виготовлення багатопорожнинних плит перекриттів на піддонах з частковим негайним розпалубленням. Вироби після теплової обробки мостовим краном подають на рольганг, де пересувною установкою обрізають кінці попередньо напружених стержнів, краном знімають плиту з піддона, очищують і змащують його. Остання підіймальна секція рольганга розміщена в зоні дії автоматизованої установки, яка заготовляє напружувані арматурні елементи, електротермічним

способом нагріває та укладає їх в упори піддона. Далі піддон з натягнутою арматурою переміщують краном на пост формування, обладнаний вібромайданчиком, кареткою з порожниноутворювачами, віброприватажувачем та бетоноукладачем.

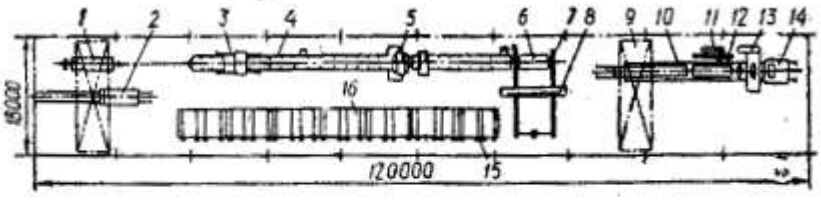


Рис. 3.2. Лінія виготовлення багатопорожнинних плит з операційним рольгангом:

1 — кантувач; 2 — самохідний візок; 3 — устаткування для обрізання попередньо-напружених стержнів; 4 — конвейєр підготовки піддонів; 5 — машина для очищення та змазування піддонів; 6 — підіймальна секція рольганга; 7 — ланцюговий конвейєр; 8 — автоматизоване устаткування заготовлення і натягування арматури; 9 — мостовий кран; 10 — формувальна машина; 11 — віброприватажування; 12 — віброплощадка; 13 — естакада з бункером-накопичувачем; 14 — бетоноукладач; 15 — привод підіймання кришок камер; 16 — ямні камери ТВО

Конвеєрне виробництво багатопорожнинних плит перекриття завширшки до 3,6 м здійснюється на 9-постовій лінії (рис. 3.3). На I посту попереднє напруження арматури передають на бетон, обрізаючи вільні кінці стержнів спеціальним пристроєм з дисковою пилою. Знімає плиту зі стенда знімач-перевантажувач з автозахватом і переміщує готовий виріб на конвеєр витримування та вивезення на склад. На II посту машина портального типу очищає і змащує форми восковими мастилами, що позбавляє від наступного шпаклювання стельових поверхонь. Пост III служить для пересування піддона-візка на ремонт чи переоснащення, а також для заміни підготовленим для роботи піддоном. Пост IV обладнано машиною для нагрівання та укладання напружуваних стержнів і маніпулятором для укладання ненапруженої арматури. Пости V і VII зайняті порожниноутворювальним обладнанням, яке вводять у форму з двох сторін крізь торці бортоснащення у шаховому по-рядку. Це дає змогу посилити опорні торцеві ділянки плити. У неробочому стані каретки з порожниноутворювачами перебувають над конвеєром,

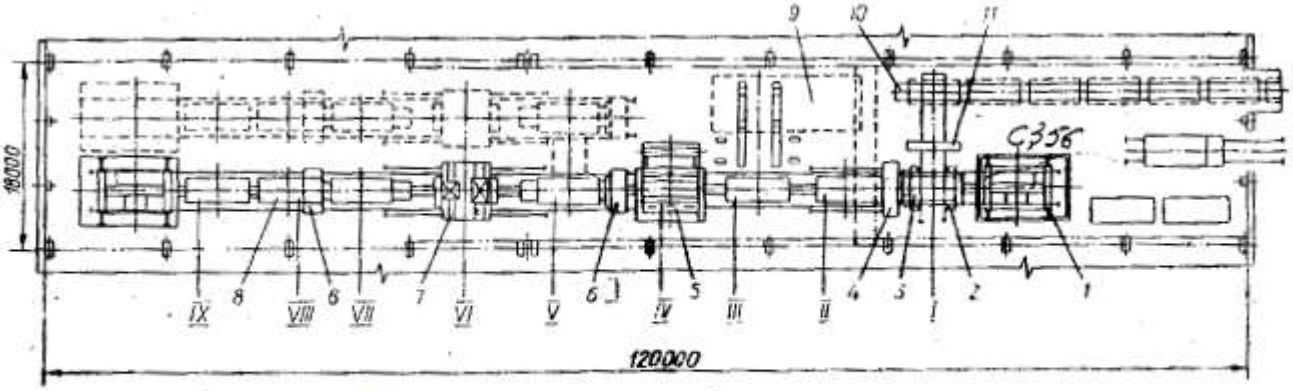


Рис. 3.3. Конвейєрна лінія виготовлення багатопорожнинних плит:

1 — підіймач-знижувач; 2 — обладнання для відкривання і закривання бортів; 3 — машина для обрізування стержнів; 4 — машина для очищення і змазування форм; 5 — установка СМЖ-484; 6 — каретки з порожниноутворювачами; 7 — бетоноукладач; 8 — піддон-візок; 9 — площадка переоснащення і ремонту форм; 10 — конвейєр витримування і вивезення виробів; 11 — знімач-перевантажувач

щоб не перешкоджати переміщенню форм по колії конвеєра. Пост VI – формувальний, на ньому підйомні рейки опускають візок з формою і встановлюють його на вібромайданчик. До цього рівня опускають і порожниноутворювачі та вводять їх у форму. Бетонну суміш укладають бетоноукладачем з розподільною насадкою, а ущільнюють вібратором з керованими параметрами коливань, що дає змогу у півтора рази скоротити тривалість ущільнення. Можна також укладати бетонну суміш бетоноукладачем з роторним розкидачем, якщо на лінії не передбачена віброплощадка.

Після завершення формування відкриту поверхню плити обробляють валково-дисковим пристроєм і витягують порожниноутворювачі, які гідросистемою піднімають у неробоче положення. На VIII і IX постах виправляють окремі дефекти, очищають форму від залишків бетону перед подаванням її до підземної двоярусної щілинної камери теплової обробки.

Конвеєр витримування та транспортування виробів до складу готової продукції оснащено автоматичним стендом контролю і маніпулятором для встановлення прокладок. Вільна площа у прольоті створює резерв збільшення потужності за рахунок розміщення другої формувальної гілки.

Вважаю доцільним застосування агрегатної лінії з рольгангом, оскільки зазвичай вона має чотири пости, комплект обладнання яких дозволяє виконувати часткове негайне розпалублення. Це суттєво знижує металомісткість технологічного оснащення і пов’язаних з ним експлуатаційних та трудових затрат. Бетоноукладач може обладнуватися додатковим бункером для проведення водної пластифікації бетону з метою утворення бездефектної стельової поверхні плити без спеціального поста доведення. Формувальна машина одночасно слугує для утворення порожнин та ущільнення бетонної суміші, а теплова обробка зазвичай відбувається у ямних камерах, які вміщують в себе декілька виробів по ширині та висоті. Агрегатна технологія вдало поєднує операції в часі, що суттєво підвищує продуктивність використання машин та агрегатів. До переваг також відносять можливість легкого переходу виробництва на виготовлення відмінних від попередніх конструкцій, оскільки не потребує переналадки обладнання, а забезпечується зміною форм. Також для запуску агрегатного виробництва

необхідні відносно невеликі капітальні вкладення, тому цей спосіб отримав найширше розповсюдження на підприємствах, що пропонують різноманітну номенклатуру виробів та конструкцій.

Також для виконання стадійних процесів армування і формування знадобляться наступні технічні засоби: автоматизована установка для заготівлі напружуваних арматурних стержнів та нагрівання їх електротермічним способом з наступним укладанням в упори піддона; вібромайданчик, каретка з порожниноутворювачами, віброприватажувач і бетоноукладач.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ В'ЯЖУЧОГО І ДОБАВКИ ТА РОЗРАХУНОК СКЛАДУ БЕТОННОЇ СУМІШІ

Керівник _____ / _____/

Здобувач _____ / _____/

Сировинні матеріали для виготовлення бетонної суміші підбирають виходячи з умов експлуатації конструкцій, які відповідно до завдання на виконання кваліфікаційної роботи є нормальними (житлові будинки), і з урахуванням умов чинних нормативних документів.

В'яжуче вибирають відповідно до ДСТУ Б В.2.7-281:2011 «Цементи. Класифікація». Марку цементу підбирають в залежності від проектного класу бетону. Для класу В25 можливим є використання портландцементу марок М400 та М500:

Вид цементу	Марка	Середня густина, т/м^3	Насипна густина, т/м^3	Початок і кінець тужавлення від початку замішування
ПЦ-І	М500	3,0	1,35	не раніше 60 хв не пізніше 10 год
ПЦ-І	М400	3,2	1,30	не раніше 45 хв не пізніше 10 год

Отже, приймаємо в якості в'яжучої речовини портландцемент марки М400.

Для важкого бетону крупним заповнювачем є щебінь, гравій і щебінь з гравію з вивержених метаморфічних і осадових порід, з доменного шлаку, а також з побічно добутих порід і відходів збагачувальних підприємств у вигляді фракцій 5…10, 10…20, 20…40 та 40…70. Для даної багатопорожнинної плити крупність гранітного щебню приймаємо 5…10 мм.

Також для підвищення пластичності та зменшення водопоглинання використовують пластифікуючі добавки, які при зниженні водоцементного відношення сприяють підвищенню міцності бетону у віці 7 та 28 діб на 13…14% та на 10…12% відповідно. Отже, вважаю за доцільне застосування 0,3% від маси цементу ЛСТМ-2 – добавки на основі лігносульфонату технічного, продукту, що утворюється при переробці деревини у процесі отримання харчових або кормових дріжджів.

Розрахунок складу бетонної суміші виконується у відповідності з вимогами ДСТУ Б В.2.7-215:2009 «Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу». Розрахунок витрати матеріалів здійснюється на 1 м^3 бетонної суміші.

Вихідні дані: проектний клас бетону – *В*25; марка бетонної суміші – *Ж*2; умови експлуатації – житлові будинки; портландцемент марки *М*400; крупний заповнювач – щебінь гранітний з істиною густиною $\rho_{і,щ}$ = 2,6 т/м^3, насипною густиною $\rho_{н,щ}$ = 1,48 т/м^3 та вологістю *W* = 1%; дрібний заповнювач – пісок кварцовий з істиною густиною $\rho_{і,п}$ = 2,6 т/м^3, насипною густиною $\rho_{н,п}$ = 1,58 т/м^3, вологістю *W* = 4% та модулем крупності $M_{кр}$ = 2,5.

Визначимо водоцементне відношення:

$$\frac{В}{Ц} = \frac{A \cdot R_ц}{f_{ст} + 0{,}5A \cdot R_ц} = \frac{0{,}6 \cdot 400}{400 + 0{,}5 \cdot 0{,}6 \cdot 400} = \frac{240}{520} = 0{,}45.$$

Витрата води для забезпечення необхідної жорсткості бетонної суміші становить 185 л.

Добавка пластифікатора дозволяє зменшити водопотребу на 15 л/м^3. Тоді витрата води на 1 м^3 суміші становитиме *В* = 170 л.

Визначимо витрату цементу і добавки на 1 м^3 бетонної суміші:

$$Ц = \frac{В}{В/Ц} = 170/0{,}45 = 377{,}78 \text{ кг};$$

$$Д = 0{,}003 \cdot 377{,}78 = 1{,}13 \text{ кг}.$$

Коефіцієнт розсунення зерен крупного заповнювача цементним розчином приймаємо α = 1,16.

Тоді витрата щебню:

$$Щ = \frac{1000}{\frac{1}{\rho_{і,щ}} + \frac{\alpha \cdot V_{пуст.}}{\rho_{н,щ}}} = \frac{1000}{\frac{1}{2{,}6} + \frac{1{,}16 \cdot 0{,}43}{1{,}48}} = 1\,385{,}73 \text{ кг}.$$

Пустотність щебню:

$$V_{пуст.} = 1 - \frac{\rho_{н,щ}}{\rho_{і,щ}} = 1 - \frac{1{,}48}{2{,}6} = 0{,}43.$$

Витрата піску:

$$П = [1000 - (\frac{Ц}{\rho_{і,ц}} + \frac{Щ}{\rho_{і,щ}} + В)] \cdot \rho_{і,п} = [1000 - (\frac{377{,}78}{3{,}2} + \frac{1\,385{,}73}{2{,}6} + 170)] \cdot 2{,}6 =$$
$$= 465{,}32 \text{ кг}.$$

Коефіцієнт виходу бетонної суміші:

$$\beta = \frac{1000}{\frac{Ц}{\rho_{н,ц}} + \frac{П}{\rho_{н,п}} + \frac{Щ}{\rho_{н,щ}}} = \frac{1000}{\frac{377,78}{1,30} + \frac{465,32}{1,58} + \frac{1\,385,73}{1,48}} = 0,65.$$

Отже, склад бетонної суміші наведено в таблиці 3.

Склад бетонної суміші

Таблиця 3

Найменування	Одиниці виміру	Кількість матеріалів на 1 м^3
Щебінь 5…10 мм	кг	1 385,77
Пісок $M_{кр}$ = 2,5	кг	465,32
ПЦ І-400	кг	377,78
Добавка ЛСТМ-2	кг	1,13
Вода	л	170

ВИЗНАЧЕННЯ ВИМОГ ДО АРМАТУРНОЇ СТАЛІ ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИХ СТЕРЖНІВ

Керівник _____ / _____/

Здобувач _____ / _____/

Вимоги до арматурної сталі для попередньо напружених стержнів визначаються ДСТУ 3760:2006 «Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови» та ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення».

Дані стандарти розповсюджуються на холоднотягнутий дріт із вуглецевої сталі для армування попередньо напружених залізобетонних конструкцій.

Дріт розділяється за: розміром, видом (круглий – В, періодичного профілю – Вр); станом виготовлення (з відпуском, з відпуском під напругою – стабілізований, Р); точністю виготовлення (групи 1, 2, 3).

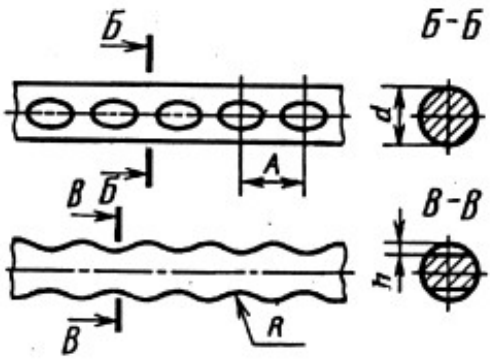
Стабілізований дріт виготовляється тільки круглим. Залежно від діаметра і величини умовної границі текучості розділяють класи 1 500, 1 400, 1 300 та 1 200.

Номінальний діаметр, граничні відхилення по діаметру, розмір заглиблень, їх крок та граничні відхилення повинні відповідати вказаним у таблиці 4:

Таблиця 4

Номінальний діаметр *d*, мм	Дріт круглого та періодичного профілю			Дріт періодичного профілю		
	Граничні відхилення, мм			Заглиблення *h*, мм, не менше	Крок заглиблень *A*	
	Група 1	Група 2	Група 3		номінальний, мм	граничні відхилення, мм
3,0	±0,04	±0,06	-0,12	0,15	6,5	+0,5 -1,0
4,0	±0,04	±0,08	-0,16	0,19		
5,0	±0,05	±0,08	-0,16	0,24		
6,0	±0,05	±0,08	-0,16	0,30	7,0	
7,0	±0,05	±0,10	-0,20	0,35		
8,0	±0,06	±0,10	-0,20	0,40		

Позначення розмірів дроту періодичного профілю приведені на рисунку:



Радіус циліндричної поверхні заглиблень *R* для дроту всіх діаметрів класу Вр повинен дорівнювати (8 ± 0,5) мм. Допускається відносне зміщення діаметрально протилежних заглиблень до 2 мм. Овальність перетину круглого дроту не повинна перевищувати граничних відхилень діаметра.

Дріт повинен виготовлятися з вуглецевої сталі марок 65, 70, 75, 80, 85 за нормативно-технічною документацією. Механічні властивості дроту повинні відповідати вказаним у таблиці 5:

Таблиця 5

Номінальний діаметр *d*, мм	Клас міцності, Н/мм^2	Номінальний тимчас. опір, Н/мм^2	Розривне зусилля, Н·кгс	Відносне видовження після розриву, %	Число перегинів дроту при діаметрі валків 30 мм	
					круглий	періодичного профілю
		не менше				
3,0	1 500	1 780	12 600	4	9	8
4,0	1 400	1 700	21 400	4	7	6
5,0	1 400	1 670	32 800	4	5	3
6,0	1 400	1 670	47 300	5	–	–
7,0	1 300	1 570	60 400	6	–	–
8,0	1 200	1 470	74 000	6	–	–

Дріт діаметром 6,0 мм і вище повинен витримувати випробування на 180°. При цьому не повинно бути надривів і тріщин, помітних без збільшуваних пристроїв.

Дріт повинен бути згорнутий у мотки непереплутаними рядами. Кожен моток повинен складатися з одного відрізку. Маса мотка повинна бути не менше 100 кг для дроту діаметром до 6,0 мм і не менше 120 кг для дроту діаметром 6,0 мм і більше.

Арматура повинна мати необхідну пластичність у відповідності з міцністю на розтяг і відносним видовженням при максимальних напруженнях. Попередньо напружена арматура повинна мати прийнятно низький рівень чутливості до корозії під напруженням.

Кожний виріб повинен бути чітко ідентифікованим. Напружена арматура повинна класифікуватись за рівнем релаксації за вимогами, наведеними у відповідному нормативному документі. Кожна партія арматури повинна супроводжуватися сертифікатом, що містить усі дані, необхідні для ідентифікації,

та додаткову інформацію у разі необхідності. Не допускається зварювання дроту і стрижнів. Окремі дроти канатів можуть включати зварювання у шаховому порядку, виконане до холодного волочіння.

Після розмотування бухти максимальний вигин по довжині дроту або канату повинен відповідати відповідному нормативному документу для арматури, що використовується у якості попередньо напруженої.

Фактична маса напруженої арматури не повинна відрізнятися від номінальної на величину, більшу ніж гранично-допустима за нормативними документами. Визначено три класи за релаксацією: клас 1 – дріт або канат із звичайною релаксацією; клас 2 – дріт або канат із низькою релаксацією; клас 3 – гарячекатані або оброблені стрижні. Величина релаксації напружень попередньо напруженої арматури не повинна перевищувати значень, наведених у відповідних нормативних документах.

Напружена арматура повинна мати необхідну пластичність згідно з чинними нормативними документами. Для визначення пластичності використовується графік залежності напруження-деформації для напруженої арматури, що ґрунтується на даних виробництва і повинен розроблятися виробником і надаватися у якості додатка до сертифіката, що супроводжує кожну партію поставки.

Під час виготовлення прокату треба виконувати загальні вимоги безпеки щодо виробничих процесів згідно з СП 1042, ДСП 3.3.1.038. Виробниче устаткування повинно відповідати вимогам СП 1042. Виробниче устаткування повинно бути заземленим від статичної електрики, прокат за радіаційними параметрами повинен відповідати вимогам ДБН В.1.4-1.01.

Маркування – згідно з ДСТУ 3058 з доповненнями. Арматурний прокат періодичного профілю повинен мати прокатне маркування з кроком, не більшим ніж 1,5 м у вигляді точок, виступів, інших знаків чи відповідних змін періодичного профілю, що позначають підприємство-виробник та клас арматурного прокату.

Допустимо інші види маркування арматурного прокату. Вид маркування виробник погоджує зі споживачем. Якщо механічні властивості арматурного

прокату не відповідають нанесеному прокатному маркуванню, фактичний клас прокату потрібно вказати на ярлику і в документі про якість. Кінці стрижнів або мотків у цьому випадку повинні бути пофарбовані білою фарбою. Кожна в'язка прутків чи кожний моток повинні мати ярлик згідно з ДСТУ 3058 із додатковим зазначенням номінального діаметра арматурного прокату в міліметрах.

Пакування – згідно з ДСТУ 3058 з доповненнями. Арматурний прокат у прутках пакують у в'язки масою не більше ніж 15 т. У разі постачання арматурного прокату в мотках кожний моток повинен складатися з одного відрізка. Допустимо постачання мотків, що складаються із двох відрізків, кількістю, що не перевищує 10 % від маси партії. Моток повинен бути щільно перев'язаний. Кількість в'язок зазначають у замовленні (контракті).

Арматурний прокат приймають партіями. Партія повинна складатися з арматурного прокату одного класу і одного діаметра, виготовленого із однієї плавки-ковша. Контролюють геометричні параметри арматурного прокату на 1% прутків або на мотках кількістю не менше ніж два від партії. Для контролювання маси прутка завдовжки 1 м від партії відбирають два зразки. Для перевіряння хімічного складу відбирають одну пробу від плавки-ковша.

Для контролювання механічних характеристик і випробовування на згинання або згинання з розгинанням від партії відбирають по два зразки для визначання відповідності вимогам. Відбирають зразки для випробовування на втому (в разі регламентації цього параметра на вимогу споживача) згідно з ДСТУ 4042, для контролювання релаксації напружень – за нормативною документацією.

За згодою виробника зі споживачем приймають арматурний прокат за характеристичними величинами чи за гарантованими мінімальними значеннями. Вид приймання встановлюють за згодою виробника зі споживачем. Для приймання за характеристичними величинами партія прокату, що її постачають, повинна бути розділена на контрольні партії масою не більше ніж 70 т.

Кожна контрольована партія повинна складатися з прокату однієї плавки-ковша і одного номінального діаметра. Виробник повинен підтвердити в протоколі випробування, що всі проби у контрольній партії відібрані від однієї плавки-ковша.

Хімічний склад за плавковим аналізом повинен бути зазначений у протоколі випробування.

Геометричні параметри арматурного прокату вимірюють з точністю до 0,1 мм штангенциркулем типу ШЦ-1 і ШЦТ-1. Овальність прокату (різницю найбільшого і найменшого діаметрів у взаємно перпендикулярних напрямках одного перерізу) визначають як середнє арифметичне значення вимірювань у двох місцях відібраних зразків. Розміри прокату визначають на відстані не менше ніж 0,15 м від кінця прутка або не менше ніж 3 м від кінця мотка.

Масу одного метра довжини прутка визначають як середнє арифметичне значення маси двох зразків, зважених з точністю до 0,001 кг. Довжину зразка вимірюють з точністю до 0,001 м. Під час визначання механічних характеристик зразків з необробленою поверхнею допустимо використовувати значення номінальної площі поперечного перерізу арматурного прокату. Штучне старіння проводять згідно з ДСТУ 2953.

Випробовують на згинання у холодному стані згідно з ДСТУ ISO 7438 на зразках з необробленою поверхнею. Випробовують на втомну міцність згідно з ДСТУ 4042. Випробовують на згинання з розгинанням згідно з ДСТУ 2953. Кривизну прутка вимірюють на довжині прокату, що його постачають, але не менше ніж 1 м. Якість поверхні перевіряють без застосовування збільшувальних приладів. Випробовують на релаксацію напружень за прийнятою методикою. Транспортування та зберігання – згідно з ДСТУ 3058.

РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ СТАДІЙНИХ ПРОЦЕСІВ АРМУВАННЯ І ФОРМУВАННЯ

Керівник _____ / _____/

Здобувач _____ / _____/

Транспортно-технологічні схеми стадійних процесів армування і формування представлено на рисунках 4 та 5.

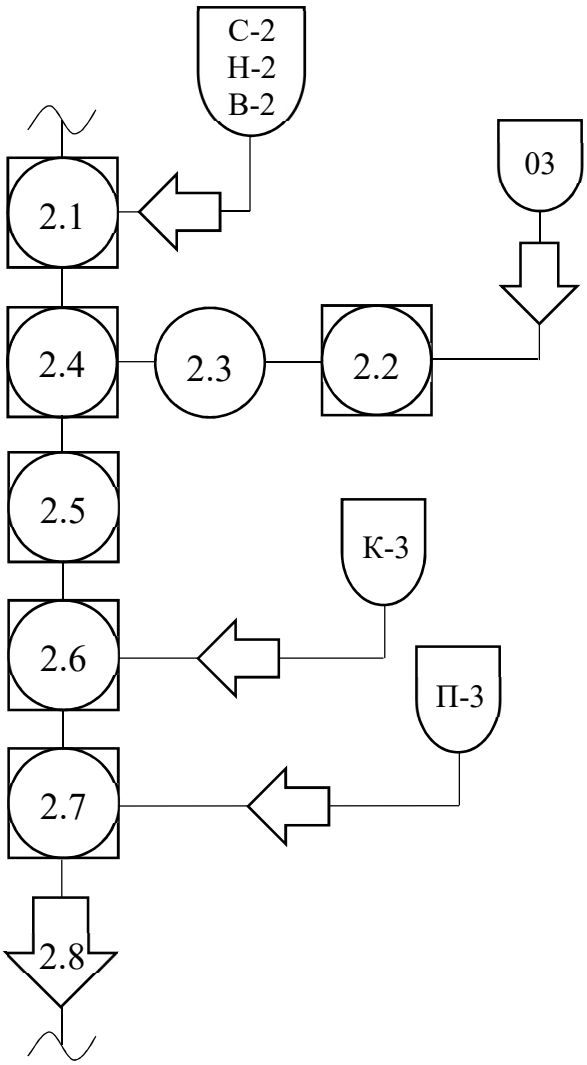


Рис. 4. Транспортно-технологічна схема стадійного процесу армування

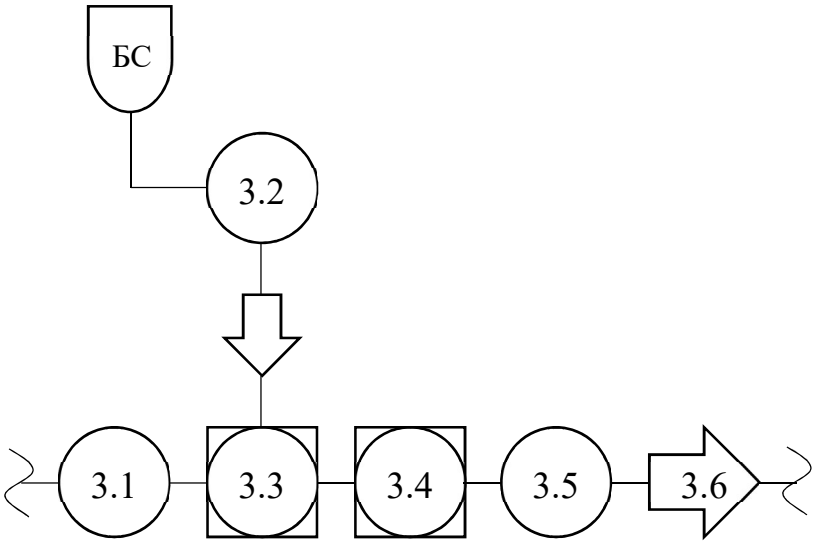


Рис. 5. Транспортно-технологічна схема стадійного процесу формування

Операційний склад стадійних процесів армування і формування

№ п/п	Код процесу	Найменування процесу
2. Армування		
1	2.1	Встановлення сіток з фіксаторами
2	2.2	Встановлення стержнів в установку для електронагрівання
3	2.3	Нагрівання до робочої температури
4	2.4	Вкладання стержнів в упори піддону
5	2.5	Охолодження і напруження
6	2.6	Встановлення каркасів
7	2.7	Встановлення петель
8	2.8	Переміщення форми на пост формування
3. Формування		
9	3.1	Встановлення форми на вібромайданчик
10	3.2	Завантаження бетоноукладача бетонною сумішшю
11	3.3	Укладання бетонної суміші
12	3.4	Ущільнення бетонної суміші
13	3.5	Знімання форми з вібромайданчика
14	3.6	Переміщення на пост теплової обробки

ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ СТРУКТУРИ СТАДІЙНОГО ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ, ЙОГО ТРИВАЛОСТІ ТА СКЛАДАННЯ ОПЕРАЦІЙНОЇ НОРМАЛІ НА ЙОГО ВИКОНАННЯ

Керівник _____ / _____/

Здобувач _____ / _____/

Визначимо трудомісткість виконання стадійного процесу формування для побудови поопераційного графіка:

№ п/п	Операції	Вимірювач об'єму робіт	Об'єм робіт на 1 виріб	Норма на одиницю вимір.			Витрати праці на 1 виріб, люд.-хв
				Професія, розряд	К-ть робітників, чол.	Трудомісткість, люд.-хв	
3.	Формування						
3.1	Встан. форми на вібро-майданчик	1 піддон	1 шт.	кранів-к 4	1	0,96	0,96
3.2	Заповн. бункера бетоно-укладача бет. сумішшю	1 подав. зі шв. 1,0 м^3/хв	0,914 м^3	оператор 4	1	0,91	0,91
3.3	Укладання бет. суміші	1 перем. зі шв. 8,0 м/хв	1 прохід 5,86 м	оператор 4	1	0,73	0,73
3.4	Ущільнення бет. суміші	до 10 м^2	9,32 м^2	формув-к 4	1	10,10	9,41
3.5	Знімання форми з вібро-майданчика	1 піддон	1 шт.	кранів-к 4	1	1,03	1,03
3.6	Переміщення на пост теплової обробки	1 піддон	1 шт.	кранів-к 4	1	1,02	1,02
	Загальна трудомісткість стадійного процесу формування: $\sum$ = 14,06 люд.-хв						

Мінімальна кількість робітників: $\overline{P}_{min} = \frac{\sum H_{ij}}{\overline{R}} = \frac{14,06}{16,00} = 0,88 \approx 1$ роб.

$$\overline{P}_{к4} = \frac{\sum H_{к4}}{\overline{R}} = \frac{3,01}{16,0} = 0,19 \approx 1 \text{ роб.}$$

$$\overline{P}_{о4} = \frac{\sum H_{о4}}{\overline{R}} = \frac{1,64}{16,0} = 0,10 \approx 1 \text{ роб.}$$

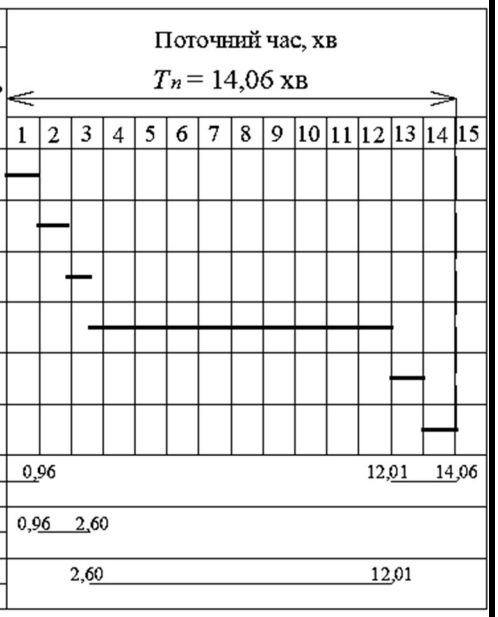
$$\overline{P}_{ф4} = \frac{\sum H_{ф4}}{\overline{R}} = \frac{9,41}{16,0} = 0,59 \approx 1 \text{ роб.}$$

Професія	**Розряд**	**Трудомісткість, люд.-хв**	**Мін. к-ть робітників**
Кранівник	4	3,01	1
Оператор	4	1,64	1
Формувальник	4	9,41	1

Сумарна кількість робітників: $\sum \overline{P}$ = 1 + 1 + 1 = 3 роб.

Побудуємо пооопераційний графік для визначення тривалості формування:

Пост №	№ операції	Операція	Обладнання та інструмент	Професія, розряд	Норма на од. вимірюв. К-ть робітн.	Трудо-міст., люд.-хв	Трив-ть викон.
3. Формування	3.1	Встановлення форми на вібромайданчик	Кран мостовий	Кранів-к 4	1	0,96	0,96
	3.2	Заповнення бункера бетоноукладача б/с	Транспортер подачі б/с	Оператор 4	1	0,91	0,91
	3.3	Укладання бетонної суміші	Бетоноукладач	Оператор 4	1	0,73	0,73
	3.4	Ущільнення бетонної суміші	Віброприванта-жувальний щит	Формув-к 4	1	9,41	9,41
	3.5	Знімання форми з вібромайданчика	Кран мостовий	Кранів-к 4	1	1,03	1,03
	3.6	Переміщення на пост теплової обробки	Кран мостовий	Кранів-к 4	1	1,02	1,02
Зайнятість робітників			Кранівник 4-го розряду				1
			Оператор 4-го розряду				1
			Формувальник 4-го розряду				1



Отже, тривалість стадійного процесу формування приймаємо $T_ф$ = 14 хв.

Визначимо тип структури стадійного процесу формування.

1) Показник кратності: $\alpha_ф = [T_ф/\overline{R}_ф] = 14/16 = 0{,}88 \approx 1$.

   Показник пропорційності: $\beta_ф = T_ф/\overline{R}_ф = 14/16 = 0{,}88 < 1$.

   Робочий такт: $r_ф = T_ф = 14$ хв.

   Показник ритмічності: $\gamma_ф = r_ф/\alpha_ф \cdot \overline{R}_ф = 14/16 = 0{,}88 < 1$.

Оскільки $\beta_ф < \alpha_ф$, а $\gamma_ф < 1$ – структура буде непропорційною різноритмічною.

2) Показник кратності: $\alpha_ф = [T_ф/\overline{R}_ф] = 14/16 = 0{,}88 \approx 1$.

   Показник пропорційності: $\beta_ф = T_ф/\overline{R}_ф = 14/16 = 0{,}88 < 1$.

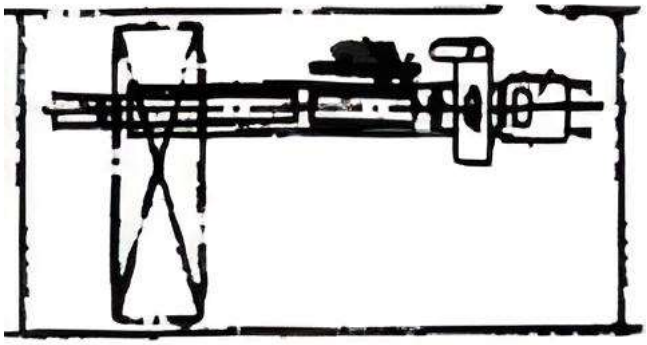
   Робочий такт: $r_ф = \alpha_ф \cdot \overline{R}_ф = 1 \cdot 16 = 16$ хв.

   Показник ритмічності: $\gamma_ф = r_ф/\alpha_ф \cdot \overline{R}_ф = 16/16 = 1$.

Оскільки $\beta_ф < \alpha_ф$, а $\gamma_ф = 1$ – структура буде непропорційною рівноритмічною.

Складемо операційну нормаль на виконання стадійного процесу формування.

Найменування стадійного процесу: формування

Схема організації робочого місця	Технічні умови
	Час від вивантаження бетонної суміші із змішувача до укладання в форму не повинен перевищувати 35 хв. Бетонна суміш укладається за допомогою бетоноукладача рівномірно по формі. Тривалість укладання бетонної суміші не повинна перевищувати термін початку тужавіння цементу. Ущільнення виконують віброприватажувальним щитом. Режим віброущільнення повинен забезпечувати коефіцієнт ущільнення бетонної суміші не менше 0,98. Ущільнення бетонної суміші повинно виконуватися до досягнення сумішшю необхідного ступеня однорідності.
	Умови техніки безпеки
	Дотримання правил охорони праці. Працівники повинні працювати в спецодязі та касках. Формувальник під час формування знаходиться біля пульта керування постом. Розрівнювати вручну бетонну суміш в формі дозволяється після віддалення бетоноукладача з зони укладання на відстань не менш 3 м. Виконувати розподілення бетонної суміші по формі вручну дозволяється тільки при вимкненому вібраторі.

Елементи операції	Виконавці			Трудо-місткість, люд.-хв	Обладнання та інструмент	Контроль
	Кількість	Професія	Розряд			
Встановлення форми на вібромайданчик	1	Кранівник	4	0,96	Кран мостовий в/п 10 т	Виконавець робіт відповідає за якість виконан-ня робіт. Якість укладання і ущільнення бетон-ної суміші контролює майстер цеху і контролер ВТК, періодичність контролю – кожний виріб
Заповнення бункера бетоноукладача бетонною сумішшю	1	Оператор	4	0,91	Транспортер подачі б/с ЛТ-18-800	
Укладання бетонної суміші	1	Оператор	4	0,73	Бетоноукладач СМЖ-3507	
Ущільнення бетонної суміші	1	Формува-льник	4	9,41	Віброприватажувальний щит на самохідному порталі	
Знімання форми з вібромайданчика	1	Кранівник	4	1,03	Кран мостовий в/п 10 т	
Переміщення на пост теплової обробки	1	Кранівник	4	1,02	Кран мостовий в/п 10 т	

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Майстренко А.А., Петрикова Є.М., Рижанкова Л.М. Нормативи часу на виготовлення залізобетонних виробів. Методичні вказівки. – К.: КНУБА, 2015. – 32 с.
2. Стефанов Б.В., Русанова Н.Г., Волянський А.А. Технологія бетонних и залізобетонних виробів. – К.: Вища школа, 1982. – 250 с.
3. Русанова Н.Г., Пальчик П.П., Рижанкова Л.М. Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій: Виготовлення бетонних і залізобетонних конструкцій. – К.: Вища школа, 1994. – 334 с.
4. Волянський О.А. Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій: Технологія бетону. – К.: Вища школа, 1994. – 187 с.
5. ДСТУ Б В.2-6-53:2008 «Плити перекриттів залізобетонні багатопустотні для будівель і споруд. Технічні умови».
6. ДСТУ Б В.2.7-281:2011 «Цементи. Класифікація».
7. ДСТУ Б В.2.7-215:2009 «Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу».
8. ДБН А.3.1-7-96 «Виробництво бетонних і залізобетонних виробів».
9. ДСТУ Б В.2.6-168:2011 «Арматурні та закладні вироби зварні, з`єднання зварні арматурні і закладних виробів залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови».
10. ДСТУ 3760:2019 «Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови».
11. ДСТУ Б В.2.6 -2:2009 «Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови».