

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Гоц В. І.

«_____» _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему:

**«Обґрунтування технологічні і організаційні рішення виробництва
залізобетонної напірної труби ТН 120-1»**

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:

Ткач Владислав Олександрович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник :

Константиновський О.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент:

(підпис)

(підпис)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Київ 2023

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Обрати і обґрунтувати способи і технічні засоби виконання стадійних процесів формування і теплової обробки.....	8
2. Обґрунтувати вибір заповнювачів і розрахувати склад бетонної суміші.....	22
3. Визначити вимоги до арматурної сталі для армування усіх виробів труби.....	27
4. Розрахувати довжину заготовки поздовжніх попередньо напружених стержнів.....	33
5. Визначити тривалість процесу армування труби та можливий склад робітників зайнятих на його виконанні.....	35
Список використаних джерел.....	39

					<i>Залізобетонна напірна труба ТН 120-1</i>	Арк.
						2
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

					<i>Залізобетонна напірна труба ТН 120-1</i>	Арк.
						3
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Вступ

Водопровідна мережа є найбільш дорогою і дуже відповідальною підсистемою системи водопостачання об'єкта. Дуже складним є процес її функціонування. Основна вимога, що ставиться до водопровідних мереж, - безперебійна подача води до точок її відбору за умови забезпечення необхідної кількості води, що подається, і необхідних напорів.

Лінії водопровідних мереж монтують з труб, тобто з елементів, що виготовляються заводським способом. На місці будівництва проводяться тільки з'єднання труб і їх укладання.

Відповідно до умов роботи водопровідних ліній у процесі експлуатації до них ставлять наступні вимоги:

- а) міцність, тобто високий опір всім можливим (заданим) внутрішнім і зовнішнім навантаженням;
- б) герметичність;
- в) гладкість внутрішньої поверхні стінок, що забезпечує найменші втрати напору на тертя при русі води;
- г) довговічність, тобто тривалий термін служби, що обумовлюється в основному досить високим опором матеріалу труб (або їх покриттів) зовнішнім і внутрішнім агресивним діям води, що транспортується, ґрунтів, ґрунтових вод і т.п.

Крім того, труби, як і всі елементи збірної будівництва, повинні забезпечувати можливість їх легкого, простого, швидкого і надійного з'єднання (монтаж стиків). Нарешті, водопровідні лінії повинні задовольняти вимогам найбільшої економічності.

Напірні водопровідні труби мають бути розраховані на опір силам тиску води на внутрішню поверхню їх стінок. Розрахунковий робочий тиск визначається в результаті розрахунку мереж водоводів і може коливатися для різних мереж в широких межах. Згідно з умовами укладання труб вони повинні також мати відповідну міцність для опору тиску ґрунту, прогинам від власної

					<i>Залізобетонна напірна труба ТН 120-1</i>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ваги (при нещільних ґрунтах), навантаженням від транспорту і т.п.

Герметичність як самих труб, так і стикових з'єднань є найважливішою умовою успішної і економічної роботи водопроводу. Недотримання герметичності ліній спричиняє постійні непродуктивні витрати води і підвищує вартість експлуатації системи. Витоки води з мережі можуть привести також до промиву ґрунту і викликати серйозні аварії.

У системах водопостачання різних об'єктів і в різних місцевих умовах всі основні параметри, які необхідно враховувати при виборі типу труб (кількість води, що подається, внутрішній робочий тиск, характер ґрунтів і т. п.), міняються у дуже широких межах.

У сучасній практиці будівництва водоводів і зовнішніх водопровідних мереж широко застосовують чавунні, сталеві, азбестоцементні і залізобетонні труби. На сьогодні все більше застосування в світовій практиці отримують заздалегідь напружені залізобетонні труби і труби із синтетичних матеріалів (пластмасові). Для вибору найбільш економічного і доцільного типу труб необхідний облік сумісної дії всіх навантажень на трубопровід в умовах його експлуатації. вирішення цього завдання можна отримати в результаті проведення статичних розрахунків труб.

Вибір типу труб для будівництва водоводів і мереж систем водопостачання повинен проводитися з урахуванням всіх вимог до безперебійності їх роботи, санітарних вимог і дотримання найбільшої економічності й доцільності їх використання з народногосподарської точки зору.

Будівельні норми й правила пропонують переважне використання труб неметалічних, насамперед залізобетонних і азбестоцементних. Найбільш перспективним типом труб при спорудженні напірних водоводів є заздалегідь напружені залізобетонні труби. Ці ж труби, як показує досвід деяких країн, можуть з успіхом використовуватися для магістральних ліній водопровідної мережі.

Для водопровідних мереж можуть широко застосовуватися напірні

					<i>Залізобетонна напірна труба ТН 120-1</i>	Арк.
						5
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

залізобетонні труби. Порівняно зі своїми сталевими та чавунними аналогами, залізобетон не так піддається корозії та гниття. При цьому також заслуговує на увагу їх відносна низька ціна, що в сукупності з іншими перевагами виводить труби в лідируючі позиції на ринку. Адже якщо порахувати середню тривалість експлуатації, то вигода від придбання залізобетонних виробів дуже очевидна. Так, в середньому металева труба слугує 30 років, а залізобетонна в залежності від свого виду дає від 75 до 100 років безперервної служби.

Труби в нашій країні випускають відповідно до вимог ДСТУ (Державного стандарту) в якому обумовлені параметри продукції, що випускається (основні розміри, фізико-механічні характеристики, матеріали і т. п.). До найбільш суттєвих фізико-механічних характеристик каналізаційних труб відносяться довговічність, стійкість до стираючої дії, обумовленої присутністю в стічних водах твердих домішок, водонепроникність стінок і механічна міцність. Остання має бути достатньою для запобігання руйнуванню або надмірним деформаціям, викликаним дією зворотної засипки траншеї і навантажень від транспортних засобів. Стикові з'єднання мають бути довговічними, простими для монтажу і водонепроникними для запобігання витоку води і проникнення коріння рослин. Довговічність споруд залежить від наступних: матеріалу труб, конструкції колектора, ущільнення стикових з'єднань, виду стічних вод, гідрогеологічних умов будівництва, типу стикового з'єднання, системи провітрювання, глибини прокладання труб та ін. Частота аварійних руйнувань залежить від міри наповнення, швидкості руху стічної рідини, концентрації сульфідів, діаметру труб, водневого показника стічних вод (рН), біологічної потреби в кисні, температури води, концентрації зважених речовин та іш. Перелік цих факторів був отриманий на підставі аналізу і обробки даних 77 водопровідно-каналізаційних господарств.

На самому початку залізобетонні труби виготовляли методом центрифугування. Цей спосіб формування залізобетонного виробу відкрили ще на початку двадцятого століття. З того часу технологія виготовлення та конструкція обладнання постійно вдосконалювалися. Наш час не є винятком.

					<i>Залізобетонна напірна труба ТН 120-1</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Що ж інженери намагалися покращити? Постійний пошук кращих рішень стосувався підвищення якості залізобетонних труб, а також удосконалення міцності, водонепроникності і щільності стінок продукції, що формується.

Сьогодні залізобетонні напірні труби виготовляють ще й методом віброгідропресування за ДСТ 12586-83. Залежно від розрахункового внутрішнього тиску в трубопроводі їх розділяють на чотири класи, а труби, що виготовляються методом центрифугування, — на три класи: I — на тиск 1,0 МПа; II — на тиск 1,0 МПа; III — на тиск 0,5 МПа. Випробування труб на водонепроникність проводять при тиску, що перевищує номінальне у 1,3 рази.

Деякі підприємства методом вібрації виготовляють напірні залізобетонні труби із сталевим циліндром-осердяем і полімерзалізобетонні напірні труби, в тіло яких замонолічено полімерний рукав, що підвищує пропускну спроможність і корозійну стійкість труби.

					<i>Залізобетонна напірна труба ТН 120-1</i>	Арк.
						7
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

**ОБРАТИ І ОБГРУНТУВАТИ СПОСОБИ І
ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ВИКОНАННЯ СТАДІЙНИХ
ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ І ТЕПЛОВОЇ
ОБРОБКИ**

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

					Залізобетонна напірна труба ТН 120-1	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

- креслення конструкції напірної труби ТН 120-1 (рис.1, рис.2.);
- проектний клас бетону – В 40;
- марка бетонної суміші – Ж 2;
- діаметр труби – 1200 мм;
- об'єм бетону – 1,98 м³
- умови експлуатації – системи водопостачання;
- спосіб напруження арматури – механічний.

У відповідності з завданням розглянуто наступні способи формування напірних труб:

1. Метод віброгідропресування;
2. Треступеневий спосіб.

					<i>Залізобетонна напірна труба ТН 120-1</i>	Арк.
						9
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1.1. Характеристика наведених способів формування

1. Механізм формування залізобетонних напірних труб методом віброгідропресування

Спосіб формування напірних залізобетонних труб діаметром 500...1600 мм, довжина труб становить 6 м.

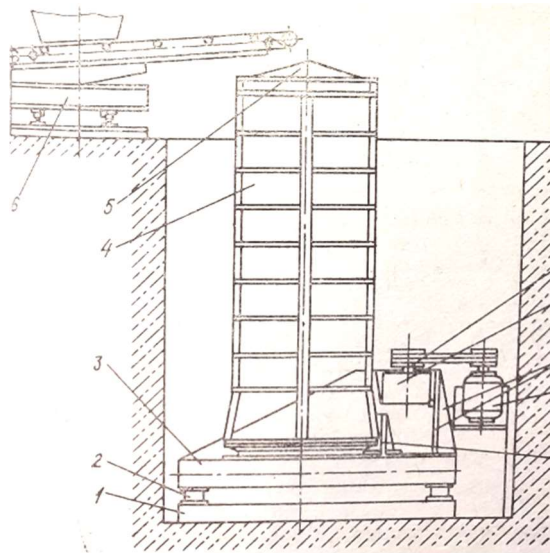


Рис. 1.4. Схема роботи установки по формуванню напірних залізобетонних труб методом віброгідропресування

Цей метод на сьогоднішній день є одним із найефективніших у технології виготовлення попередньо напружених напірних залізобетонних труб. Формування здійснюють у вертикально встановленій формі, яка є основним формувальним агрегатом і складається із зовнішнього кожуха та внутрішнього осердя з гумовим чохлам (рис. 1.5).

					Залізобетонна напірна труба ТН 120-1	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

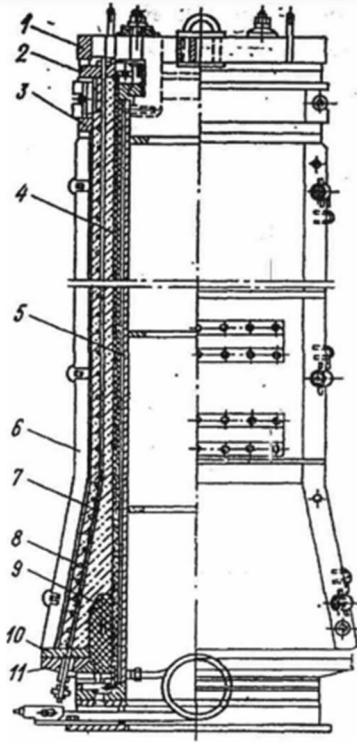


Рис. 1.5.. Форма для виготовлення віброгідропресованих труб: 1 - ущільнювальне кільце; 2 - верхнє анкерне кільце; 3 - калібрувальне кільце; 4 - гумовий чохол; 5 - внутрішня форма; 6 – зовнішня форма; 7 - поздовжня арматура; 8 - спіральна арматура; 9 - гумовий розтрубоутворювач; 10 - нижнє анкерне кільце; 11 – ущільнювальна трубка

Заповнення форми бетонною сумішшю здійснюється за допомогою шнекового живильника через завантажувальний конус при ввімкнутих пневматичних віброзбуджувачах, які встановлені на зовнішньому кожусі й забезпечують необхідну ступінь заповнення форми сумішшю за рахунок полегшення її проходження між стінками форми та елементами арматурного каркасу.

При цьому бетонна суміш попередньо ущільнюється. Подальше ущільнення відбувається за рахунок тиску, який створює вода при заповненні гумового чохла.

Основними перевагами такої технології є можливість отримання гомогенної й попередньо напруженої структури по всій товщині стіни труби, а також суміщення операцій ущільнення бетонної суміші, напруження

					Залізобетонна напірна труба ТН 120-1	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спірального арматурного каркасу та створення захисного шару під час одного виробничого циклу.

2. Формування залізобетонних напірних труб триступеневим способом

Виготовлення напірних залізобетонних труб також можливе так званою триступеневою, схемою:

1) Методом центрифугування виготовляється залізобетонна безнапірна труба заданого діаметра та довжини;

2) На виготовлену і затверділу безнапірну залізобетонну трубу, що виконує в даному випадку роль осердя, навивається спіральна напружена арматура з міцного дроту для обтиснення бетону в трубі;

3) Спіральна арматура покривається захисним шаром завтовшки 20 мм. із щільного та міцного дрібнозернистого бетону для запобігання корозії в процесі експлуатації труб.

Принцип процесу центрифугування полягає в тому, що бетонна суміш, поміщена форми для труб, ущільнюється за рахунок обертання форми під дією відцентрових сил, що притискають бетон до стінок форми. У процесі центрифугування бетонна суміш рівномірно розподіляється по всій поверхні форми та ущільнюється. Основним елементом всього виробничого процесу є відцентрова установка – центрифуга.

Існує кілька типів центрифуг, що відрізняються один від одного способом розташування форм:

Роликові центрифуги - найпростіший і найдешевший вид даного обладнання. Принцип роботи - форма встановлюється на ролики (дуже схожі на колеса від вагонетки, як правило 4 штуки - по два з кожного боку), які рухаються від електромотора. При русі роликів починає обертатися і форма з допомогою природного зчеплення з роликами.

					<i>Залізобетонна напірна труба ТН 120-1</i>	Арк.
						12
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

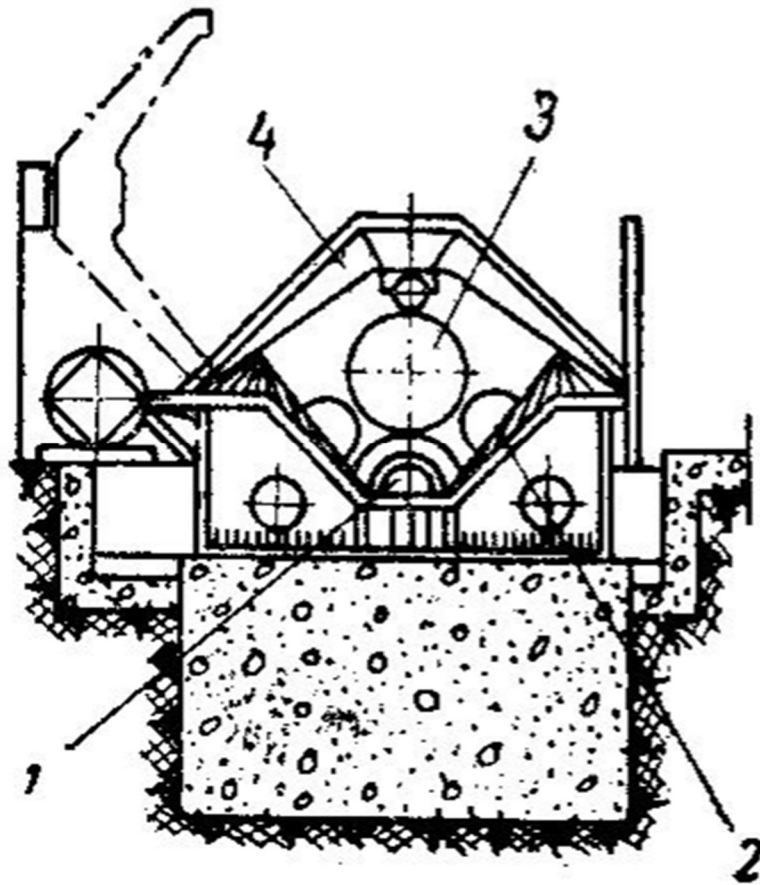


Рис. 1.1. Роликова центрифуга

Барабанні центрифуги - форма для труб розміщується всередині барабанів - шківів, що приводяться в рух загальним валом реміною передачею. Даний тип обладнання дозволяє виробляти продукцію круглого та конічного перерізу.

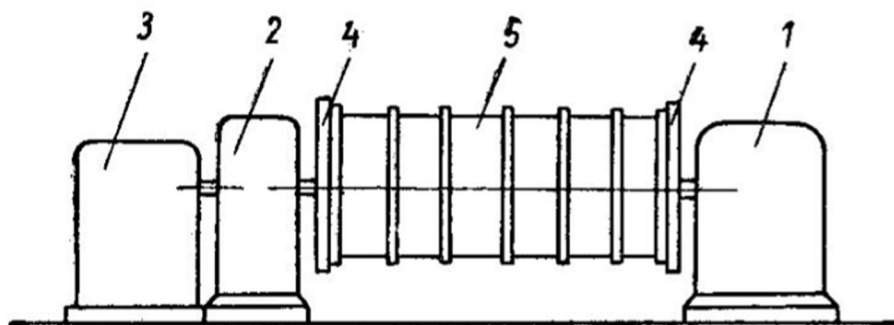


Рис. 1.2. Барабанна центрифуга.

					Залізобетонна напірна труба ТН 120-1	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Ремінна центрифуга – набула найбільшої популярності серед виробників трубної продукції. Оснащення вільно розташовується на декількох клиноподібних ремнях, що схрещуються. Ця установка дозволяє розвинути максимально можливу швидкість обертання форми, що сприяє якіснішому ущільненню бетонної суміші.

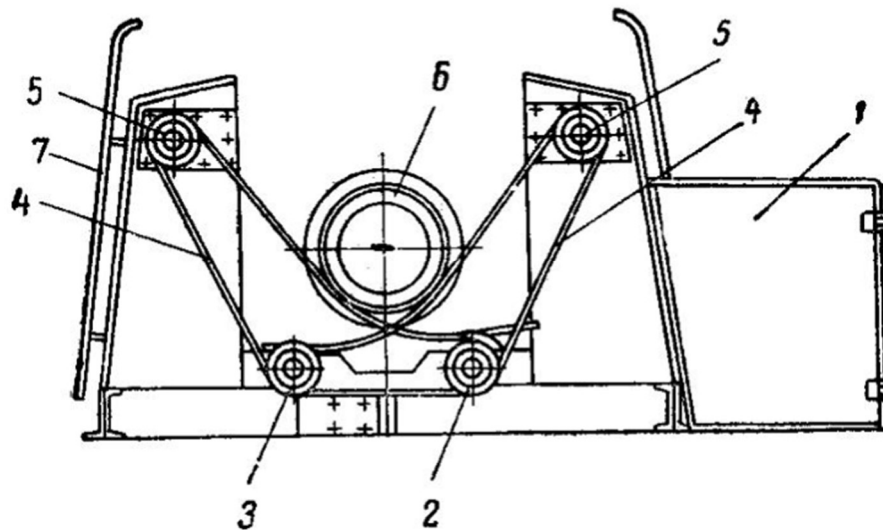


Рис. 1.3. Ремінна центрифуга

Навивка спіральної арматури проводиться при обертанні сердечника, затисненого в планшайбах приводного навивочного верстата поздовжнього переміщення до осердя каретки, що видає і намотує на сердечник натягнутий дріт. Регулюючи швидкість обертання сердечника та швидкість переміщення каретки можна забезпечити заданий крок спіральної навивки.

Схема установки для навивки спіральної попередньо напруженої арматури наведена на рис. 1.6. Попереднє напруження арматури досягається комбінацією механічного та електротермічного способу натягу.

Після навивки попередньо напруженої спіральної арматури сердечник наноситься захисний шар з цементного розчину, що наноситься на зовнішню поверхню труби для запобігання спіральній арматурі від корозії. В даний час найбільшого поширення набув спосіб нанесення захисного шару торкретуванням. Цей спосіб нанесення захисного шару розчину має і ряд істотних недоліків, до яких належать: важкі умови праці робітників, що

					Залізобетонна напірна труба ТН 120-1	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

працюють у респіраторах, необхідність створення спеціальних камер, необхідність попереднього сушіння піску для підтримки строго нормалізованої вологості розчинової суміші, втрати розчину при відскоку, особливо при нанесенні першого шару, і у зв'язку з цим втрати цементу і піску.

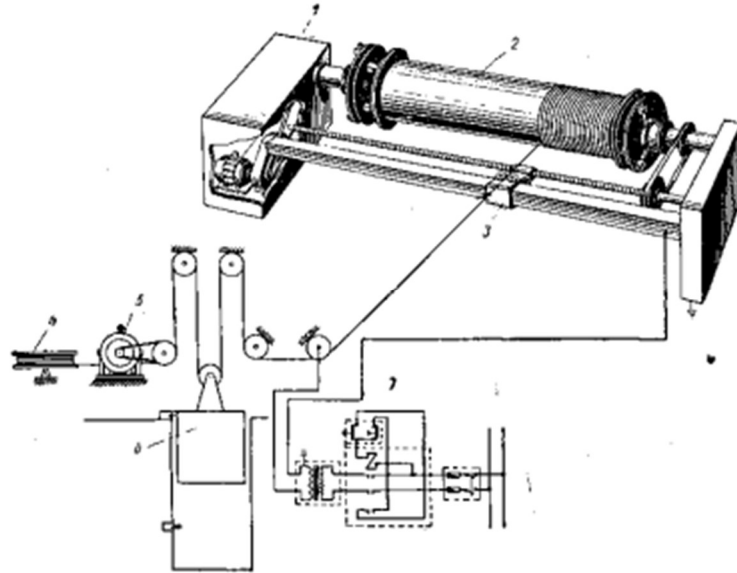


Рис. 1.6. Схема, навивки спіральної арматури на залізобетонну трубу-сердечник при електротермомеханічному натягу

1 - приводний осьовий верстат; 2 - залізобетонна труба-сердечник; 3 - повзунок з напрямними роликками; 4 - котушка з бухтою арматурного дроту; 5 — гальмівний механізм, що подає дріт; 6 - силовий пристрій для натягу дроту; 7 — схема живлення електричним струмом дроту для його нагрівання.

Відомі способи нанесення при вертикальному положенні труби в ковзаючій віброопалубці, що повільно переміщається вгору, і в горизонтальному положенні при повільному обертанні труби, за принципом ковзного віброштампу.

Висновок: виходячи з характеристик вихідних умов і техніко-економічних характеристик розглянутих методів формування напірних залізобетонних труб і технічних характеристик установок по їх виготовленню перевагу надано виготовленню напірних залізобетонних труб методом віброгідропресування.

					Залізобетонна напірна труба ТН 120-1	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Характеристика способів теплової обробки

В даний час в залежності від якості застосовуваних цементів та бетонів, а також необхідних термінів скорочення твердіння бетону у виробках, що виготовляються за тією чи іншою технологією, додаткове прискорення твердіння бетону досягається шляхом застосування:

а) механічних впливів - примусове перемішування з активізацією суміші, ущільнення бетонних сумішей шляхом вібрування з привантаженням, повторне та полічастотне вібрування, вібропресування, прокатка виробів тощо;

б) хімічних впливів – введення хімічних добавок – прискорювачів твердіння, попередня гідратація цементу, а також обробка газами;

в) фізичних впливів - головним чином застосування теплової обробки (пропарювання, автоклавна обробка, електропрогрів, обігрів горючими газами, обробка у водному та масляному середовищі та ін.).

Тепловологісна обробка виробів на базі цементобетону значно прискорює твердіння та покращує за певних умов якість виробів у порівнянні з твердінням їх у природних умовах. Тепловологісна обробка виробів надає їм за кілька годин міцність, рівну 50% проектної, яку вони набувають лише через 28 діб природного визрівання.

Тепловологісна обробка залізобетонних виробів забезпечується створенням гарячого (не більше від 60 до 200° С залежно від технологічного процесу) і вологого ($\omega_{\text{вол}}=90\dots100\%$) середовища.

При виробництві віброгідропресованих залізобетонних труб тепла обробка здійснюється шляхом подачі насиченої пари у порожнину осердя форм. У середині порожнини встановлюють площинні діафрагми у вигляді пластин зі щілинними отворами на кінцях.

Гостра пара в порожнину осердя подається направленими на поверхню теплообміну інтенсивними струменями, що витікають із паророзподільного пристрою, виконаного у вигляді декількох перфорованих труб.

Для теплової обробки труб застосовується також установка, в якій паровий ковпак має П-подібну форму і розташований на роликівих опорах, що

					<i>Залізобетонна напірна труба ТН 120-1</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

по торцях оснащений шторними завісами з приводами.

Існує декілька методів електротермообробки труб: за допомогою ТЕНів, обігрівання гарячим повітрям, індуктивне нагрівання, а також обігрівання продуктами згоряння природного газу, табл. 1.1.

Технічні показники способів термообробки залізобетонних віброгідропресованих труб

Табл. 1.1.

Спосіб термообробки труб	Максимальна температура бетону, °С	Тривалість розігріву, год	Тривалість усього процесу, год	Середня продуктивність одного поста, м ³ /год	Середня питома металоемність, кг/м ³	ККД процесу
1	2	3	4	5	6	7
Внутрішнє одностороннє паропрогрівання	70	4...5	8...14	0,07	24	0,20
Двостороннє паропрогрівання:						
- у тканинних чохлах	80	3...4	6...10	0,15	19	0,15
- у жорстких ковпаках	95	1...2	6...10	0,15	13	0,40
Прогрівання у формах з паровими сорочками	95	1...2	5...6	0,15	13	0,43
Внутрішнє одностороннє прогрівання з застосуванням ежекторів	75	3...4	6...8	0,12	15	0,38
Теж саме, з паророзподільниками	75	3...4	6...8	0,12	15	0,35
Індукційне нагрівання	95	1...1,5	4...7	0,17	12	0,70
Електрообігрівання повітрям	75	3...4	6...8	0,12	15	0,47
Внутрішнє нагрівання ТЕНами	77	2,5...4	5...8	0,13	15	0,40

Проаналізувавши способи теплової обробки віброгідропресованих залізобетонних труб, перевагу було надано двосторонньому паропрогріванню у жорстких ковпаках.

Ковпак – підлогова або піднята для зручності робіт форма, призначена для здійснення теплової обробки (пропарювання) виробу. Для герметизації об'єму під ковпаком по контуру стенда передбачається гідравлічний затвор, в який опускається нижня частина конструкції ковпака.

					Залізобетонна напірна труба ТН 120-1	Арк. 17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Міцність ковпаків забезпечується металевим каркасом, до якого кріпиться дерев'яна обшивка та утеплення із шлакового або іншого теплоізоляційного матеріалу. Розміри ковпаків відповідають розмірам виробу, що прогривається. Відстань від поверхні виробу до кришки та стінок ковпака має бути не менше 50 мм. Щільне прилягання ковпаків до форм або майданчика забезпечується пружними брезентовими або гумовими підкладками, що пришиті по всьому периметру опорних кромок. Жорсткі каркасні ковпаки при виготовленні виробів на стендах, що підігріваються, можна замінити покриттями з двох шарів брезента або поліамідної плівки з шаруванням з мінеральної вати.

Висока техніко-економічна ефективність застосування залізобетонних труб зумовлює доцільність розробки та вдосконалення технології їх виробництва, зокрема такого важливого етапу як теплової обробки. При виробництві віброгідропресованих труб теплової обробка здійснюється за стендовою технологією шляхом подачі насиченої пари в порожнину сердечників форм. Однак цей спосіб прогрівання виробів характеризується високою тривалістю (10...16 год), нерівномірністю температури по висоті труб і значною витратою теплової енергії, що перевищує нормативний в 1,5...2,5 рази. Один з найпростіших способів підвищення ефективності теплової обробки полягає у герметизації порожнини сердечників кришкою. У середині порожнини встановлюють плоскі діафрагми, виконані у вигляді пластин зі щілинними отворами у країв, площа яких для забезпечення рівномірного прогріву труб на висоті зменшується в кожній діафрагмі, що знаходиться вище. Гостру пару в порожнину сердечника подають спрямованими на поверхню теплообміну інтенсивними струменями, що обертаються і витікають із спеціального паророзподільного пристрою, виконаного у вигляді декількох перфорованих труб. У зоні закінчення парових струменів виникає інтенсивний вихровий потік гострої пари, що обертається з великою швидкістю поверхнею сердечника форми і руйнує плівку конденсату, розбризкуючи і здуваючи її.

					<i>Залізобетонна напірна труба ТН 120-1</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**ОБГРУНТУВАТИ ВИБІР ЗАПОВНЮВАЧІВ І
РОЗРАХУВАТИ СКЛАД БЕТОННОЇ СУМІШІ**

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

					Залізобетонна напірна труба ТН 120-1	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1. Обґрунтування вибору крупного заповнювача.

В результаті технологічного аналізу встановлені такі обмеження для заданої ситуації:

- максимальна крупність заповнювача $D_{\max} = 20$ мм;
- мінімальна допустима міцність породи заповнювача 1200 кг/см^2 ;
- 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 (М1200) 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 – 490 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».

2.2. 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 %.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Залізобетонна напірна труба ТН 120-1

Арк.
20

Висновок: Отже, приймаємо кварцовий пісок річковий з $M_K = 2,0$ та вмісту пилюватих 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 $1\text{т} - 290 \text{ грн.}$

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

2.3. Розрахунок складу бетонної суміші

В якості сировинних матеріалів приймаємо ПЦ П/Б-Ш-500. Цемент має $H_f=0,26$; $\rho=3100 \text{ кг/м}^3$; $\gamma=1200 \text{ кг/м}^3$. Гранітний щебінь високої якості із $\rho_{щ}=2,5 \text{ г/см}^3$; $\gamma_{щ}=1350 \text{ кг/м}^3$. Пісок використовується з $M_{кр}=2,0$; $\rho=2,65 \text{ г/см}^3$; $\gamma=1550 \text{ кг/м}^3$. Марка суміші за жорсткістю – Ж2.

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:

$$\frac{В}{Ц} = \frac{А \cdot R_{Ц}}{f_{cm} + 0,5А \cdot R_c} = \frac{0,65 \cdot 500}{523 + 0,5 \cdot 0,65 \cdot 500} = 0,47.$$

					<i>Залізобетонна напірна труба ТН 120-1</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де, f_{cm} – проектна середня міцність бетону, кг/см²; $R_{ц}$ – активність цементу, яка визначається згідно ДСТУ Б В.2.7-187:2009; A – коефіцієнт, що залежить від якості заповнювачів, значення якого наведено в табл. 2.1.

Залежність значення коефіцієнта A від якості заповнювача

Табл. 2.1.

Заповнювачі	A
Високоякісні	0,65
Рядові	0,60
Низької якості	0,55

2. Визначення водопотреби "В" бетонної суміші визначаємо за табл. 2.2.

Орієнтовні витрати води на 1 м³ бетонної суміші

Табл. 2.2.

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

					Залізобетонна напірна труба ТН 120-1	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо кількість $V_0 = 170$ л/м³. Враховуючи використання пластифікуючої добавки у кількості 1 % від маси цементу, це сприяє зменшенню водопотреби на 15 %. $V = 170 - 170 * 0,15 = 145$ л/м³.

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

$$Ц = \frac{V}{B/Ц} = \frac{145}{0,47} = 321 \text{ кг/м}^3$$

4. Визначаємо пустотність щебеню:

$$V_{п.щ} = 1 - \frac{\gamma_{щ}}{\rho_{щ}} = 1 - \frac{1350}{2500} = 0,54$$

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

$$Щ = \frac{1000}{\frac{\alpha V_{п.щ}}{\gamma_{щ}} + \frac{1}{\rho_{щ}}} = \frac{1000}{\frac{1,15 * 0,54}{1,35} + \frac{1}{2,5}} = 1163 \text{ кг/м}^3$$

де: α - коефіцієнт розсування зерен крупного заповнювача цементним розчином в бетоні.

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

$$П = \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{Щ}{\rho_{щ}} + V \right) \right] \rho_{п} = \left(1000 - \left(\frac{321}{3,0} + \frac{1163}{2,5} + 145 \right) \right) * 2,65 = 750 \text{ кг/м}^3$$

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

7. Коефіцієнт виходу бетонної суміші:

$$\beta = \frac{1000}{\frac{Ц}{\gamma_{ц}} + \frac{П}{\gamma_{п}} + \frac{Щ}{\gamma_{щ}}} = \frac{1000}{\frac{321}{1,2} + \frac{750}{1,55} + \frac{1163}{1,35}} = 0,62$$

					<i>Залізобетонна напірна труба ТН 120-1</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$C = C_{\text{ц}} \cdot \text{Ц} + C_{\text{п}} \cdot \text{П} + C_{\text{щ}} \cdot \text{Щ} + C_{\text{в}} \cdot \text{В} + C_{\text{д}} \cdot \text{Д} = 3,5 \cdot 321 + 0,29 \cdot 750 + 0,49 \cdot 1163 + 0,02 \cdot 145 + 28,50 \cdot 3,4 = 2010,67 \text{ грн.}$$

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

Склад бетонної суміші

Табл. 2.3.

Компоненти бетонної суміші	Витрата матеріалу на 1 м ³ бетонної суміші, кг.
Цемент (портландцемент М500)	321
Пісок	750
Щебінь	1163
Вода	145
Добавка С-3 (сульфована мелаїноформальдегідна смола)	3,21

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Залізобетонна напірна труба ТН 120-1

Арк.

24

**ВИЗНАЧИТИ ВИМОГИ ДО АРМАТУРНОЇ СТАЛІ
ДЛЯ АРМУВАННЯ УСІХ ВИРОБІВ ТРУБИ**

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

При виготовленні, напірні труби армують поздовжньою напруженою

					Залізобетонна напірна труба ТН 120-1	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

арматурою із дроту періодичного профілю класу В_p-II і спіральної напруженої арматури із гладкого дроту класу В-II, витки, що закріплюються в роздільних полосах із сталевій холоднокатаній стрічки. Труби необхідно виготовляти згідно діючого стандарту і технологічної документації, що затверджена в встановленому порядку по кресленнях приведених в ДСТУ Б.В.2.5-48:2010.

Специфікація арматурних виробів на одну трубу

Таблиця 3.1.

Марка труби	Каркас		Повздовжня арматура	
	Марка	Кількість	Марка	Кількість
ТН 120-I	К13	1	ПЗ	35

Повздовжня арматура марки ПЗ повинна вирізатись відрізками, на кінцях яких після встановлення втулок висаджують головки. Заготівельна довжина відрізків, розміри головок та набір втулок повинні розраховуватися та прийматися відповідно до вимог ДБН А.3.1-7-96.

Вибірка сталі на одну трубу

Таблиця 3.2.

Марка труби	Арматурна сталь по ДСТУ EN 10270-1			Сталь прокатна ДСТУ EN 10139:2018	Всього
	Клас В _p -II	Клас В-II	Всього	Переріз 20x0,7 мм	
	Діаметр 5 мм	Діаметр 6 мм			
ТН 120-I	28,0	245,2	273,2	13,8	287,0

Спіральна арматура арматурного каркасу марки К-13 повинна бути неперервною на всю довжину. Два витки спіральної арматури з двох кінців каркасу і в місці переходу циліндричної частини в конічну повинні розміщуватись щільно один до одного і зв'язуватись в'язальним дротом в 3-4

									Арк.
									26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Залізобетонна напірна труба ТН 120-1				

місцях, а кінці арматури довжиною 400-500 мм повинні бути відігнуті під кутом 130-150° і прикріплені до витків каркасу в'язальним дротом в 4-5 місцях.

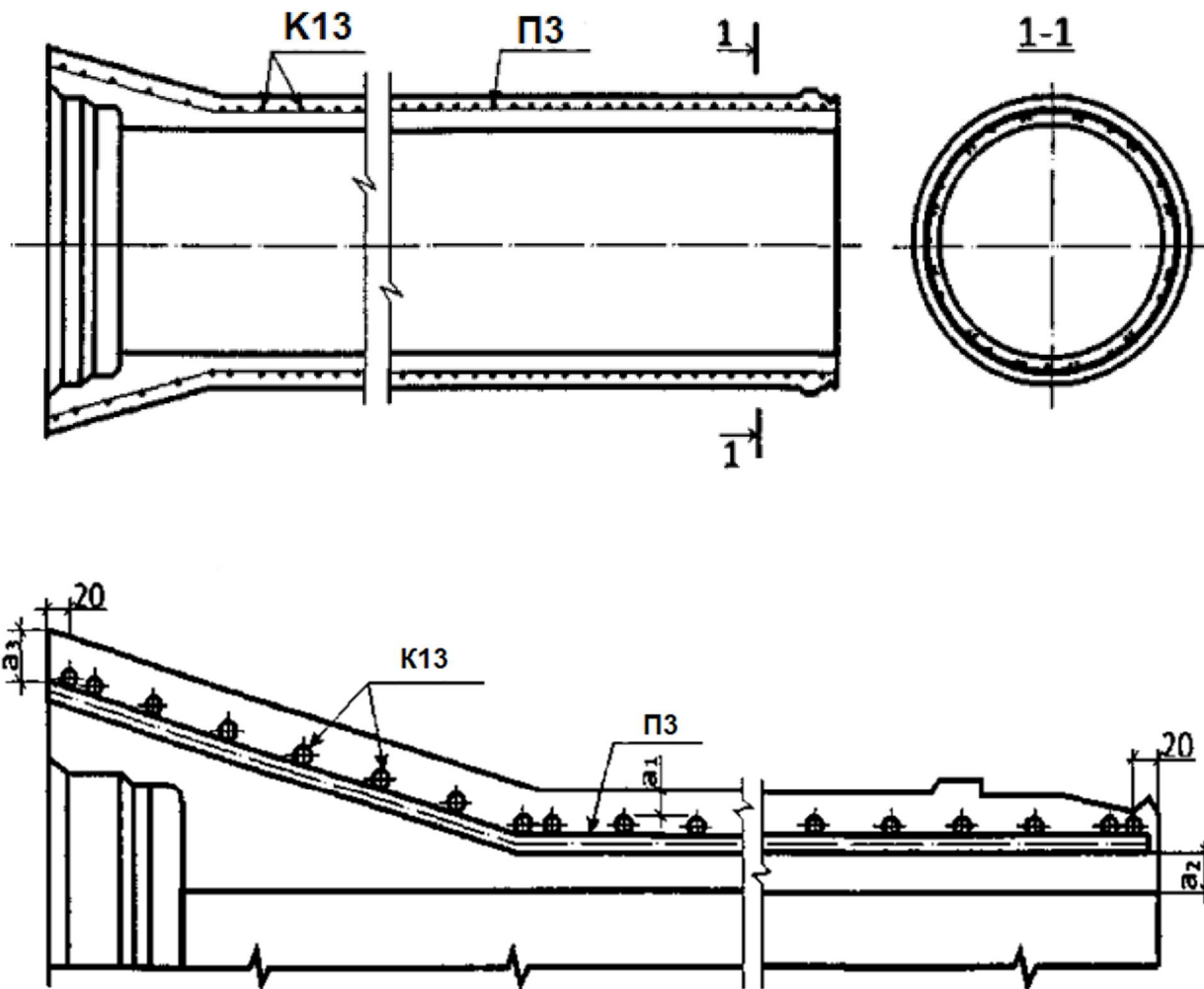
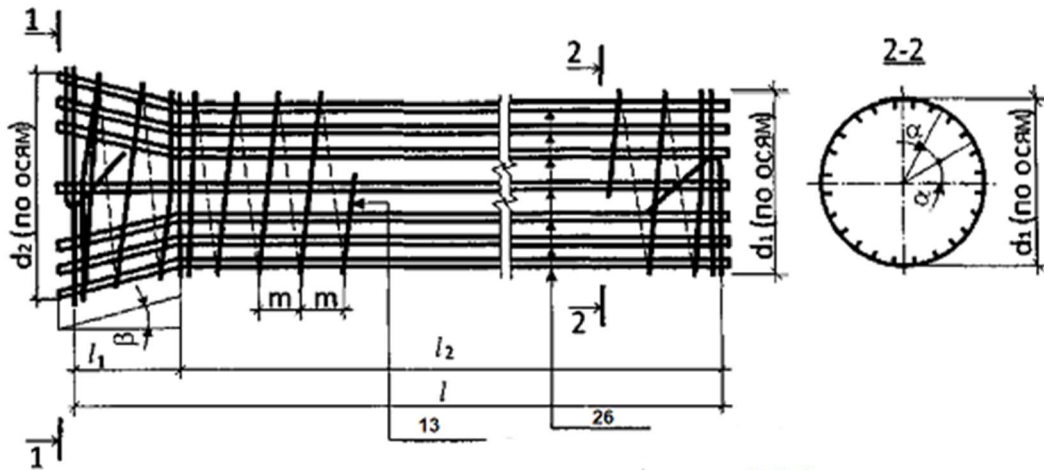


Рис. 3.1. Розріз по поздовжній осі труби

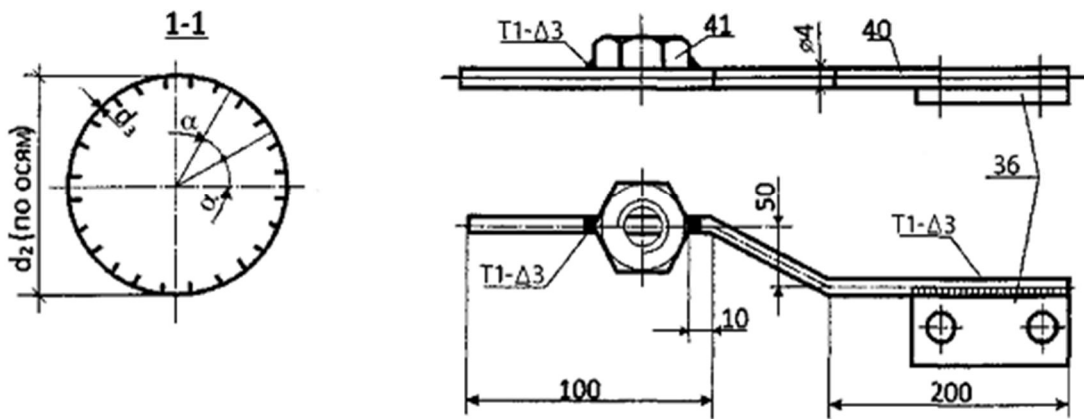
Згідно ДСТУ EN 10270-1 дріт повинен виготовлятися з вуглецевої сталі марок 65, 70, 75, 80, 85 за нормативно-технічною документацією відповідно до вимог цього стандарту.

					Залізобетонна напірна труба ТН 120-1	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K13



M1



Розподільча полоса, поз 23

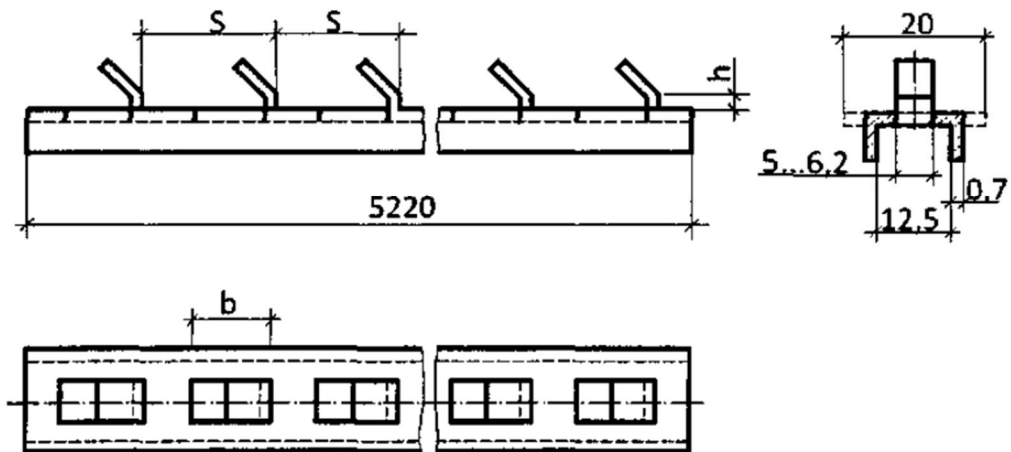


Рис. 3.2. Арматурні елементи напірної труби ТН120-І

									Арк.
									28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Залізобетонна напірна труба ТН 120-1				

застосування збільшувальних засобів.

На поверхні дроту не повинно бути раковин, тріщин, розшарування та іржі. Дріт повинен бути згорнутий у мотки непереплетеними рядами. Кожен моток має складатися з одного відрізка. Маса мотка має 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. Допускається до 10% мотків зниженої маси, але не менше ніж 30 кг. На вимогу споживача дріт допускається виготовляти в прутках мірної довжини. Наявність зварних з'єднань на готовому дроті не допускається.

Дріт виготовляють із нормованим значенням прямолінійності. Дріт вважають прямолінійним, якщо при вільному укладанні відрізка дроту на площину він утворює сегмент з основою 1 м і висотою не більше 90 мм - для дроту 3,0 і 4,0 мм і висотою не більше 60 мм - для дроту діаметром від 5,0 до 8 мм. На вимогу споживача висота сегмента має бути більше 30 мм.

Втрати напруги від релаксації у стабілізованому дроті при початковому навантаженні 0,7 від фактичного розривного зусилля не повинні перевищувати 2,5 % після 1000 год. витримки під напругою при нормальній температурі.

					Залізобетонна напірна труба ТН 120-1	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**РОЗРАХУВАТИ ДОВЖИНУ ЗАГОТОВКИ
ПОВЗДОВЖНІХ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНИХ
СТЕРЖНІВ**

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

					Залізобетонна напірна труба ТН 120-1	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Довжину напружуваних елементів при механічному напруженні визначають відповідно до розрахункової схеми (рис. 4.1).

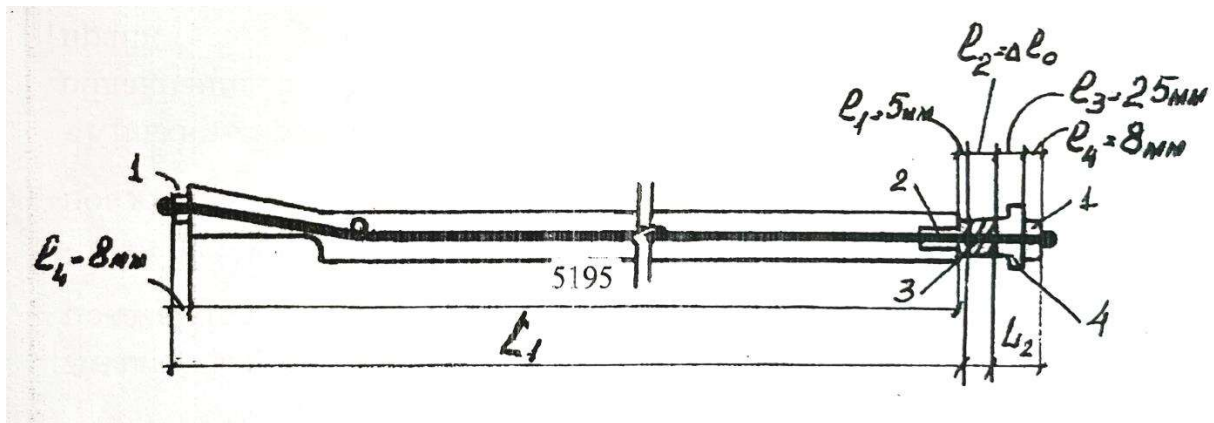


Рис. 4.1. Розрахункова схема для визначення довжини заготовки арматурного елемента при механічному натягуванні арматури на опори форми.

1 – втулка анкерна; 2 – втулка ущільнююча; 3 – втулка фіксуюча;
4 – втулка захватна.

Довжину стержнів при механічному напруженні на опори форм визначають за формулою:

$$L_{\text{заг}} = l_{\text{и}} + 2l_y + 2l_a + 4d + 5 \text{ мм},$$

де $l_{\text{и}}$ – довжина виробу; l_y – відстань від торця виробу до зовнішньої грані упору, мм; l_a – довжина затискного або анкерного пристрою, мм.

Згідно отриманого завдання приймаємо довжину виробу $l_{\text{и}} = 5775$ мм.

Довжину анкерного пристрою приймаємо згідно розрахункової схеми:

$$l_a = l_3 + l_4 + l_1 = 25 + 8 + 5 = 38 \text{ мм},$$

де l_3 – довжина захватної втулки; l_4 – довжина анкерної втулки.

Відстань від торця виробу до зовнішньої грані упору приймаємо $l_y = 257$ мм.

Тоді довжина заготовки повздовжніх попередньо напружених стержнів дорівнює:

$$L_{\text{заг}} = 5775 + 2 \cdot 257 + 2 \cdot 33 + 4 \cdot 6 + 5 = 6384 \text{ мм}.$$

Висновок: Виходячи з розрахунку, довжина заготовки повздовжніх попередньо напружених стержнів дорівнює 6384 мм.

									Арк.
									32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Залізобетонна напірна труба ТН 120-1				

**ВИЗНАЧИТИ ТРИВАЛІСТЬ ПРОЦЕСУ
АРМУВАННЯ ТРУБИ ТА МОЖЛИВИЙ СКЛАД
РОБІТНИКІВЗАЙНЯТИХ НА ЙОГО ВИКОНАННІ**

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

					Залізобетонна напірна труба ТН 120-1	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічний процес армування труби складається з ряду операцій, що виконують у певній послідовності.

1. В підготовлену напівформу встановлення спірального арматурного каркасу.
2. Встановлення другої половинки форми і з'єднання компенсаційними муфтами.
3. Встановлення торцевих центрувальних кілець.
4. Протягування через центрувальні кільця повздовжньої арматури.
5. Напружування стержневої арматури за допомогою тапірочного ключа.

Поопераційна трудомісткість виготовлення виробу

Таблиця 5.1.

№ п/п	Операції	Об'єм робіт	Об'єм робіт на один виріб	Норма на одиниці виміру			
				Професія, розряд	Кількість робітників, чол.	Трудомісткість, люд.хв.	Витрати праці на один виріб, люд.-хв
1	Встановлення арматурного каркасу у напівформу	1 каркас	1	Кран., 4 Форм., 4	1	3,9	3,9
2	Встановлення другої половинки форми і з'єднання їх	1 напівформа	1	Кран., 4 Форм., 4	1	4	4
3	Встановлення торцевих центрувальних кілець	2 кільця	2	Кран., 4 Форм., 4	1	3,5	7
4	Протягування через центрувальні кільця повздовжньої арматури	35 стержнів	35	Форм., 4	1	0,3	10,5

					<i>Залізобетонна напірна труба ТН 120-1</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5	Напруження стержневої повздовжньої арматури	35 стержнів	35	Форм., 4	1	17,8	17,08
---	---	-------------	----	----------	---	------	-------

Загальна трудомісткість виробництва одного виробу – 42,48 люд.-хв.

Мінімальна загальна кількість робітників:

$$\bar{P}_{\min} = \frac{\sum N_{ij}}{R} = \frac{42,48}{27} = 1,57 \approx 2 \text{ роб}$$

$$\bar{P}_{\phi 3} = \frac{\sum N_{\phi 4}}{R} = \frac{27,58}{27} \approx 1 \text{ роб}$$

$$\bar{P}_{к4} = \frac{\sum N_{к4}}{R} = \frac{14,9}{27} \approx 1 \text{ роб}$$

Професія	Розряд	Витрати праці, люд.-хв	Мінімальна кількість робітників
Формувальник	4	27,58	1
Крановщик	4	14,9	1

Сум. кількість робітників: $\bar{P} = 1 + 1 = 2$ робітників.

Висновок: Згідно розрахунків було визначено, що тривалість армування труби складає 42,48 хв., при кількості двох робітників, а саме: одного кранівника 4 розряду і одного формувальника 4 розряду.

					Залізобетонна напірна труба ТН 120-1	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Консультант _____ / _____ /

Здобувач _____ / _____ /

					<i>Залізобетонна напірна труба ТН 120-1</i>	<i>Арк.</i>
						37
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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. – 478 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. – 362 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 – 385.
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. – 37 с.
5. Гоц В.І. Виробництво залізобетонних конструкцій і виробів: підручник / В.І. Гоц, О.Ю. Бердник, В.П. Азутов, О.П. Константиновський ; – Київ : Основа, 2019. – 463 с.
- 6.Беляєва В. М. Труби та арматура: підручник / М.М.Яковенко; - К.:ХНАМГ, 2019. – 50с.
7. Назаренко І. І. Машини і обладнання технологічних процесів будівельної індустрії: підручник / Баранов Ю. О., Корнійчук Б. В., Коваль М. А. – К.: КНУБА, 2019. – 33 с.
7. ДСТУ Б В.2.7-75-98 Щебінь і гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови. БУДСТАНДАРТ Online - нормативні документи будівельної 28 Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. Залізобетонний екран огороження ЕЛ-1 галузі України. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage?id_doc=4674
9. ДСТУ Б В.2.6-2:2009 Конструкції будинків і споруд. Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови. БУДСТАНДАРТ Online - нормативні документи будівельної галузі України. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25938

					<i>Залізобетонна напірна труба ТН 120-1</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. ДСТУ Б В.2.7-43-96 Бетони важкі. Технічні умови. БУДСТАНДАРТ Online - нормативні документи будівельної галузі України. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage.html?id_doc=4044

11. ДСТУ Б В.2.5-48:2010 Труби залізобетонні напірні. БУДСТАНДАРТ Online - нормативні документи будівельної галузі України. URL: http://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL/DSTY4/dstu_b_v.2.5-48-2010.

12. ДСТУ Б В.2.6-168:2011 Арматурні та закладні вироби зварні, з'єднання зварні арматури та закладних виробів залізобетонних конструкцій. БУДСТАНДАРТ Online - нормативні документи будівельної галузі України. URL: http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSYU1/dstu_b_v.2.6-168-2011.

13. 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. – 386 с.

14. Армування напруженою арматурою [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL: <https://dl.kpt.sumdu.edu.ua/mod/book/view.php?id=27235&chapterid=10035>. – Назва з екрану.

					<i>Залізобетонна напірна труба ТН 120-1</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

