

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра
для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія» ОПП «Технології
будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»
денної і заочної форм навчання

Київ 2023

УДК М54

Укладачі: В.І. Гоц д-р техн. наук, професор
А.А. Майстренко канд. техн. наук, доцент
О.В. Ластівка канд. техн. наук, доцент
П.П. Пальчик канд. техн. наук, доцент
О.П. Константиновський канд. техн. наук, доцент

Рецензент Гончар О.А. канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск В.І.Гоц д-р техн. наук, професор

Затверджено на засіданні кафедри ТБКВ, протокол № 7 від 10 листопада 2022 року

Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра /уклад.: Гоц В.І. та ін. – Київ: КНУБА, 2022. – 34 с.

Містять зміст, порядок оформлення і вказівки до виконання окремих розділів кваліфікаційної роботи бакалавра.

Призначено для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» ОПП «Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів» денної і заочної форм навчання

© КНУБА, 2023

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Кваліфікаційна робота є заключним етапом підготовки бакалаврів і здійснюється в 8-му семестрі для денної і в 10-му семестрі для заочної форм навчання.

Кваліфікаційна робота бакалавра сприяє подальшому розширенню технічного світогляду студента, демонструє його вміння використовувати отримані знання для самостійного вирішення конкретних задач виробництва будівельних конструкцій, виробів і матеріалів з урахуванням новітніх досягнень науки і техніки, необхідності значного зниження матеріаломісткості і енергоємності виробництва і підвищення якості продукції.

Завдання для кваліфікаційних робіт бакалавра визначають випускаючі кафедри і затверджує Вчена рада факультету.

Студент як автор кваліфікаційної роботи відповідає за всі прийняті рішення і наведені технічні дані.

Захист кваліфікаційної роботи бакалавра здійснюється на відкритому засіданні ДЕК в університеті. Для захисту кваліфікаційної роботи студенту надається до 15 хвилин.

При визначенні оцінки захисту кваліфікаційної роботи береться до уваги рівень теоретичної, наукової і практичної підготовки студента.

Студент, який при захисті кваліфікаційної роботи отримав незадовільну оцінку, відраховується з університету.

Студенту, який захистив кваліфікаційну роботу бакалавра, рішенням ДЕК присвоюється кваліфікація бакалавра зі спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» за ОПП «Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів».

ТЕМАТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

Тематику кваліфікаційної роботи бакалавра щорічно розробляють випускаючі кафедри з урахуванням стану і перспектив розвитку виробництва будівельних конструкцій, виробів і матеріалів.

Виконання кваліфікаційної роботи пов'язана зі спрямованістю і змістом дисциплін фахової підготовки:

- а) заповнювачі для бетонів;

- б) в'язучі речовини;
- в) бетони і будівельні розчини;
- г) арматура для ЗБК ;
- д) основи виробництва ЗБК і МЗБК;
- є) теплові процеси і установки у виробництві БКВіМ;
- ж) основи виробництва стінових і оздоблювальних матеріалів;
- з) організація виробництва БКВіМ.

Об'єктами проектування в роботах студентів можуть бути стадійні процеси, технологічні розрахунки щодо виготовлення:

- силікатних, газосилікатних і піносилікатних виробів;
- залізобетонних труб, елементів благоустрою та оздоблювальних виробів;
- залізобетонних труб і конструкцій для міських – підземних комунікацій;
- залізобетонних конструкцій для метрополітенів і шахт;
- залізобетонних конструкцій для мостів, шляхопроводів, шляхів і електрифікованих залізниць;
- теплоізоляційних газобетонних і пінобетонних виробів;
- залізобетонних виробів для житлового будівництва;
- оздоблювальних та ізоляційних виробів, тощо.

СКЛАД КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Склад і обсяг кваліфікаційної роботи.

У кваліфікаційній роботі комплексно розглядаються питання, пов'язані з проектуванням стадійних процесів виготовлення будівельних конструкцій, виробів і матеріалів, з детальним обґрунтуванням вибору, розрахунками, переліком обладнання, технологічних рішень, тощо, певних вказаних у завданні аспектів.

Обсяг кваліфікаційної роботи не повинен перевищувати 15 -20 сторінок формату А 4.

Склад кваліфікаційної роботи

№ пор.	Найменування розділу	Обсяг креслень аркушів формату А3	Орієнтовний обсяг пояснювальної записки, формату А4	Відносна трудомісткість розділу, %
1	Вибір і обґрунтування способів і технічних засобів виконання стадійних процесів виготовлення конструкцій, виробів і матеріалів	-	3-6	20
2	Обґрунтування вибору компонентів бетонної суміші та розрахунок її складу	-	4-8	30
3	Розробка транспортно-технологічної схеми здійснення стадійних процесів	1*	2-4	10
4	Технологічні розрахунки стадійних процесів	-	3-7	20
5	Організаційні рішення стадійних процесів	-	3-5	20
Всього:		1	15-30	100

* - розділ 3 також виноситься на формат А 3 і використовується на захисті кваліфікаційної роботи, як демонстраційний матеріал.

Графік виконання кваліфікаційної роботи

Тривалість проектування у відповідності з графіком навчального процесу складає - 2 тижні, а також захист кваліфікаційної роботи (2 дні).

ЗМІСТ РОЗРАХУНКОВО ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Технологія і організація стадійних процесів та проектні рішення

Пояснювальна записка (див.додаток) містить розділи, в яких наведені етапи проектування стосовно заданого виробу відповідно до завдання.

Розділ перший стосується висвітленню технологічних аспектів проектування стадійних процесів виготовлення конструкцій, виробів і матеріалів; а саме викладаються рішення стосовно вибору і обґрунтуванню технічних засобів виконання стадійних процесів виготовлення заданої продукції.

Другий розділ присвячений висвітленню питань щодо особливостей проектування бетонних сумішей (інших сумішей) для створення продукції. Так необхідно обґрунтувати вибір компонентів для виготовлення бетонної суміші, а саме заповнювачів, в'язучої речовини, добавок, тощо, та розрахунку проектного складу бетонної суміші.

Третій розділ посвячений проектуванню виробничих операцій, а саме розробці транспортно-технологічної схеми стадійних процесів виготовлення заданої продукції.

Четвертий розділ містить технологічні розрахунки, які стосуються стадійних процесів виготовлення продукції, (наприклад, армування, виготовлення бетонної суміші, формування, тепловологісної (теплової) обробки продукції, тощо).

Так, в стадійних процесах армування розглядають підбір типів сталі для виготовлення арматурних елементів, процеси її заміни при дефіциті, види контролю; виготовлення бетонних сумішей стосується вибору типів обладнання (дозаторів, змішувачів), розрахунку їх кількості для забезпечення певної пропускної здатності; процеси формування стосуються вибору типів обладнання їх кількості для отримання продукції певної структури; проектування процесів тепловологісної (теплової) обробки передбачає вибір, розрахунок розмірів камер та підбору режимів обробки продукції в процесі, та інші особливості виготовлення конструкцій, виробів в матеріалів.

В п'ятому розділі передбачені етапи організаційних рішень при проектуванні стадійних процесів виготовлення будівельних конструкцій, виробів і матеріалів. Так, в розділі можуть здійснюватись технологічні розрахунки, які стосуються визначенню планового такту виготовлення

продукції, тривалості циклів виконання певних процесів, можливих форм організації процесів, показників їх виконання, розрахункам пропускнуої спроможності (потужності) ділянок (переділів, цехів), тощо.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антоненко Г.Я. Організація виробництва і управління підприємством будівельних конструкцій, виробів і матеріалів : підручник / [Г.Я. Антоненко, А.А. Майстренко, Н.О. Амеліна та ін.] ; - К.: Основа, 2015. – 376 с.
2. Будівельне матеріалознавство: підручник / за ред. П.В.Кривенко: - Вид. 3-тє, перероб. та доп. – Київ : Ліра, 2014. – 620 с.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Петрикова Є.М. Армура для залізобетонних конструкцій: навчальний посібник. / Є.М. Петрикова. – К.: Основа, 2010. – 256 с.
8. Рунова Р.Ф. Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів: підручник [3-є вид.] / Р.Ф. Рунова, В.І. Гоц, О.Г. Гелевера, О.П. Константиновський, Ю.Л. Носовський, В.В. Піпа. – К.: Основа, 2017. – 528 с.
9. Рунова Р.Ф. В'язучі речовини: підручник / Р.Ф. Рунова, Ю.Л. Носовський, Л.Й. Дворкін, О.Л. Дворкін. – К.: Основа, 2012. – 448 с.
10. Русанова Н.В. Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій. Н.Г. Русанова, П.П. Пальчик, Л.Н. Рижанкова - К.: Вища школа, 1994. – 335 с.
11. Троян В.В. Добавки для бетонів і будівельних розчинів: навчальний посібник. / В.В. Троян. – Ніжин: ТОВ «Видавництво» «Аспект-Поліграф», 2010. – 228 с.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: будівельно-технологічний

Кафедра _____

Освітній рівень : «Бакалавр»

Спеціальність: «192 – Будівництво та цивільна інженерія» за ОПП «Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету,

Гоц В.І.

„___” _____ 20__ року

**З А В Д А Н Н Я
НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР**

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи

«Обґрунтувати технологічні і організаційні рішення виробництва безнапірних залізобетонних труб»

затверджена на засіданні Вченої Ради будівельно-технологічного факультету

№ _____ від «___» _____ 20__ року

2. Керівник роботи _____

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

1. Вибір і обґрунтування способів і технічних засобів виконання стадійних процесів формування і розпалублення.

2. Обґрунтування вибору в'язучого, добавки і заповнювачів для бетону та розрахунок складу бетонної суміші.

3. Розробка функціональної транспортно-технологічної схеми процесу формування.

4. Вибір дозаторів і змішувачів для виготовлення бетонної суміші і розрахунок їх кількості.

5. Визначення планового такту випуску продукції.

5. Графічний матеріали:

на лист виноситься транспортно-технологічна схема стадійного процесу формування

6. Вихідні дані:

- креслення конструкції безнапірної труби РТ 120.50-20 (рис. 1; 2);
- проектний клас бетону – В 30;
- об'єм бетону труби – 1,235 м³;
- марка бетонної суміші – Ж 1;
- умови експлуатації – каналізаційні системи;
- ущільнення в вертикальних формах;
- теплова обробка відсутня;
- програма річного випуску труб – 16,7 тис.м³/рік.

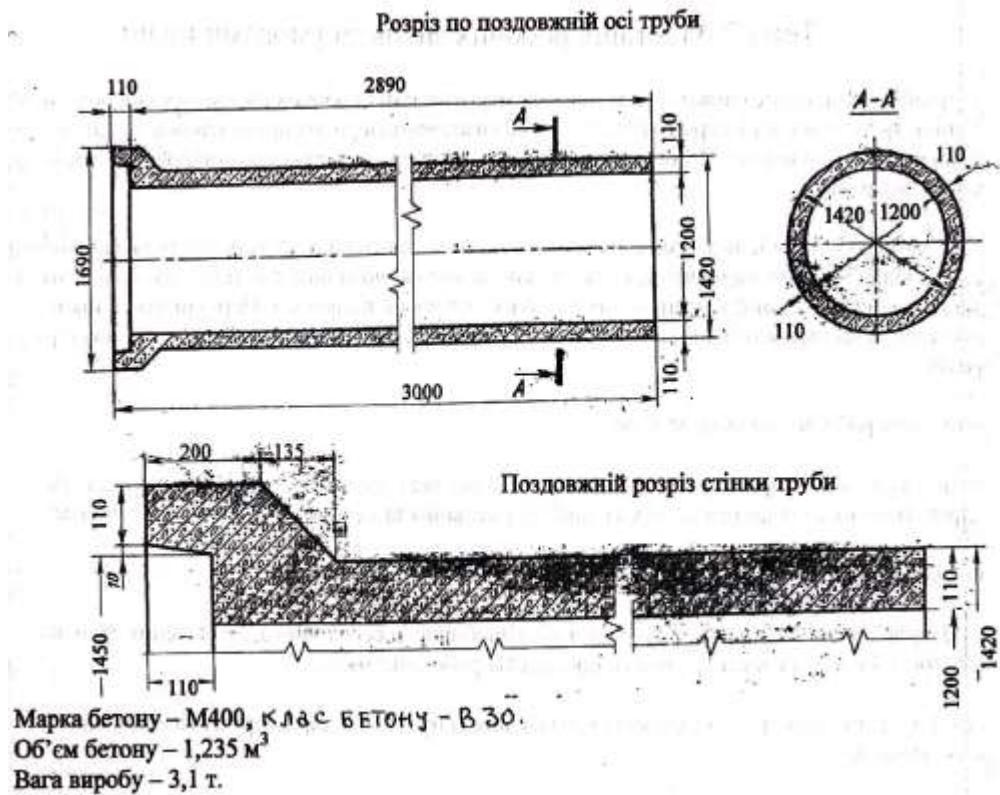


Рис. 1. Безнапірна залізобетонна труба РТ12050-2

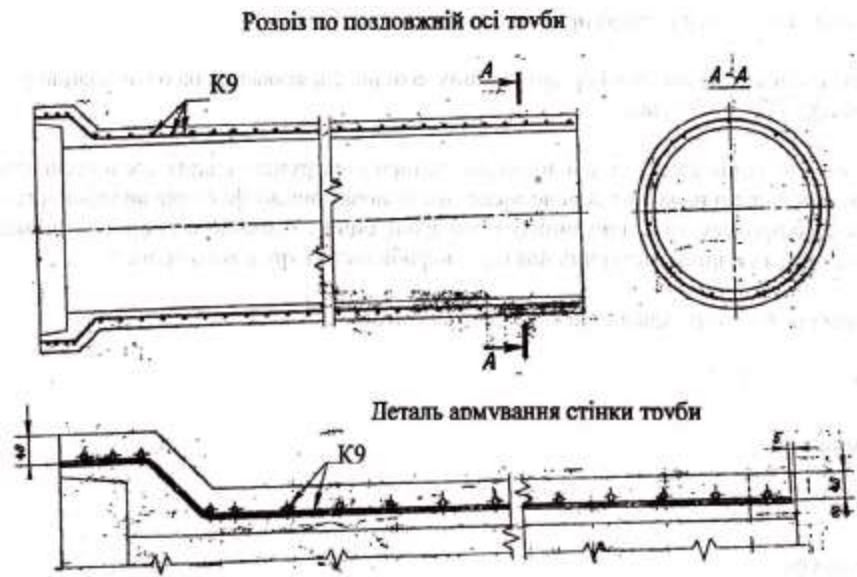


Рис.2. Армування залізобетонної труби РТ12050-2

7. Календарний план виконання роботи:

№ п/п	Види робіт та їх зміст	Дата виконання
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7	Остаточне оформлення роботи	
8	Попередній допуск (захист) роботи на кафедрі	
9	Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	

8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис

9. Дата видачі завдання _____

7. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

продовження додатку 1

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Будівельно-технологічний факультет
Кафедра _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«_____» _____ 20__ р

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

**«Обґрунтування технологічних і організаційних рішень виробництва безнапірних
залізобетонних труб»**

Виконав: студент __ курсу, групи _____

Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія
за ОПП «Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник _____
(прізвище та ініціали)

(вчене звання, науковий ступінь)

Київ 20__ р.

Зміст	стор.
1. Вибір і обґрунтування способів і технічних засобів виконання стадійних процесів формування і розпалублення.....	13
2. Обґрунтування вибору в'язучого, добавки і заповнювачів для бетону та розрахунок складу бетонної суміші.....	18
3. Розробка функціональної транспортно-технологічної схеми процесу формування.....	24
4. Вибір дозаторів і змішувачів для виготовлення бетонної суміші і розрахунок їх кількості.....	27
5. Визначення планового такту випуску продукції.....	30

1. Вибір і обґрунтування способів і технічних засобів виконання стадійних процесів формування і розпалублення

У відповідності з вихідними даними до завдання по вибору і обґрунтуванню способів і технічних засобів виконання стадійних процесів формування залізобетонної безнапірної труби з ущільнення у вертикальних формах прийняті до уваги наступні вихідні характеристики:

- креслення конструкції безнапірної труби РТ 120.50-20 (рис.1, рис.2.);
- проектний клас бетону – В30;
- марка бетонної суміші – Ж-1;
- діаметр труби – 1420 мм;
- об'єм бетону – 10,235 м³
- умови експлуатації – каналізаційні системи;
- ущільнення у вертикальний формах;
- теплова обробка – відсутня;
- програма річного випуску труб – 16,7 тис.м³/рік.

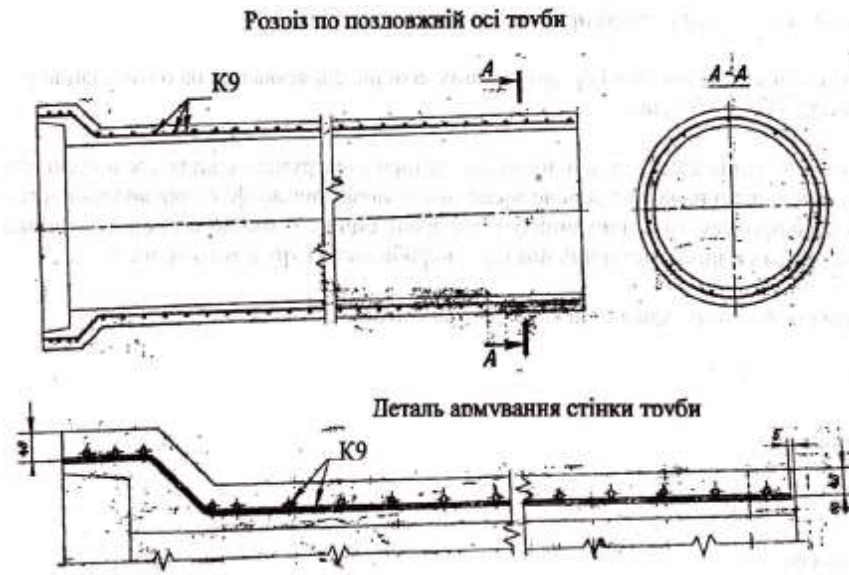


Рис.2. Армування залізобетонної труби РТ12050-2

продовження додатку 1

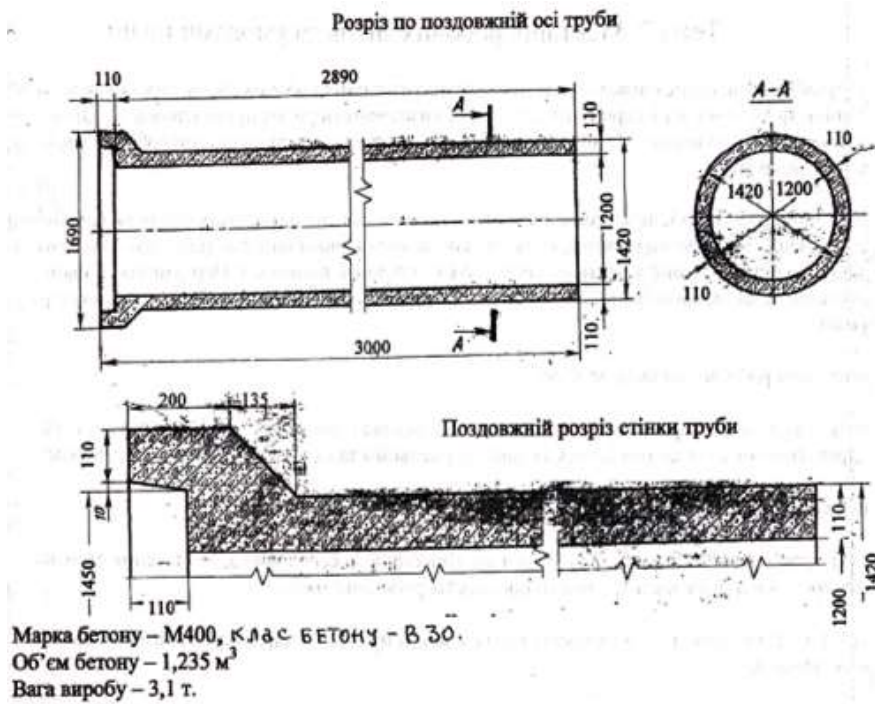


Рис. 1. Безнапірна залізобетонна труба РТ12050-2

У відповідності з завданням розглянуто наступні способи формування безнапірних труб з ущільненням у вертикальному положенні:

1. метод вертикально-рухомого ущільнення;
2. метод радіального пресування;
3. метод віброгідропресування;
4. метод осьового пресування;

1.1. Характеристика наведених способів формування

1. *Механізм виготовлення безнапірних залізобетонних труб методом вертикально-рухомим способом формування.*

Формування труб вертикально-рухомим способом здійснюється на установці з рухомих столом, приводу для опускання і піднімання форми, комплекту форм і піддонів. На рамі установки закріплено віброосердя. На цій установці виготовляються безнапірні залізобетонні труби з наступними характеристиками:

- довжина – 3,5 м;
- діаметр – 1000...1500 мм;
- армування – ненапружений об'ємний повнозбірний каркас.
- продуктивність установки – 3 труби за одну годину.

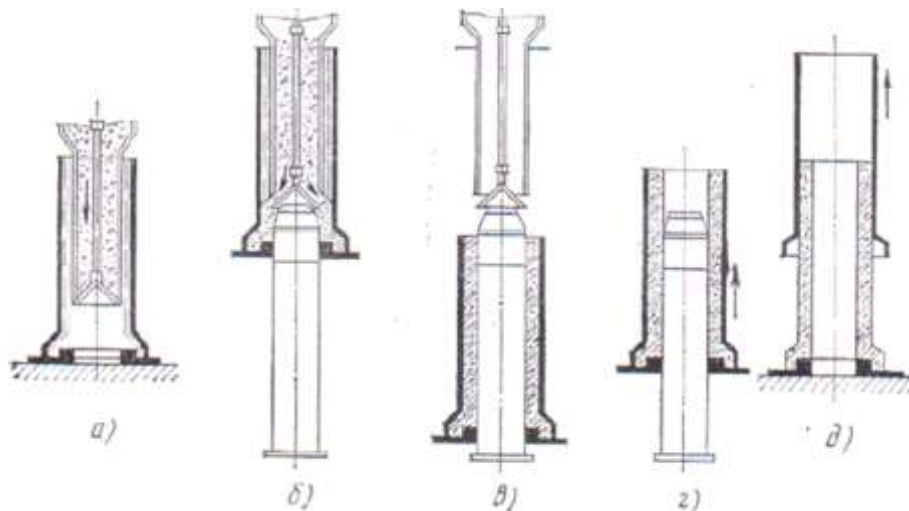
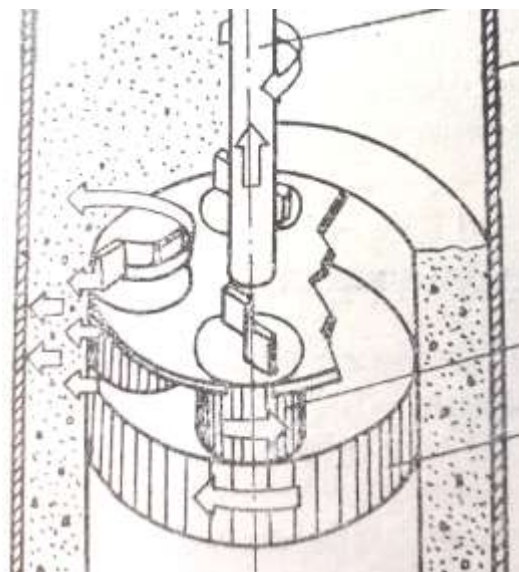


Рис 1. Схема роботи установки по формуванню труб вертикально - рухомим способом:
а) подавання бункера з бетонною сумішшю в форму; б) початок формування; в) закінчення формування; г) знімання форми з трубою з віброосердя; д) знімання форми з виробу;

2. Механізм формування безнапірних бетонних труб методом радіального пресування

Метод базується на безперервному пошаровому укочуванні жорсткої бетонної суміші підпружиненими роликками. Режим ущільнення характеризується частотою обертання роликів і тиском укочування бетонної суміші. З цим методом виготовляють безнапірні труби діаметром 1200...1500мм, довжиною 2 м. Бетонна суміш має жорсткість 50...75 сек.



*Рис.2. Схема роботи установки по формуванню
Безнапірних труб методом радіального пресування*

3. Механізм формування безнапірних залізобетонних труб методом осьового пресування

Метод використовують для формування безнапірних бетонних труб діаметром 300...1000мм. Довжина труб становить 2,5...3,0 м.

Верстати осьового пресування мають спрямовані по вертикалі зусилля 0,2...0,3 МПа, які створюються гвинтовими пресувальними насадками обертової головки.

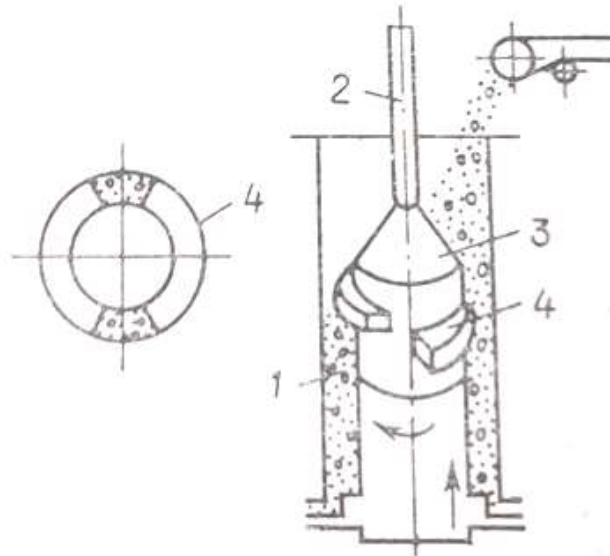


Рис 3. Схема роботи установки по формуванню безнапірних труб методом осьового пресування

4. Механізм формування залізобетонних труб методом віброгідропресування

Спосіб формування напірних залізобетонних труб діаметром 500...1600 мм, довжина труб становить 5 м. Труби формуються у вертикальному положенні

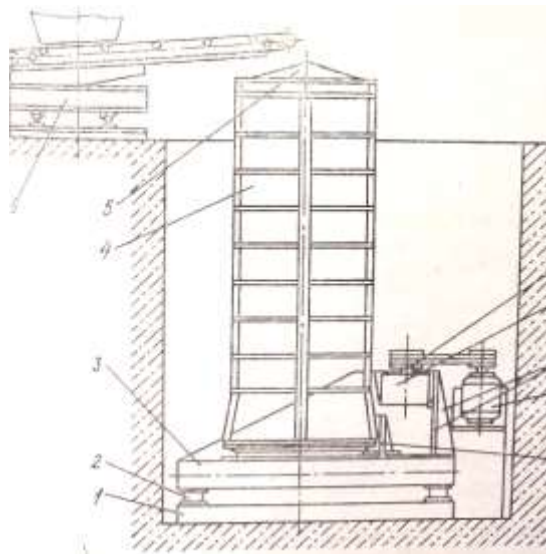


Рис.4. Схема роботи установки по формуванню напірних залізобетонних труб методом віброгідропресування

Висновок: виходячи з характеристик вихідних умов і техніко-економічних характеристик розглянутих методів формування безнапірних залізобетонних труб і технічних характеристик установок по їх виготовленню перевагу надано виготовленню безнапірних залізобетонних труб методом вертикально-рухомим способом формуванню.

1.2. Вибір і обґрунтування способів і технічних засобів виконання стадійних процесів розпалублення

Перелік і послідовність елементних робочих операцій технологічного процесу виготовлення безнапірних залізобетонних труб у вертикальних формах розглянутих способів формування являють собою єдиний комплекс з унікальними, тільки їм притаманними технічними рішеннями машин і механізмів. Тому розглядати окремо елементну операцію розпалублення в відриві від всього комплексу технологічного обладнання технологічної лінії не є коректним. Операції розпалублення на технологічних лініях по виготовленню безнапірних труб індивідуальні для кожного способу і можуть бути розглянуті тільки у єдиному комплексі обладнання.

Висновок: вибір і обґрунтування способів розпалублення безнапірних залізобетонних труб методом вертикального формування в цьому випадку слід розглядати в комплексі питань по вибору способів формування. У відповідності з цим спосіб розпалублення прийнято в комплексі операцій по від'єднанню форми від піддону і знімання її мостовим краном з відформованої труби.

2. Обґрунтування вибору в'язучого, добавки і заповнювачів для бетону та розрахунок складу бетонної суміші

2.1. Вибір сировинних матеріалів

2.1.1. Обґрунтування вибору крупного заповнювача.

Обмеження, встановлені в результаті технологічного аналізу заданої ситуації:

- максимальна крупність заповнювача $D_{\max} = 20$ мм;
- мінімальна допустима міцність породи заповнювача 1200 кг/см²;
- марка за подрібнюваністю матеріалу – Др8.

Висновок: Отже, приймаємо максимальну крупність щебеню 20 мм високої якості, міцність при стиску породи не менше 1200 кг/см^2 (M1200) та маркою дробимості Др8. Забруднення не більше 1% за масою (пилуваті і глинясті частинки), вміст зерен слабких порід не більше 5%, а пластинчастих і голкоподібних – не більше 35% за масою.

Властивості і показники прийнятого крупного заповнювача:

- середня густина зерен $2,5 \text{ г/см}^3$;
- насипна густина $1,35 \text{ г/см}^3$;
- міжзернова пористість 0,42;
- якість – висока;
- вартість 1т – 360 грн.

Властивості і показники крупного заповнювача відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-75-98 «Щебінь та гравій щільні природні для будівельних виробів. Технічні умови».

2.1.2. Обґрунтування вибору дрібного заповнювача

Обмеження, встановлені в результаті технологічного аналізу:

- вид дрібного заповнювача – кварцовий пісок річковий;
- вимоги до крупності $M_K - 1,5 \dots 2,0$;
- вміст пилуватих та глинистих часток не більше 2 %.

Висновок: Отже, приймаємо кварцовий пісок річковий з $M_K - 2,0$ та вмісту пилуватих і глинистих часток $\leq 2\%$.

Властивості і показники прийнятого дрібного заповнювача:

- середня густина зерна $2,65 \text{ г/см}^3$;
- насипна густина $1,5 \text{ г/см}^3$;
- пористість $V_{п.п.} = 0,4$;
- вартість 1т – 240 грн.

Властивості і показники дрібного заповнювача відповідають вимогам державного стандарту ДСТУ Б В.2.7-32-95 «Пісок щільний природний для будівельних виробів і матеріалів».

2.1.3 Обґрунтування вибору в'язучої речовини

Відповідно до вихідних умов наведених у завданні можна припустити, що виріб переважно буде експлуатуватись в каналізаційних системах в зоні змінної дії води, та безпосередньому контакті з навколишнім корозійним середовищем. Крім того, при виготовленні безнапірної труби теплова обробка відсутня, що зумовлює застосування цементів з високим набором ранньої міцності. Тому в розрахунках складу бетону слід прийняти цемент з високим набором ранньої міцності при забезпеченні корозійної стійкості.

Обмеження, встановлені в результаті технологічного аналізу:

- активність цементу не менше 500 кгс/см²;
- допустимі до застосування види цементів ПЦ II/Б-Ш 500, ПЦ II/А-П 500;
- вартість цементу: ПЦ II/Б-Ш 500 – 3500 грн, ПЦ II/А-П 500 – 3540 грн.

Властивості і показники прийнятого цементу:

- активність - 500 кгс/см²;
- насипна густина 1,2 г/см³;
- істина густина 3,0 г/см³;
- вартість 1т – 3500 грн.

Властивості відібраного цементу відповідає вимогам державного стандарту ДСТУ Б В.2.7-46-2010.

2.1.4. Обґрунтування вибору хімічних і мінеральних добавок

Для запобігання чи зменшення інтенсивності корозії особливо велике значення має структура отриманого конгломерату. Стійкість таким шляхом досягається завдяки ущільненню бетону при використанні активних мінеральних добавок, а також зв'язуванням вільного СаО в стійкі низькоосновні гідросилікати кальцію. При цьому зменшення загальної пористості досягається також при зниженні водоцементного відношення при виготовленні бетонної суміші шляхом введення пластифікуючих добавок (табл.1).

Таблиця 1

Характеристика добавки

Назва добавки	Показник основного ефекту	Оптимальна кількість в мас. %	Вартість 1т., грн.
Elastik LS	Суперпластифікатор	0,5-1,5	28,50 грн/кг

2.2. Визначення складу бетонної суміші

2.2.1. Розрахунок складу бетонної суміші

В якості сировинних матеріалів приймаємо ПЦ П/Б-Ш-500. Цемент має $H_T=0,3$; $\rho=3100 \text{ кг/м}^3$; $\gamma=1200 \text{ кг/м}^3$. Гранітний щебінь високої якості із $\rho_{\text{щ}}=2,5 \text{ г/см}^3$; $\gamma_{\text{щ}}=1350 \text{ кг/м}^3$. Пісок використовується з $M_{\text{кр}}=2,0$; $\rho=2,65 \text{ г/см}^3$; $\gamma=1550 \text{ кг/м}^3$. Марка суміші за жорсткістю – Ж1.

Розрахунок параметрів складу бетонної суміші – водоцементного відношення, водовмісту, витрати цементу, заповнювачів і добавок виконується за ДСТУ Б В.2.7-215:2009 з розрахунку на 1 м^3 в такій послідовності:

1. Визначення величини водоцементного відношення - В/Ц, як головної умови, при якій буде забезпечена задана міцність (марка) бетону R_B в даній конкретній ситуації:

$$\frac{B}{C} = \frac{0,23 \cdot R_C + 100}{f_{cm} + 80} = \frac{0,23 \cdot 500 + 100}{392,6 + 80} = 0,45$$

де, f_{cm} – проектна середня міцність бетону, кг/см^2 ; R_C – активність цементу, яка визначається згідно ДСТУ Б В.2.7-187:2009.

2. Визначення водопотреби "В" бетонної суміші, як головного фактору її легкоукладальності (рухливості або жорсткості), здійснюють за таблицею 2, в якій для кожної марки бетонної суміші наведено орієнтовну витрату води на $1,0 \text{ м}^3$ суміші з урахуванням виду і розміру крупного заповнювача, модуля крупності піску та водопотреби для тіста нормальної густоти цементу.

Витрати води на 1 м³ бетонної суміші

Марка суміші	Показник легкоукладальності бетонної суміші		Втрата води, л/м ³ при крупності, мм							
	Рухливість О.К., см	жорсткість, с	гравію				щебеню			
			10	20	40	70	10	20	40	70
P4 (S4)	16...20	-	227	218	203	192	237	227	213	202
	10...15	-	215	205	190	180	225	215	200	190
P2 (S2)	5...9	-	205	190	175	170	215	205	190	185
P1 (S1)	2...4	-	190	175	160	155	200	190	175	170
Ж1 (V3)	-	5...10	180	166	150	145	190	180	165	160
Ж2(V2)	-	10...15	175	160	145	140	185	170	160	155
	-	15...20	160	150	135	130	175	165	150	145
Ж3(V1)	-	25...35	160	145	130	125	170	160	145	140
Ж4(V0)	-	40...50	150	135	125	120	160	150	135	130

Приймаємо кількість $V_0 = 180$ л/м³. Враховуючи використання пластифікуючої добавки у кількості 1 % від маси цементу, це сприяє зменшенню водопотреби на 15 %. $V = 180 - 180 \cdot 0,15 = 153$ л/м³.

3. Витрату цементу "Ц" на 1,0 м³ бетонної суміші визначають за формулою:

$$Ц = \frac{B}{B/Ц} = \frac{153}{0,45} = 340 \text{ кг/м}^3$$

4. Для визначення витрати заповнювачів спочатку встановлюють важливий геометричний параметр макроструктури бетону – коефіцієнт розсунення зерен крупного заповнювача цементним розчином α :

$$\alpha = \frac{V_p}{V_{n.з.}}$$

де – V_p – об'єм розчинної частини бетону; $V_{n.з.}$ – об'єм порожнеч крупного заповнювача.

Коефіцієнт α також визначають за таблицями або графіками. Його значення залежить від значення В/Ц, витрати цементу і заданої рухливості (жорсткості) бетонної суміші (табл. 3).

Таблиця 3

Коефіцієнт розсування зерен крупного заповнювача при відповідній витраті цементу

Витрата цементу, кг/м ³ суміші	Показник легкоукладальності			
	Осадка конуса, см			Жорсткість, с
	10 і більше	5...9	1...4	
200	1,26	1,22	1,18	1,1
250	1,34	1,28	1,22	1,12
300	1,40	1,34	1,28	1,14
350	1,46	1,40	1,34	1,16
400	1,56	1,48	1,40	1,18
500	1,72	1,60	1,48	1,2

5. Визначаємо витрату щебеню в кг на 1,0 м³ бетонної суміші:

$$Щ = \frac{1000}{\frac{\alpha V_{n.щ}}{\gamma_{щ}} + \frac{1}{\rho_{щ}}} = \frac{1000}{\frac{1,15 * 0,42}{1,35} + \frac{1}{2,5}} = 1321 \text{ кг/м}^3$$

де: α - коефіцієнт розсування зерен крупного заповнювача цементним розчином в бетоні, який прийнято за табл. 3.

6. Визначаємо витрату піску "П" в кг на 1,0 м³ бетонної суміші:

$$П = \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{Щ}{\rho_{щ}} + B \right) \right] \rho_{п} = \left(1000 - \left(\frac{340}{3,0} + \frac{1321}{2,5} + 153 \right) \right) * 2,65 = 551 \text{ кг/м}^3$$

де $\rho_{ц}$, $\rho_{щ}$, $\rho_{п}$ - істина густина зерен відповідно цементу, щебеню і піску. 110+529+153.

7. Коефіцієнт виходу бетонної суміші:

$$\beta = \frac{1000}{\frac{Ц}{\gamma_{ц}} + \frac{П}{\gamma_{п}} + \frac{Щ}{\gamma_{щ}}} = \frac{1000}{\frac{340}{1,2} + \frac{551}{1,55} + \frac{1321}{1,35}} = 0,62$$

8. Розрахунок собівартості "С" матеріалів на 1,0 м³ бетонної суміші:

$$C = C_{ц} \cdot Ц + C_{п} \cdot П + C_{щ} \cdot Щ + C_{в} \cdot В + C_{д} \cdot Д = 3,5 \cdot 340 + 0,24 \cdot 551 + 0,36 \cdot 1321 + 0,02 \cdot 153 + 28,50 \cdot 3,4 = 1\,897,86 \text{ грн.}$$

де $C_{ц}$, $C_{п}$, $C_{щ}$ і $C_{д}$ – вартість відповідно 1 кг цементу, піску, щебеню і добавки (Д - витрата добавки на 1,0 м³ бетонної суміші), в грн.

3. Розробка функціональної транспортно-технологічної схеми процесу формування

Функціонально-технологічна схема формування безнапірної залізобетонної з ущільненням у вертикальних формах вертикально-рухомим способом прийнято у відповідності з проведеним у розділі 1 аналізом:

- способів виготовлення труб у вертикальному положенні;
- вихідних характеристик матеріалів і бетонної суміші при виготовленні труби;
- конструкції труби ;
- сфери застосування труб.

Перелік операцій стадійного процесу формування

- 1.1. Встановлення очищеного і змащеного піддону на основу;
- 1.2. Встановлення об'ємного арматурного каркасу;
- 1.3. Встановлення форми на піддон;
- 1.4. Фіксація форми до піддону;
- 1.5. Введення бункера з бетонною сумішшю в форму;
- 1.6. З'єднання форми з бункером;
- 2.1. Переміщення на формувальну установку;
- 2.2. Опускання форми з одночасним подаванням бетонної суміші;
- 2.3. Введення осердя;
- 2.4. Формування труби з одночасним віброущільненням;
- 2.5. Вилучення бадді;
- 2.6. Виведення осердя;
- 3.1. Знімання труби з осердя і переміщення на пост розпалублення;
- 3.2. Знімання форми;
- 4.1. Твердіння відформованої труби;

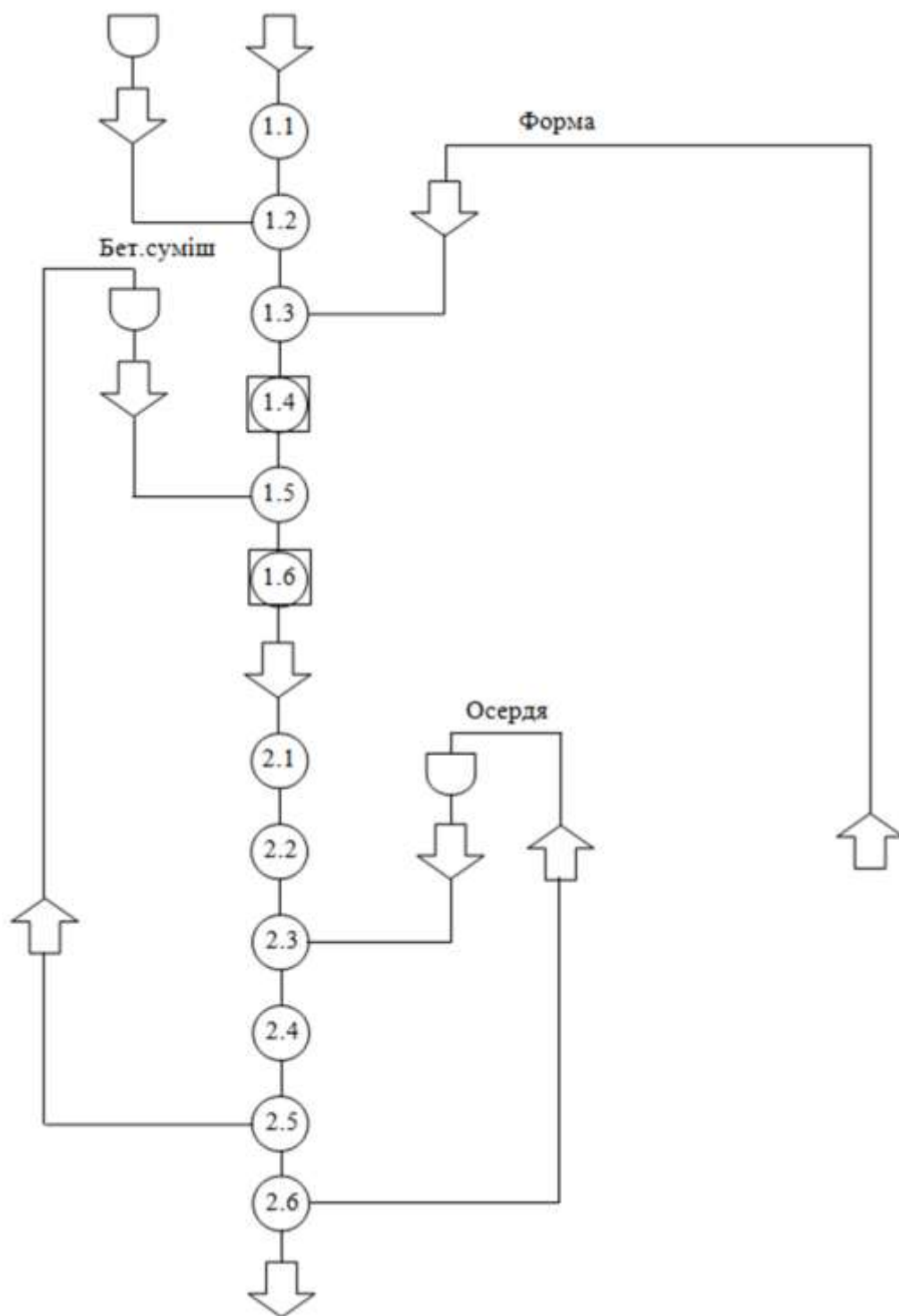


Рис. 5. Функціональна транспортно-технологічна схема формування безнапірної залізобетонної труби з ущільненням у вертикальних формах вертикально-рухомим способом процесу формування

4. Вибір дозаторів і змішувачів для виготовлення бетонної суміші і розрахунок їх кількості

Для визначення типів дозаторів і змішувачів та розрахунку їх кількості, у відповідності з завданням, прийняті такі вихідні параметри:

- проектний клас бетону – В30;
- марка бетонної суміші – Ж-1;
- об'єм бетону – 10,235 м³;
- склад бетонної суміші:
 - цемент – 340 кг/ м³;
 - щебінь – 1321 кг/ м³;
 - пісок – 550 кг/ м³;
 - вода – 153 кг/ м³;
 - добавка – 1% від маси цементу;
 - В/Ц – 0,45;
- програма річного випуску труб – 16,7 тис.м³/рік.

Згідно норм технологічного проектування для дозування цементу, піску і щебеню приймаємо вагові дозатори. Для дозування води і добавки, з метою забезпечення високої якості бетонної суміші і стабільності її властивостей в часі, може бути використаний дозатор вагового типу. Конкретний тип/марки дозаторів приймаються за розрахунками, виходячи з годинної продуктивності бетонозмішувального цеху відповідно вихідним матеріалам.

Розрахунок годинної продуктивності бетонозмішувального цеху відносно вихідним матеріалам

1. Визначення годинної потреби в бетонній суміші, виходячи з програми річного випуску труб.

$$P_{\text{год}} = P_{\text{річ}} / V_{\text{річ}}, \text{ м}^3/\text{год};$$

де: $P_{\text{річ}}$ - програма річного випуску труб, м³/рік; $V_{\text{річ}}$ – годинний фонд робочого часу, год.; $V_{\text{річ}} = n \times t \times n_1 \times k = 247 \times 8 \times 2 \times 0,954 = 3770$ год.

де: n – кількість робочих днів за рік (2022 рік); t – тривалість робочої зміни;

n_1 – кількість робочих змін за добу; k – коефіцієнт використання робочого часу;

$$P_{\text{год}} = 16700 / 3770 = 4,43 \text{ м}^3$$

2. Визначення годинної потреби в вихідних матеріалів, виходячи з годинної потреби в бетонній суміші.

У відповідності з наведеним складом бетонної суміші приймаємо середню густину бетонної суміші $\gamma_{\text{сер.}} = 340 + 1321 + 550 + 153 = 2364 \text{ кг}$

Визначення годинної потреби в вихідних матеріалах, кг:

$$C_{\text{год.}} = 4,43 \times 340 = 1506 \text{ кг};$$

$$Ш_{\text{год}} = 4,43 \times 1321 = 5852 \text{ кг};$$

$$P_{\text{год}} = 4,43 \times 550 = 2436 \text{ кг};$$

$$V_{\text{год}} = 4,43 \times 153 = 678 \text{ л};$$

$$D_{\text{год}} = 4,43 \times (340 \times 0,01) = 15,06 \text{ кг}.$$

Виходячи з розрахункових показників та даних довідкових джерел приймаємо:

1. Ваговий дозатор циклічної дії для цементу – АД-400 БЦ.

Технічні характеристики дозатора:

- найбільша межа дозування -400 кг;
- найменша межа дозування -150 кг;
- похибка дозування - +/- 0,5%.

2. Ваговий дозатор циклічної дії для щебеню – АД-800-2БЦ

Технічні характеристики дозатора:

- найбільша межа дозування -800 кг;
- найменша межа дозування -120 кг;
- похибка дозування - +/- 1,0%.

3. Ваговий дозатор циклічної дії для піску – АД-500-2БП

Технічні характеристики дозатора:

- найбільша межа дозування -500 кг;
- найменша межа дозування -150 кг;
- похибка дозування - +/- 1,0%.

4. Ваговий дозатор циклічної дії для води –АД-200-БЖ

Технічні характеристики дозатора:

- найбільша межа дозування -200 кг;
- найменша межа дозування -60 кг;
- похибка дозування - +/- 0,5%.

5. Ваговий дозатор циклічної дії для хімічних добавок –АД-30-БЖ

Технічні характеристики дозатора:

- найбільша межа дозування -30 кг;
- найменша межа дозування -4 кг;
- похибка дозування - +/- 0,5%.

Вибір змішувачів для виготовлення бетонної суміші і розрахунок їх кількості.

Згідно з вихідними показниками бетонна суміш відноситься до помірно жорстких сумішей. Необхідно врахувати підвищені вимоги до якості і стабільності в часі характеристик бетонної суміші при виготовленні труб. Виходячи з цих положень приймаємо циклічні бетонозмішувачі примусової дії.

Розрахунок кількості бетонозмішувачів

1. Визначення годинного об'єму бетонної суміші

$$P_{\text{год}} = 16700 / 3770 = 4,43 \text{ м}^3$$

2. Вибір марки бетонозмішувача примусової дії

Згідно літературних джерел приймаємо циклічний бетонозмішувач примусової дії СБ-16Б

Технічні характеристики дозатора:

- об'єм готового замісу -330 л;
- місткість за завантаженням – 500 л;
- кількість циклів за годину – 40.

3. Об'єм замісу бетонної суміші за годину

$$V_{\text{год.}} = V_{\text{зам.}} \times n = 0,33 \times 40 = 13,2 \text{ м}^3$$

де: $V_{\text{зам}}$ – об'єм одного замісу;

n – кількість циклів за годину.

4. Розрахунок кількості бетонозмішувачів

$$N = \Pi_{\text{год}} / V_{\text{год}} = 4,43 / 13,2 = 0,36 \text{ шт.} \sim 1,0 \text{ шт.}$$

Виходячи з нормативних вимог по необхідності - мати резервний бетонозмішувач, в кінцевому підсумку приймаємо 2 циклічних бетонозмішувача примусової дії СБ-16Б.

5. Визначення планового такту випуску продукції

Плановий такт випуску продукції, як середній інтервал часу, через який випускається одиниця продукції згідно з плановим завданням визначається за формулою:

$$R = B_p / N,$$

де B_p – розрахунковий фонд робочого часу в плановому періоді, год; хв.;
 N – програма випуску продукції в плановому періоді, шт.

Відповідно до норм проектування, фонд робочого часу визначається як показник, що враховує дійсний фонд часу, який відведений для роботи (260 днів) за виключенням часу на проведення планово-попереджувальних ремонтів ($T_{\text{ппр}}=7$ діб), який передбачений для агрегатного способу виготовлення продукції, використання якого обґрунтовано в першому розділі. Окрім того, робота по виготовленню залізобетонної труби здійснюється в 2 зміни по 8 годин. Тоді

$$B_p = (260 - T_{\text{ппр}}) \times 2 \times 8 \times 60 = (260 - 7) \times 2 \times 8 \times 60 = 242880 \text{ хв.}$$

За завданням річна програма випуску труб становить 16,7 тис.м³.

Для визначення програми випуску продукції в кількості труб за рік (штук) об'єм бетону річної програми ділимо на об'єм бетону, який міститься в одній трубі:

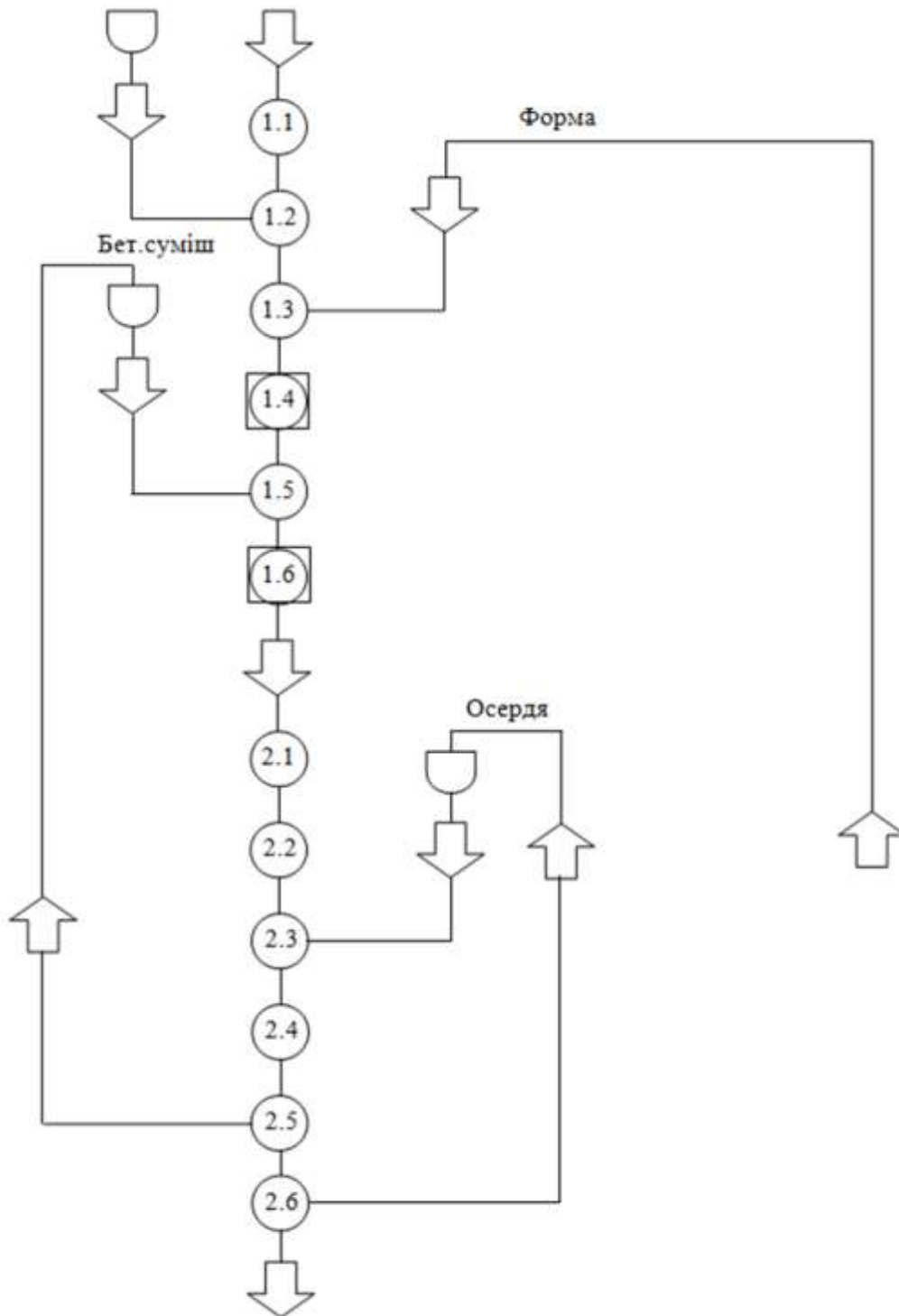
$$N = 16700 / 1,235 = 13522,27 \approx 13523 \text{ шт}$$

тоді

$$R = 242882 / 13523 = 17,96 \text{ хв./шт}$$

Плановий такт випуску продукції становить 17,96 хвилин на одиницю продукції.

Функціональна транспортно-технологічна схема формування безнапірної залізобетонної труби з ущільненням у вертикальних формах вертикально - рухомим способом процесу формування



Навчально-методичне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра
для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія» ОПП «Технології
будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»
денної і заочної форм навчання

Укладачі: Гоц Володимир Іванович
Майстренко Алла Анатоліївна
Ластівка Олесь Васильович
Пальчик Петро Петрович
Константиновський Олександр Петрович

Київ 2023

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра
для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія» ОПП «Технології
будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»
денної і заочної форм навчання

Всі цитати, цифровий
та фактичний матеріал,
бібліографічні відомості
перевірені. Написання
одиниць вимірювання
відповідає стандартам

Підпис (и) автора (ів) _____

«___» _____ 2023р.

Підпис гаранта ОПП 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
ОПП «Технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів»

_____ (Гончар О.А.)

«___» _____ 2023р.