

Завдання

Вступ

Вимоги нормативних документів до залізобетонного виробу

Характеристика залізобетонного виробу

1. Обрати і обґрунтувати технічні засоби для процесу армування труби
2. Обґрунтувати вибір в'язучого і розрахувати склад бетонної суміші
3. Обґрунтувати вибір класів арматурного прокату для армування виробів напірної труби
4. Розробити функціональну транспортно-технологічну схему процесу виробництва труби
5. Визначити тривалість процесу формування та оптимальну кількість робітників, які зайняті в процесі

Перелік використаної літератури

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ.

Бетонні і залізобетонні труби виготовляють з важкого бетону і використовують для: прокладання підземних трубопроводів, що транспортують самопливом побутові рідини, підземні води і промислові рідини, що неагресивні до матеріалів трубопроводів; водопровідних мереж і мереж напірної каналізації.

Виробництво і використання бетонних і залізобетонних труб закордоном (Швеція, Франція, Голландія, Італія, Англія і інші) розвинуто дуже широко. Лідерами в виробництві труб є фірми Західної Європи і США.

Бетонні і залізобетонні труби мають певні переваги у порівнянні металевими (чавунними і сталевими):

- *Економія металу.* Використання залізобетонних труб дає більшу економію металу, особливо при використанні труб діаметром 500-1500 мм і більше.

Найбільша економія металу спостерігається при використанні залізобетонних напірних труб. В цих виробках спостерігається найбільший ефекту у порівнянні з будь-якими іншими попередньо-напруженими конструкціями, що замінюють відповідні металеві.

- *Зменшення капіталовкладень в будівництво підприємств.* Металургійна промисловість, що забезпечує прокат сталевих і лиття чавунних труб, вимагає для організації виробництва, починаючи від виробництва руди і закінчуючи випуском готової продукції, складного комплексу підприємств і вартісного обладнання.

У порівнянні з металургійним виробництвом організація виготовлення залізобетонних напірних труб значно простіша і дешевша. Перевагою виробництва залізобетонних труб є можливість дуже швидкої (протягом 3-6 місяців) і з мінімальними затратами організації виготовлення труб великих діаметрів на полігонах в районах спорудження трубопроводів.

- *Підвищення довговічності труб.* Сталеві труби схильні до дії агресивних ґрунтових вод і рідин, що протікають по трубопроводу. Термін служби сталевих трубопроводів не перевищує в середньому 25-35 років.

Залізобетонні труби значно довговічніші металевих – мало піддаються руйнуючій дії агресивних вод і блукаючих струмів. Практично при правильно вибраних матеріалах і конструкції залізобетонні труби можуть бути повністю захищені від корозії.

- *Пропускна здатність труб.* Під час експлуатації металевих водоводів відмічається швидке обростання внутрішньої поверхні труб мікроорганізмами і осадом. В результаті через декілька років експлуатації металевих водоводів шорсткість внутрішньої поверхні їх настільки збільшується, що призводить до втрати гідравлічного тиску до 20-25 %.

Залізобетонні напірні трубопроводи не мають цих недоліків. Внутрішня поверхня їх не кородує і не обростає осадом і мікроорганізмами, а шорсткість внутрішніх стінок при виготовленні труб може бути доведена (при

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідності і шліфуванням) до мінімальних значень. Водопроникна здатність таких труб з часом не зменшується.

Віброгідропресована труба – це напірна труба. Напірні труби – труби, що призначені для спорудження трубопроводів, по яким транспортують рідини під тиском. Основною галуззю їх використання є водопровідні мережі і мережі напірної каналізації.

Напірні труби, залежно від розрахункового внутрішнього тиску в трубопроводі, поділяють на групи і класи: низьконапірні – розраховані на внутрішній тиск 0,1 МПа (Н1) і 0,3 МПа (Н3); середньонапірні – розраховані на внутрішній тиск 0,5 МПа (Н5) і 1,0 МПа (Н10); високонапірні – розраховані на внутрішній тиск 1,5 МПа (Н15) і 2,0 МПа (Н20);

Напірні труби, що позначаються ТН це циліндричні раструбні труби з круглим отвором і стиковим з'єднанням, що ущільнюються за допомогою гумових кілець.

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимоги нормативних документів до залізобетонного виробу.

Труба ТН 80-II відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.5- 47:2010 та ДСТУ Б В.2.5- 48:2010. Це напірна раструбна труба, що виготовляється з важкого бетону і призначена для прокладання напірних трубопроводів, по яким передбачено транспортування рідини з температурою не більше 40⁰С і неагресивним ступенем дії на залізобетонні конструкції і ущільнюючі гумові кільця стикових з'єднань.

Труба ТН 80-II запроектована на розрахунковий внутрішній тиск в трубопроводі 1,0 МПа.

Труби повинні бути водонепроникні і витримувати внутрішній випробувальний тиск 1,2 МПа.

Труби повинні бути тріщиностійкими. При внутрішніх випробувальних гідростатичних тисках, наведених нижче, утворення тріщин в бетоні труб не допускається

Марка труби	Контрольний внутрішній гідростатичний тиск, МПа (кгс/см ²), при перевірці тріщиностійкості труби	
	приймально-здавальних випробуваннях (у віці бетону 2 доби)	при віці бетону на момент випробування 100 діб
ТН 80-II	1,81 (18,5)	1,77 (18)

Труба виготовляється з важкого бетону класу міцності на стиск – В40.

Значення нормованої передавальної міцності бетону труб на стиск (міцність бетону на момент передачі на нього зусилля обтискання від спіральної арматури) повинно становити – 31,4 (320) МПа (кг/см²).

Вимоги до матеріалів:

- цемент портландський за ДСТУ Б В.2.7-46;
- пісок за ДСТУ Б В.2.7-32;
- щебінь за ДСТУ Б В.2.7-75;
- вода;

При цьому крупний заповнювач необхідно використовувати фракцій: від 5 до 10 мм, від 5 до 15 мм, понад 10 до 20 мм.

Форма і розміри арматурних і закладних виробів (якщо вони є) повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.5- 48:2010.

Товщина захисного шару бетону труб повинна бути не менш 15 мм.

Значення дійсних параметрів шорсткості внутрішньої поверхні труби в межах її корисної довжини повинні становити:

- середньоарифметичне відхилення профілю (Ra) - $\leq 0,06$ мм;
- середній крок нерівності профілю (Sm) - ≥ 6 мм

					Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення дійсних відхилень геометричних параметрів труб не повинні перевищувати граничних:

Граничні відхилення	Значення, мм
- за внутрішнім діаметром труби d_t	± 4
- за товщиною стінки циліндричної частини труби t	± 4
- за зовнішнім діаметром втулкового кінця d_3 і буртика труби d_3	± 2
- за внутрішнім діаметром раструба труби d_t	± 2
- за довжиною каліброваної частини раструба труби a	+ 35; -5
- за шириною і висотою західної фаски раструбу труби	+7; -5

На поверхні труб недопускаються:

- тріщини на зовнішніх і внутрішніх поверхнях труб;
- напливи і сколи, а також раковини діаметром більш 3 мм і глибиною більш 2 мм на стикових поверхнях раструбу і втулкового кінця труб;
- раковин діаметром більш 10 мм і глибиною більш 2 мм на зовнішній поверхні, що залишається;
- напливи і сколи бетону ребер на торцевих поверхнях труб висотою (глибиною) більш 5 мм;
- сліди (риски) шириною і глибиною більш 1,5 мм на стиковій поверхні раструба від шліфувального інструменту;
- не більш трьох раковин на площі 0,01 м² (100x100 мм) на будь-якій ділянці стикової поверхні.

Раковини на трубах та зколи бетону ребер торцевих поверхонь, розміри яких не перевищують наведених вище, допускається усувати шляхом зароблення нетоксичними матеріалами, що охороняють арматуру труб від корозії і запобігають фільтрації води між ущільнюючими гумовим кільцем і бетонною поверхнею.

Труби не повинні мати відшарувань зовнішнього захисного шару бетону. Відшарування захисного шару бетону розмірами в кільцевому і поздовжньому напрямку труби, що не перевищують значення $0,4d$, допускається усувати з використанням матеріалів, що охороняють арматуру труб від корозії.

Кінці поздовжньої напруженої арматури труб не повинні виступати з бетону і повинні бути, разом з прилеглими ділянками поверхні бетону, покриті цементно-казеїною обмазкою товщиною 0,5-0,6 мм. Склад обмазки, за масою, - 1:0,05:0,4 (цемент, казеїновий клей, вода). Допускається використання обмазок і з інших нетоксичних матеріалів, що забезпечують корозійну і механічну стійкість покриття.

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристика залізобетонного виробу

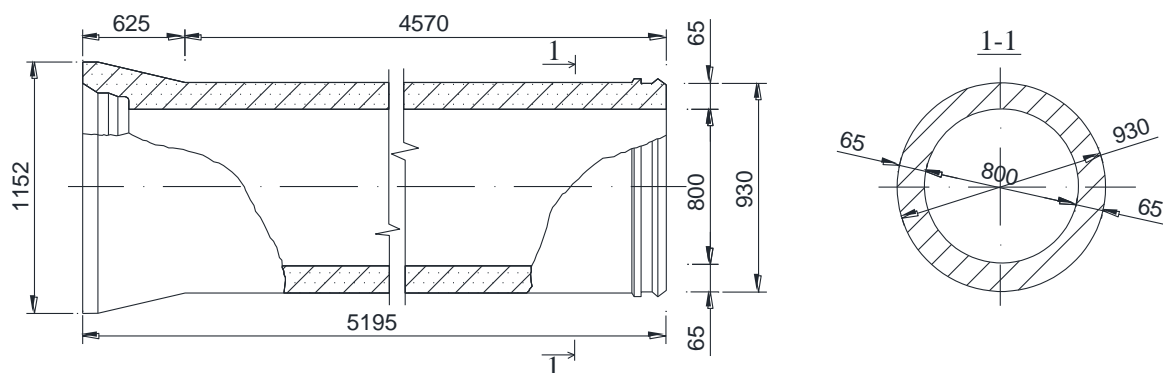


Рис. 1. Розріз по поздовжній осі труби

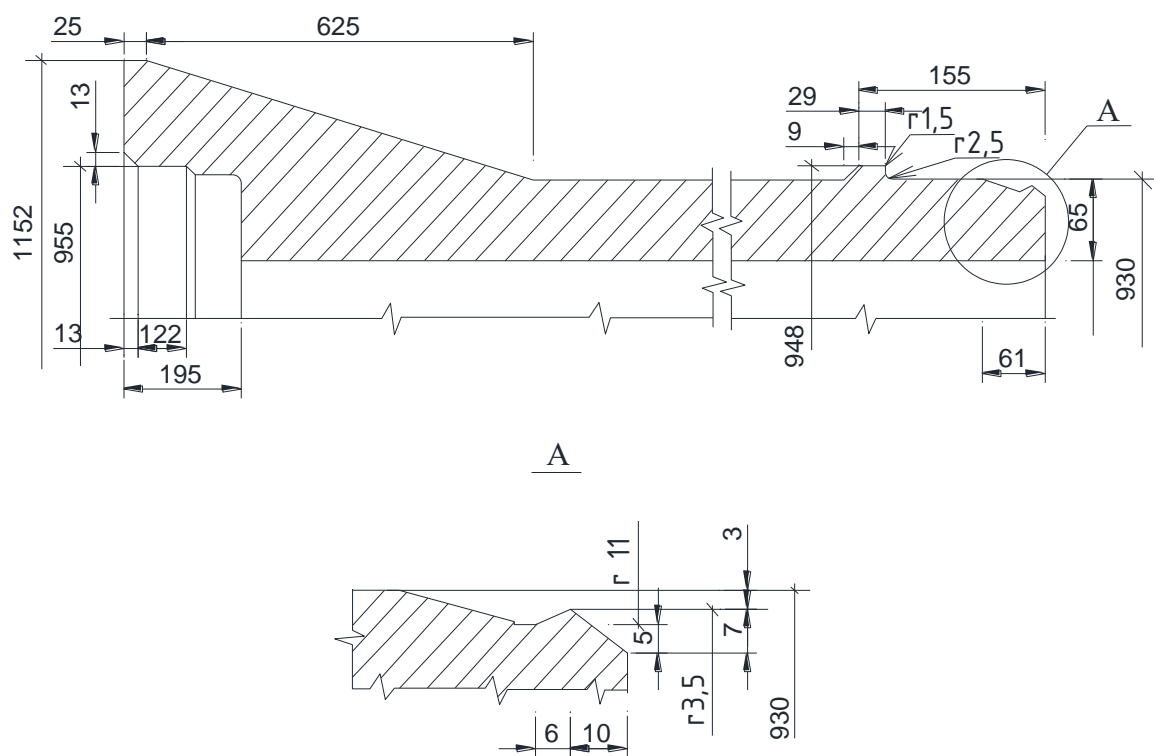
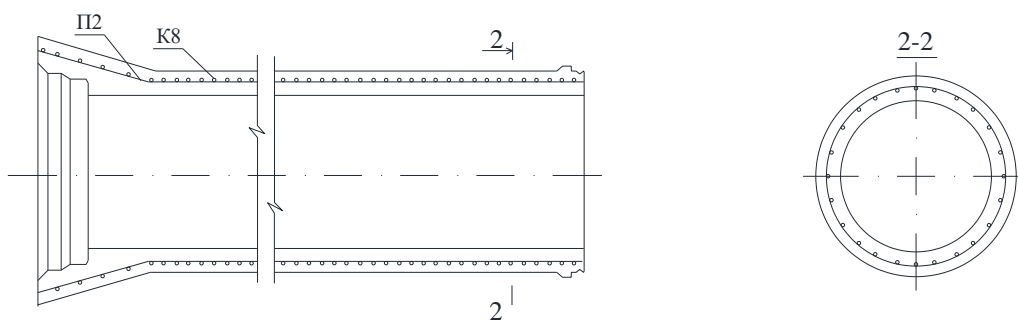


Рис. 2. Поздовжній розріз стінки

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розріз по поздовжній осі труби



Деталь армування стінки труби

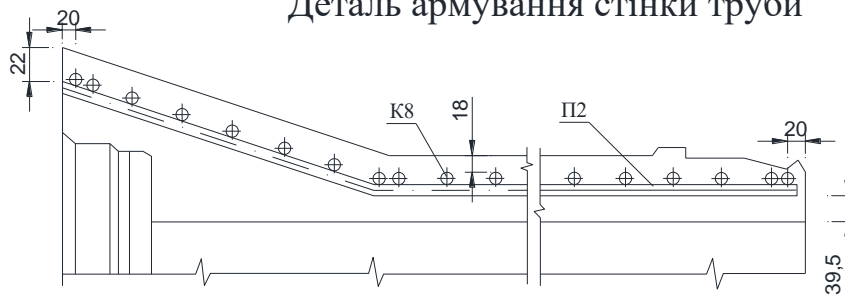


Рис.3. Армування труби

Характеристика напірної віброгідропресованої труби ТН 80-ІІ

Таблиця 1

№	Найменування параметру	Одиниці виміру	Значення параметру	примітка
1	Геометричні параметри:			Рис.1.
	- внутрішній діаметр труби d_i	мм	800	
	- товщина стінки циліндричної частини труби t	мм	65	
	- зовнішній діаметр втулкового кінця d_e	мм	930	
	- діаметр буртика труби d_3	мм	948	
	- внутрішній діаметр раструба труби d_2	мм	1152	
	- калібрована частини раструба труби a	мм	122	
	- ширина буртика b_2	мм	24	
	- довжина труби, l_1	мм	5195	
- довжина раструбною частини l_2	мм	625		
2	Вид бетону	важкий		
3	Марка або клас бетону	В	В40	
4	Об'єм бетону	м ³	0,99	
5	Маса ненапружених арматурних виробів	кг	76,6	Табл.1.2., 1.3
6	Маса напружених арматурних виробів	кг	16,0	
7	Маса виробу	т	2,48	

					Арк.
<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Специфікація арматурних виробів

Таблиця 2.

Марка арматурного виробу	Найменування арматурного виробу	Кількість, шт
К8	каркас	1
П2	Поздовжня арматура (напружувана)	20

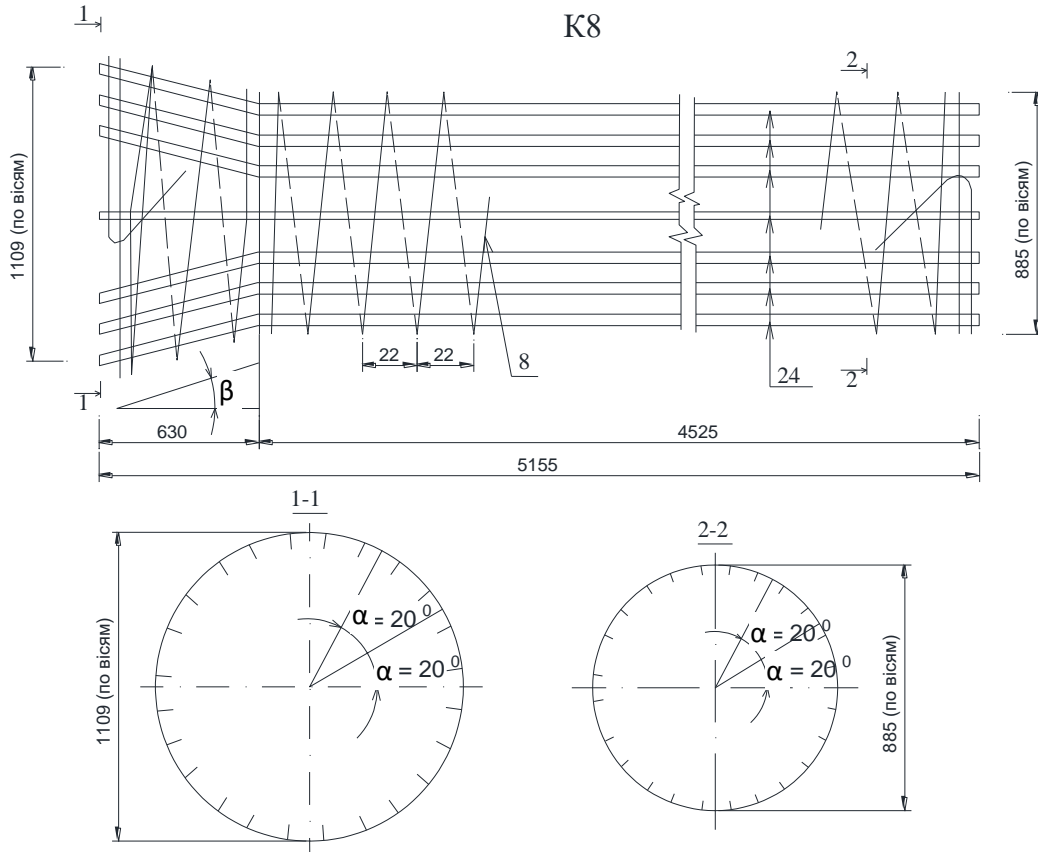


Рис. 4. Просторовий об'ємний каркас К8

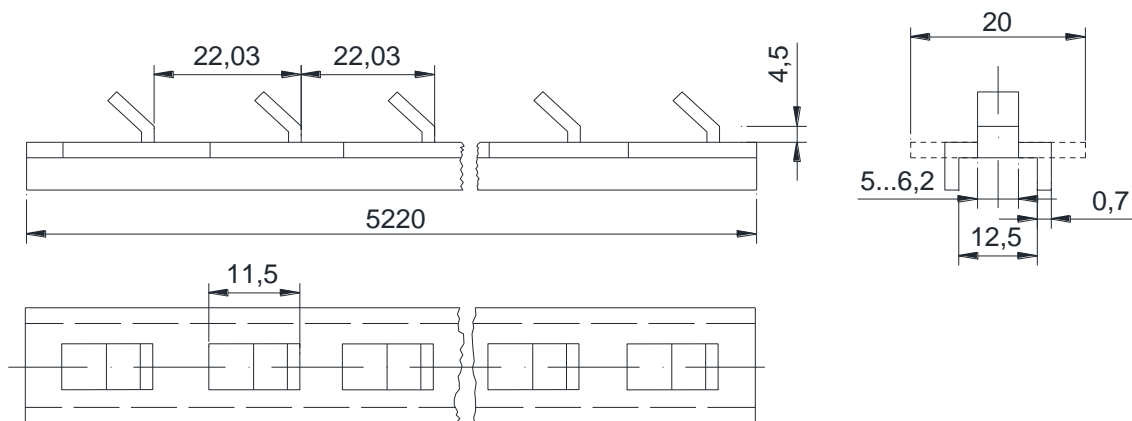


Рис. 5. Розділювальна полоса (позиція 24)

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Специфікація арматури

Таблиця 3

№	Марка арматурного виробу	Позиція	Діаметр і клас	Кількість	Вибірка арматури				Загальна маса виробу, кг
					довжина		маса, кг		
					елементу, мм	на виріб, м	елементу	на виріб	
1	П2	-	5ВрII	1	5205	5,205	0,8	0,8	0,8
2	К8	8	4ВII	1	676400	676,4	66,3	66,3	76,6
		24	20x0,7	18	5220	93,96	0,578	10,4	

Поздовжня (напружувана) арматура П2 повинна відрізатись відрізками, на яких після встановлення втулок висаджують головки. В специфікації на один арматурний виріб наведена довжина арматури в тілі бетону труби. Напружувана поздовжня арматура повинна розміщуватись рівномірно по колу.

Спіральна арматура арматурних каркасів повинна бути безперервною на всю довжину. Два витка спіральної арматури з обох кінців каркасу і в місці переходу циліндричної частини в конічну повинні розміщуватись впритул один до одного і зв'язуватись в'язальним дротом в 3-4 місцях, а кінці арматури довжиною 400 мм - 500 мм повинні бути відігнуті під кутом 130 ° - 150 ° і прикріплені до витків каркаса в'язальним дротом в 4-5 місцях. Допускається замість зв'язування крайніх витків та відгину кінців арматури виконувати кріплення цих витків затискачами, у чотирьох місцях у кожного кінця каркасу.

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Обрати і обґрунтувати технічні засоби для процесу армування труби

Процес армування віброгідропресованих труб складається з: встановлення спірального каркасу в форму; протягування і фіксація на формі напружуваних стержнів; напружування поздовжніх стержнів; розтягування спіральної арматури.

Спіральний каркас вводять в форму з боку раструба. Далі кінці поздовжньої арматури вводять в отвори нижнього анкерного кільця, при цьому надягнуті на поздовжні стержні запобіжні пробки вставляють в відповідні отвори нижнього анкерного кільця. Протилежні кінці поздовжньої арматури стягують разом в'язальним дротом в головку з заглишеним дном сферичної форми, для запобігання попадання окремих стержнів між витками спіральної арматури. Стержні протягують до втулкового кінця форми, де поздовжню арматуру укладають в пази верхнього анкерного кільця починаючи з верхнього стержня. Кінці поздовжньої арматури заводять в пази верхнього анкерного кільця.

У втулкового кінця труби спіральний каркас прив'язують в 6-8 місцях до стержнів поздовжньої арматури в'язальним дротом для запобігання його від сповзання до раструбу при укладанні бетонної суміші.

Стержні поздовжньої арматури натягують гідродомкратом, натягування починають з верхнього стержня так, щоб каркас був центрований відносно стінок форми. Це досягається почерговим натягуванням діаметрально протилежних дротин. Подовження кожного стержня фіксується розрізними втулками.

Після натягу поздовжньої арматури перевіряють відстань між спіральною арматурою і внутрішньою поверхньою форми в шести місцях в двох діаметрально протилежних перерізах.

При напружуванні стержнів поздовжньої арматури бувають обриви стержнів дроту. В таких випадках допускається без заміни обрив двох стержнів для труб діаметром 1000-1600 мм. При обриві більшої кількості стержнів необхідно скинути напруження на всіх стержнях, замінити обірвані стержні і заново натягувати дріт.

Розтягування спіральної арматури здійснюється під час гідропресування. Величина напруження в спіральній арматурі характеризується шириною щілини, яка утворюється при розсуненні зовнішньої форми і може бути підрахована за наступною формулою (1):

$$\Delta = K \frac{\sigma_a \cdot \pi \cdot D_B}{E_a}; \quad (1)$$

де K – сумарне розсунення зовнішніх частин форми, мм; коефіцієнт, що дорівнює частці від поділу напружень в арматурі, підрахованих після розсунення частин форми (без врахування явища прорізування арматурою бетону), на напруження визначені дослідним шляхом (наприклад, за результатами випробувань труб внутрішнім гідравлічним тиском до появи в стінках труб першої тріщини). Коефіцієнт K необхідно встановлювати для

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кожного діаметру і класу труб на кожному підприємстві; σ_a – напруження спіральної арматури без врахування втрат (нормативний опір дроту), МПа; E_a – нормативний модуль пружності сталі, МПа; D_b – діаметр вітка спіралі, см.

Для натягу поздовжніх напружуваних елементів використовуємо гідродомкрат СМЖ-86Б, що використовують для поштучного натягу дротин діаметром 5 мм.

Технічна характеристика гідродократу наведена в табл. 1.1

Технічна характеристика гідродократу домкрату СМЖ-86Б для натягу арматури

Таблиця 1.1

Показник	Значення
Максимальне зусилля натягу, кН	25
Робочий хід поршня, мм	80
Діаметр арматурних елементів, що напружуються, мм	5
Кількість стержнів (дротин), що одночасно напружують	1
Встановлена потужність, кВт	2,2
Габарити, мм:	
- довжина	2200
- ширина	620
- висота	2700
Маса, кг	210

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Обґрунтувати вибір в'язучого і розрахувати склад бетонної суміші

Вибір виду в'язучого виконують залежно від умов експлуатації виробів, згідно даних табл.А.1 ДСТУ Б В.2.7-281:2011 «Цементи. Класифікація».

Так для напірних труб використовуємо портландцемент. Його основне призначення – для бетонних, залізобетонних збірних і монолітних конструкцій; при цьому допускається його застосовувати для бетонів зі спеціальними властивостями за умови додаткової перевірки спеціальних властивостей цементу.

Портландцемент повинен виготовлятися на основі клінкеру нормованого складу з вмістом трикальцієвого алюмінату (C_3A) не більше 8% за масою. Початок тужавлення не повинен наставати раніше 2 годин 15 хв, а кінець – не пізніше 10 годин від початку зачинення водою.

Марку цементу підбирають в залежності від проектного класу бетону згідно таблиці:

Клас (марка) бетону з міцності на стиск	B7,5 (M100)	B12,5 (M150)	B15 (M200)	B20 (M250)	B22,5 (M300)	B25 (M350)	B30 (M400)	B35 (M500)	B37,5 (M500)	B45 (M600)
Рекомендована	300	400	400	400	400	400	500	500	600	600
	400	400	400	400	500	–	–	–	–	–
припустима	–	300	300, 500	300, 500	500	500	550, 600	550, 600	550	550
	300	300, 500	300, 500	500	400, 550	–	–	–	–	–

Примітки.

1. В чисельнику наведені марки цементу для важкого бетону, що рекомендуються і допускаються, в знаменнику - для легкого конструкційного бетону.

2. Високоміцні бетони класу B45 (M600) і вище належить виготовляти на цементах марок 550 і 600 з використанням суперпластифікаторів або ефективних пластифікаторів.

Так, для бетону класу B40 використовуємо цемент марки M500. Використовуємо цемент – ПЦ І 500.

Характеристика сировинних матеріалів для виготовлення бетонної суміші наведена в табл. 2.1.

Розрахунок складу бетонної суміші.

Розрахунок складу бетонної суміші виконуємо у відповідності з вимогами ДСТУ Б.2.7-215:2009 «Будівельні матеріали. Бетони. Правила підбору складу»

1. Легкоукладальність бетонної суміші становить P1.
2. З врахуванням виду заповнювача (щебінь) і його максимального розміру (20 мм) визначаємо орієнтовну витрату води на 1 м³ бетонної суміші 190 л.

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Визначаємо водо-цементне співвідношення в залежності від класу бетону і активності в'язучого:

$$R_{\text{б}} \leq 1,2 \cdot R_{\text{ц}}; 500 \leq 1,2 \cdot 500 = 600,$$

де $R_{\text{ц}}$ - активність в'язучого; $R_{\text{б}}$ - проектна міцність бетону;

Тоді

$$\frac{B}{\text{Ц}} = \frac{A \cdot R_{\text{ц}}}{R_{\text{б}} + A \cdot 0,5 \cdot R_{\text{ц}}} = \frac{0,6 \cdot 500}{500 + 0,5 \cdot 0,6 \cdot 500} = 0,46$$

A - коефіцієнт, що залежить від якості вихідних матеріалів, приймаємо $A = 0,6$. При виробництві віброгідропресованих труб для отримання необхідних характеристик бетону $B/\text{Ц}$ знаходиться в межах 0,3-0,35.

Отже приймаємо $B/\text{Ц} = 0,35$

4. 4. Витрата цементу на 1 куб бетону :

$$\text{Ц} = \frac{B}{B/\text{Ц}} = \frac{190}{0,35} = 542,8 \text{ кг (кг)}$$

5. Витрата крупного заповнювач (щебеню) в кг на 1 м^3 бетону визначається з умови, що сума абсолютних об'ємів всіх компонентів бетону дорівнює 1000л:

$$\text{Щ} = \frac{1000}{\frac{1}{\rho_{\text{н.щ}}} + V_{\text{пуст}} \frac{\alpha}{\rho_{\text{н}}}} = \frac{1000}{\frac{1}{2,65} + 0,415 \frac{1,48}{1,55}} = 1292,6 \text{ кг}$$

$\rho_{\text{к}}^{\Gamma}$ – об'ємна густина щебню; $2,65 \text{ кг/м}^3$; $\rho_{\text{н}}^{\Gamma}$ – об'ємна насипна густина щебню; $1,55 \text{ кг/м}^3$, $V_{\text{пуст}}$ – пустотність щебню; $41,5 \%$, α – коефіцієнт розсунення зерен; $1,48$.

6. Витрати піску на 1 м^3 бетонної суміші, з врахуванням втягнутого повітря (орієнтовно 55 л):

$$\text{П} = [1000 - (\frac{\text{Ц}}{\rho_{\text{ц}}} + B + \frac{\text{Щ}}{\rho_{\text{г}}})] \cdot \rho_{\text{п}} = [1000 - (\frac{542,8}{3,0} + 190 + \frac{1292,6}{2,65})] \cdot 2,6 = 367,4 \text{ кг}$$

7. Перерахунок номінального складу бетону на виробничий з урахуванням вологості крупного і дрібного заповнювачів та вмісту води у робочих розчинах хімічних добавок:

$$\text{Ц}_{\text{р}} = \text{Ц} = 542,8 \text{ кг}$$

$$\text{П}_{\text{р}} = \text{П} + \frac{\text{П} \cdot W_{\text{п}}}{100} = 367,4 + \frac{367,4 \times 3}{100} = 378,4 \text{ кг}$$

$$\text{Щ}_{\text{р}} = \text{Щ} + \frac{\text{Щ} \cdot W_{\text{г}}}{100} = 1292,6 + \frac{1292,6 \times 1}{100} = 1305,6 \text{ кг}$$

$$B_{\text{р}} = B - [(\frac{\text{П} \cdot W_{\text{п}}}{100} + \frac{\text{Щ} \cdot W_{\text{г}}}{100})] - B_{\text{д}} = 190 - (\frac{367,4 \times 3}{100} + \frac{1292,6 \times 1}{100}) = 166 \text{ л}$$

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Склад бетонної суміші

Компонент	Одиниці виміру	Витрата матеріалу на 1 м ³ бетонної суміші
Цемент	кг	542,8
Пісок	кг	378,4
Щебінь	кг	1305,6
Вода	л	166

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Обґрунтувати вибір класів арматурного прокату для армування виробів напірної труби

Віброгідропресовані попередньо-напружені залізобетонні труби є об'ємно-напруженими конструкціями, які мають поперечне обтискання стінок труби по всій висоті з захисним шаром включно. Об'ємний напружений стан труби забезпечується попередньо-напруженою поздовжньою і спіральною арматурою.

Згідно ДБН В.2.6-98:2009 (Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення) для попередньо-напружуваних конструкцій слід використовувати стрижні та канати класів А600, А600С, А600К, А800, А800К, А800СК, А1000, К-7 та дріт класів В та Вр.

Згідно завдання попередньо-напружена поздовжня арматура має діаметр 5 мм; а спіральна арматура – 4 мм.

З врахуванням сортаменту арматурного прокату напружувана арматура віброгідропресованих труб виготовляється з високоміцного дроту

Згідно ДСТУ Б В.2.5-48:2010 попередньо-напружена поздовжня арматура виготовляється з високоміцного дроту Вр-II діаметром 5 мм, спіральна арматура – VII діаметром 4 мм.

Характеристика арматурного прокату наведена в табл. 3.1.

Поздовжні попередньо-напружувані стержні (кількість яких залежить від діаметру труби забезпечують не тільки обтискання кільцевого перерізу, але й центрують спіральний каркас відносно стінок форми, чим і пояснюється їх значна кількість.

Спіральне армування (спеціальний спіральний арматурний каркас), виконаний з високоміцного дроту, що укладений безперервними вітками з кроком 14-20 мм. Діаметр дроту і крок витків залежать від величини внутрішнього напору рідини в трубопроводі і від зовнішніх навантажень. Незмінність кроку витків спіральної арматури, а також точність розмірів і просторову жорсткість каркасу забезпечують розподільчі полоси. Крайні витки втулкової і раструбної частини каркасу скріплюють сталевими пластинками, які запобігають проковзуванню в бетоні початкових витків каркасу при пресуванні. В зоні переходу від раструбної частини каркасу до циліндричної укладають додатковий виток, який приймає участь в сприйнятті радіально направлених зусиль, а також сприяє збереженню точного розміру товщини захисного шару в цьому перерізі труби.

Процес виготовлення поздовжньої арматури складається з різання дроту на стержні мірної довжини, а також з укомплектування їх анкерними, захватними і ущільнюючими втулками з утримуючими пластинками та холодним висадження на кінцях стержнів анкерних головок (рис. 3.1).

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

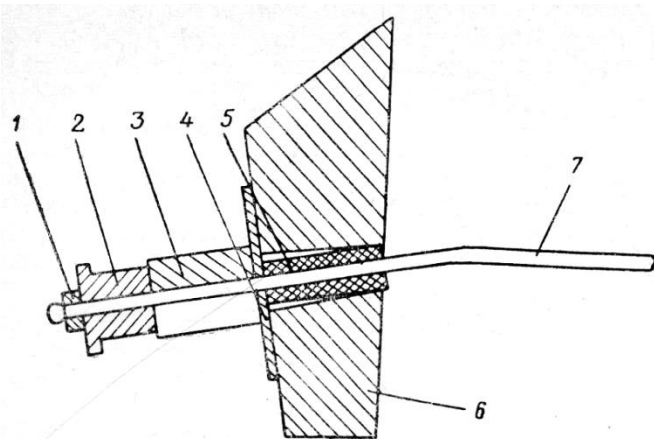


Рис. 3.1. Укомплектований стержень поздовжньої арматури

1 – анкерна втулка; 2 – захватна втулка; 3 – фіксуєча втулка; 4 – утримуюча пластина; 5 – ущільнююча пробка; 6 – нижнє анкерне кільце; 7 – стержень з дроту

Одночасно з заготовленням стержнів поздовжньої арматури виготовляють спіральний каркас. Виготовлення спірального каркасу здійснюють на навивочних станках (рис. 3.2), де в якості шаблона, для утворення каркасу, використовують змінний ротор, геометричні розміри і конфігурація якого забезпечує отримання каркасу, що відповідає вимогам креслення труби. На роторі шарнірно укріплені направляючі, на які надягають розподільчі полоси. Розподільчі (розділювальні) полоси (рис. 5), що виготовляють з сталеві смуги товщиною 0,5 і 0,7 мм, являють собою швелер, в стінці якого пробиті язички (гачки). Ротор переміщується вздовж стінки каретки, механізми якої забезпечують подавання дроту і закачування його в язички. Швидкість обертання ротору 28-86 м/хв.

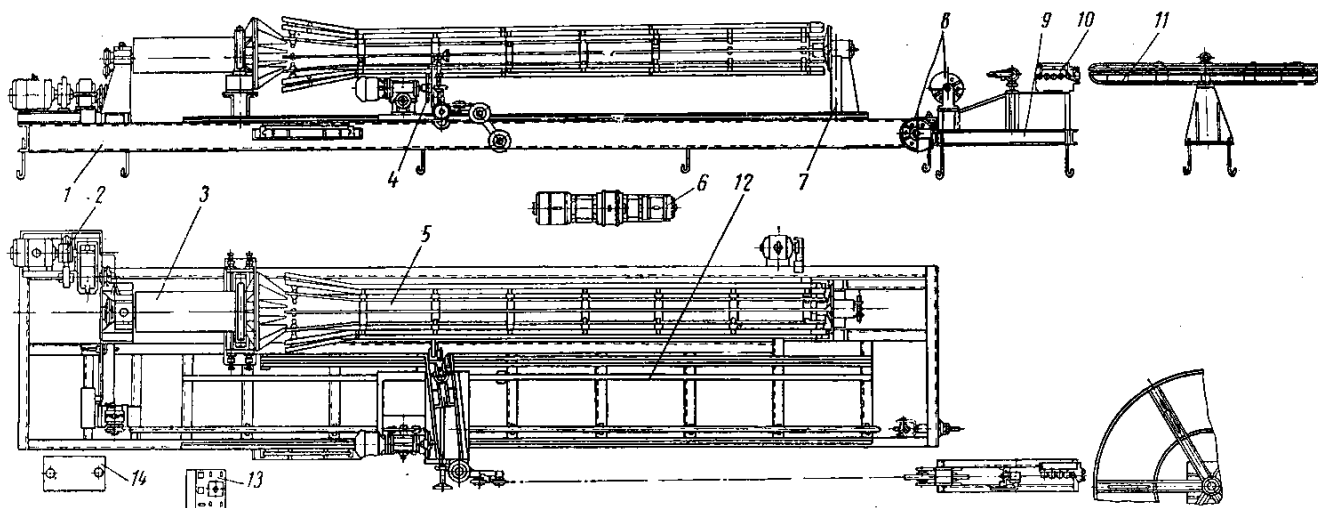


Рис. 3.2. Станок для виготовлення арматурних каркасів:

1 – зварна рама; 2 – привід; 3 – шпиндель; 4 – супорт; 5 – змінні ролики; 6 – мотор-генератор; 7 – задня бабка; 8 – відхиляючі блоки; 9 – механізм подавання дроту; 10 – гальмівні ролики; 12 – направляючі супорта; 13 – пульт керування; 14 – електроапаратна шафа

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Розробити функціональну транспортно-технологічну схему процесу виробництва труби

Опис технології виробництва. Процес віброгідропресування, який був запропонований ще в 1933 році французьким інженером Е. Фрейссіне, складається з двох етапів. На першому етапі укладають та ущільнюють бетонну суміш під дією вібрації. Протягом другого етапу додатково ущільнюють суміш пресуванням, шляхом передачі гідравлічного тиску на бетон з боку осердя форми. Гідропресування здійснюють шляхом подачі в порожнину між суцільним та перфорованим циліндрами внутрішньої форми гарячої води під тиском. Вода розтягує гумовий чохол і таким чином створює пресуючий тиск на бетонну суміш, відбувається видалення з бетонної суміші 12-15 % води. Наступна теплова обробка відбувається при постійному пресуючому тиску протягом 5-13 годин.

Однією з особливостей процесу віброгідропресування є форма (рис. 4.1), яка складається з зовнішньої та внутрішньої частин.

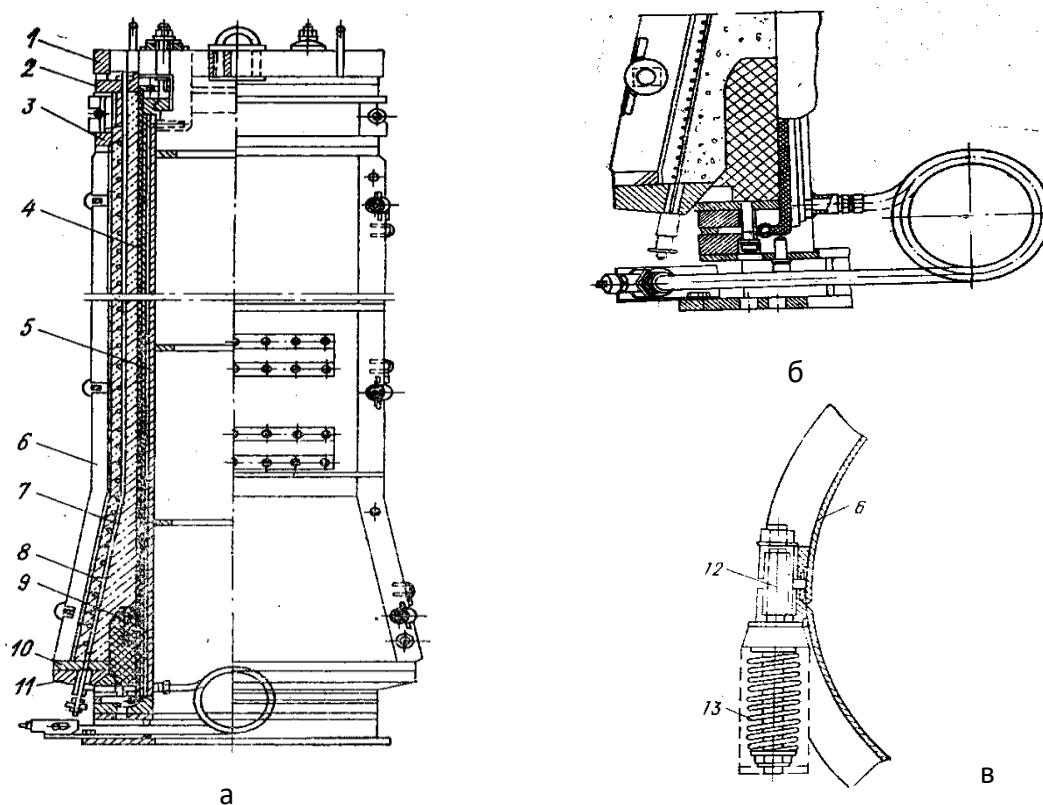


Рис. 4.1. Форма для виготовлення віброгідропресованих труб:

а – загальний вигляд форми; б – система приєднання форми до подавання гарячої води; в – деталь з'єднання форми

1 – ущільнююче 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 – ущільнююча втулка; 12 – з'єднувальний шов; 13 – пружина

					Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зовнішня частина (кожух), в залежності від діаметру труб, що виготовляють, складається з двох або чотирьох елементів з'єднаних болтами з пружинними компенсаторами, що допускає деяке розсування форми під час пресування, та укомплектована нижнім та верхнім анкерними кільцями призначеними для закріплення в них кінців поздовжньої арматури. На кінці циліндричної частини кожуха перед верхнім анкерним кільцем встановлено калібруюче кільце, що призначене для утворення втулкової частини труби. В комплект зовнішньої форми входять також центруюче і ущільнююче кільця, які забезпечують центральне розташування осердя під час укладання в форму бетонної суміші, а також герметичність форми під час пресування бетонну труби. Внутрішня частина (осердя) – це два пустотілих металевих циліндри, які розташовані концентрично один в одному, з зазором в 6 мм. Зовнішній циліндр осердя має перфорацію по всій поверхні. На осердя надягають гумовий чохол, а на нього гумовий разтрубоутворювач.

Технологічний процес (рис. 4.2) виготовлення віброгідропресованих труб складається з ряду операцій: арматурні роботи, збирання форми і підготовка її до укладання бетонної суміші, віброформування, пресування і теплова обробка, розпалублення, обробка, калібрування внутрішнього діаметру раструбу, випробування гідравлічним тиском, вивезення труб на склад готової продукції.

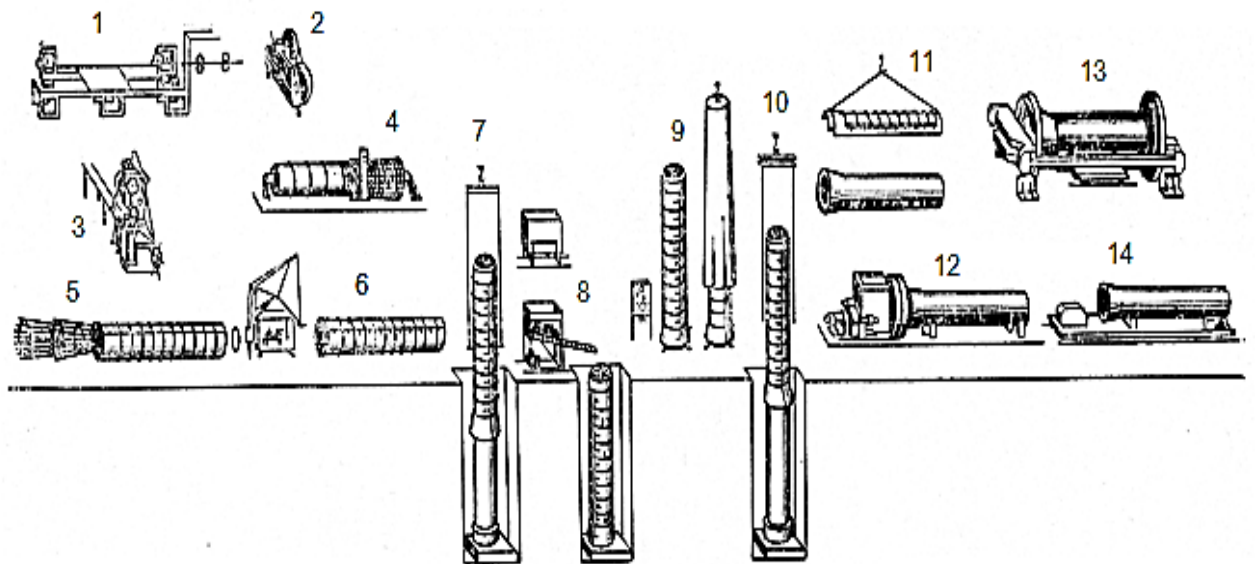


Рис. 4.2. Схема виробництва залізобетонних труб методом віброгідропресування:

1 – різання високоміцного дроту; 2 – висадження головок на поздовжній арматурі; 3 – виготовлення штапованих полос; 4 – виготовлення спіральних каркасів; 5 – установка в форму спірального каркасу і напружених дротин; 6 – натяг поздовжньої арматури; 7 – комплектування (збирання) форми; 8 – укладання і ущільнення бетонної суміші; 9 – гідропресування і теплова обробка виробів; 10 – розбирання (розкомплектування) форми; 11 – розпалублення труби; 12 – шліфування раструбу виробу; 13 – випробування труб внутрішнім гідравлічним тиском; 14 – вивезення труб з цеху самохідним візком

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Внутрішню поверхню зовнішньої форми, що складається з двох або чотирьох частин, а також робочі поверхні колібруючого і анкерних кілець повністю відчищають від залишків мастила і бетону та змащують. Потім верхню півформу, за допомогою крану, опускають на нижню, яка знаходиться в горизонтальному положенні. Частини зовнішньої форми з'єднують болтами з пружинними компенсаторами. Болти затягують рівномірно пневмоключем. На поздовжні шви форми, строго по центру, приклеюють клейку стрічку, так щоб вона щільно прилягала до стінок форми.

Для забезпечення заданих розмірів втулкового кінця труби до циліндричного торця зовнішньої форми прикріплюють однорознімне калібруюче кільце. Внутрішню поверхню кільця змащують емульсійним мастилом, потім колібруюче кільце, за допомогою мостового крану, встановлюють на спеціальні фіксатори, приварені до торців циліндричної частини зовнішньої форми і металевими пальцями та пружними затискачами прикріплюють до форми. На цьому ж кінці форми встановлюють верхнє анкерне кільце і прикріплюють його пружними затискачами до колібруючого кільця.

Вводять в форму спіральний каркас, протягують поздовжні напружені стержні, здійснюють натяг стержнів поздовжньої арматури гідродомкратом. Натяг здійснюють з почерговим натягуванням діаметрально протилежних дротин, починаючи з верхнього стержня.

Після контролю армування форму кантують в вертикальне положення і перемішують в пряминок для комплектування.

Одночасно з підготовкою зовнішньої форми до формування готують і осердя. Для цього сталеві і гумові деталі осердя очищують від залишків мастила і бетону. Перевіряють зовнішнім оглядом цілісність гуми чохла і раструбоутворювача. Втулковий кінець гумового чохла оклеюють клейкою стрічкою, щоб запобігти ушкодженню гуми під час укладання бетонної суміші в форму. Гумовий чохол перед формуванням змащують мильною емульсією (вода : мило – 1 : 5, за вагою).

Після підготовки осердя до формування комплектують форму, тобто зовнішню форму одягають на осердя. Зібрану форму мостовим краном транспортують на пост формування труб, який заглиблено приблизно на висоту форми, а зверху закривається кришкою. На посту формування труб в зазор між осердям і зовнішньою формою вставляють центруюче кільце або центруючі фіксатори. Далі на форму встановлюють завантажувальний конус з вібратором та прикріплюють його до зовнішньої форми. Для запобігання розкриття форми під час укладання бетонної суміші на форму встановлюють струбцини.

Для ущільнення бетонної суміші використовують: навісні пневматичні вібратори, в основному, для труб діаметром до 700 мм; для труб більших

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

діаметрів – віброплощадки з багатокомпонентними коливаннями вантажністю 25-27 т. Використання віброплощадок з багатокомпонентними коливаннями знижує рівень шуму на посту формування і тривалість укладання бетонної суміші.

Бетонна суміш укладається в форму (рис. 4.3) шнековим бетоноукладачем, кінцеву частину якого центрують над вершиною завантажувального конусу, при цьому відстань від вершини конусу до шнеку не повинно перевищувати 300 мм.

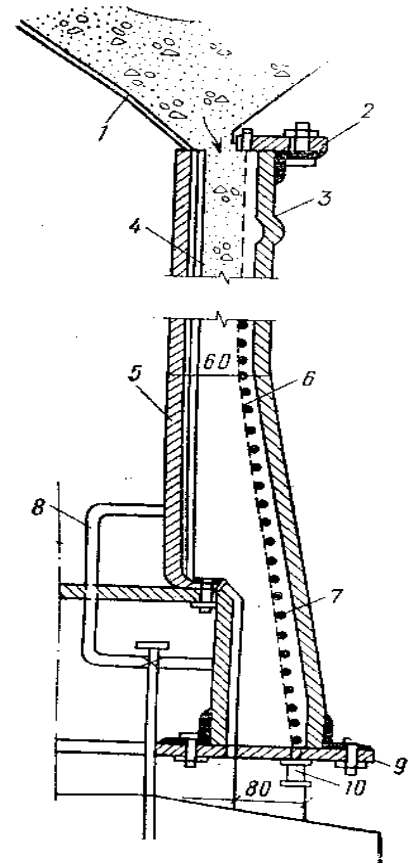


Рис. 4.3. Схема формування віброгідропресованої труби:

1 – віброзавантажувальний конус; 2 – упорне кільце; 3 – зовнішня форма; 4 – гумовий чохол; 5 – внутрішня форма; 6 – поздовжня арматура; 7 – спіральна арматура; 8 – трубопровід для подавання гарячої води; 9 – нижнє упорне кільце; 10 – стопорна муфта

Перед укладанням бетонної суміші вмикають пневмовібратор завантажувального конусу, а також вібратори встановлені на формі або віброплощадку.

Для виготовлення напірних віброгідропресованих труб звичайно використовують бетонну суміш жорсткістю 25-30 с (осадка конуса 1-3 см), водо-цементне відношення – 0,3-0,35.

Тривалість формування труби залежить від діаметра і становить 30-65 хв., при цьому надходження бетонної суміші на конус повинно бути безперервним.

Для скорочення тривалості формування до складу суміші додають суперпластифікатори (наприклад С-3), які збільшують рухливість суміші до

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20-25 см і в 3-4 рази скорочують тривалість формування без зниження водонепроникності та міцності бетону.

По закінченню укладання бетонної суміші з форми знімають завантажувальний віброконус, центруючи кільце, струбцини і вібратори, якщо вони застосовувались, очищують її зовнішню поверхню від залишків бетону. Встановлюють ущільнююче кільце, яке закриває верхній торець труби. Форму знімають з поста формування мостовим краном, переміщують і встановлюють на пост гідропресування і теплової обробки, де форму закріплюють. При закріпленні форми осердя приєднують до системи низького та високого водного тиску. Далі закривають отвори в осерді, через які випускають повітря із-під гумового чохла. Піднімання пресувального тиску здійснюють рівномірно протягом 30 хв., гаряча вода має температуру 60-65 °С, тиск – 1,8-3,5 МПа. Під час піднімання тиску необхідно спостерігати за розсуненням частин зовнішньої форми. Під час гідропресування спіральна арматура розтягується.

Після досягнення заданого тиску опресування проводять двосторонню або односторонню теплову обробку труб, пускають пар під брезентовий чохол і у внутрішню порожнину осердя або тільки у внутрішню порожнину осердя. На деяких підприємствах застосовують форми в яких в зовнішній частині влаштовані парові порожнини і відповідно подачу пару здійснюють в ці порожнини і в внутрішню порожнину осердя. Температура пароповітряного середовища повинна досягнути 90-95 °С через 1 годину після подавання пари на пост. Тривалість теплової обробки, рахуючи з моменту пуску пару до закінчення, залежить від діаметру труби і виду обробки. Так при двосторонньому прогріванні тривалість складає 5-10 год, при односторонній обробці – 7-13 год.

По закінченню теплової обробки форму знімають з поста гідропресування, транспортують впрямок комплектування і підключають до вакуумної установки, створюючи розрідження в підчехольному просторі. Потім знімають краном ущільнююче кільце, а потім зовнішню форму з трубою і осердям переміщують на пост розпалублення труб.

Зовнішню форму з трубою знімають з осердя не пізніше ніж через годину після зниження тиску під гумовим чохлам і кантують в горизонтальне положення.

Розбирання зовнішньої форми включає в себе зрізання головок поздовжньої арматури у раструбного кінця труби, зняття і очищення нижнього анкерного кільця. Гайковертом відкручують гайки пружинних болтів і знімають верхню напівформу. Якщо форма складається з чотирьох частин, то при розбиранні зовнішньої форми площина розйому сегментів повертається на 90 ° після кожної розпалубки. Далі зрізають анкерні головки у втулкового кінця труби і знімають верхні анкерне і калібруючі кільця.

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Трубу мостовим краном і траверсою вилучають з півформи і переміщують на ділянку обробки, калібрування і випробування труб. Обробка труб складається з обрізання кінців поздовжньої арматури, що виступають з обох торців труби; випалювання кінців поздовжньої арматури на глибину 10 мм і заповнення заглиблень цементно-піщаним розчином; ремонту захисного шару в випадку його відшарування; відновлення упорного буртика в випадку його пошкодження і т.д. Далі труби направляють на пост калібрування раструба обладнаний спеціальною машиною. Калібрування раструба проводять для доведення геометричних розмірів внутрішнього діаметра раструба до нормованих стандартами і робочими кресленнями, що сприяє надійному ущільненню стиків труб за допомогою гумових кілець. Раструб труби калібрують, тобто доводять шліфуванням з точністю до 4 мм.

Після калібрування, що виконується на третю добу після виготовлення труби, її випробовують на водонепроникливість внутрішнім гідравлічним тиском. Випробування виконують на установках, заглушки яких імітують раструбну і втулкову частини труби. Тиск води з середини повинен бути на 10 % більший ніж робочий тиск на який розрахована труба. При цьому тиску витримують трубу протягом 10 хв., якщо на поверхні виробу не з'явилося підтоків, мокрих плям і течій, то труба пройшла випробування. Якщо труба гідровипробування не витримала вона подається на пост просочування натрієвим склом (рідким склом).

Труби, що пройшли випробування в літній час вивозять на склад готової продукції, в зимовий – витримують 10-15 годин в цеху.

Схема ліній виробництва віброгідропресованих труб наведена на рис.4.4.

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

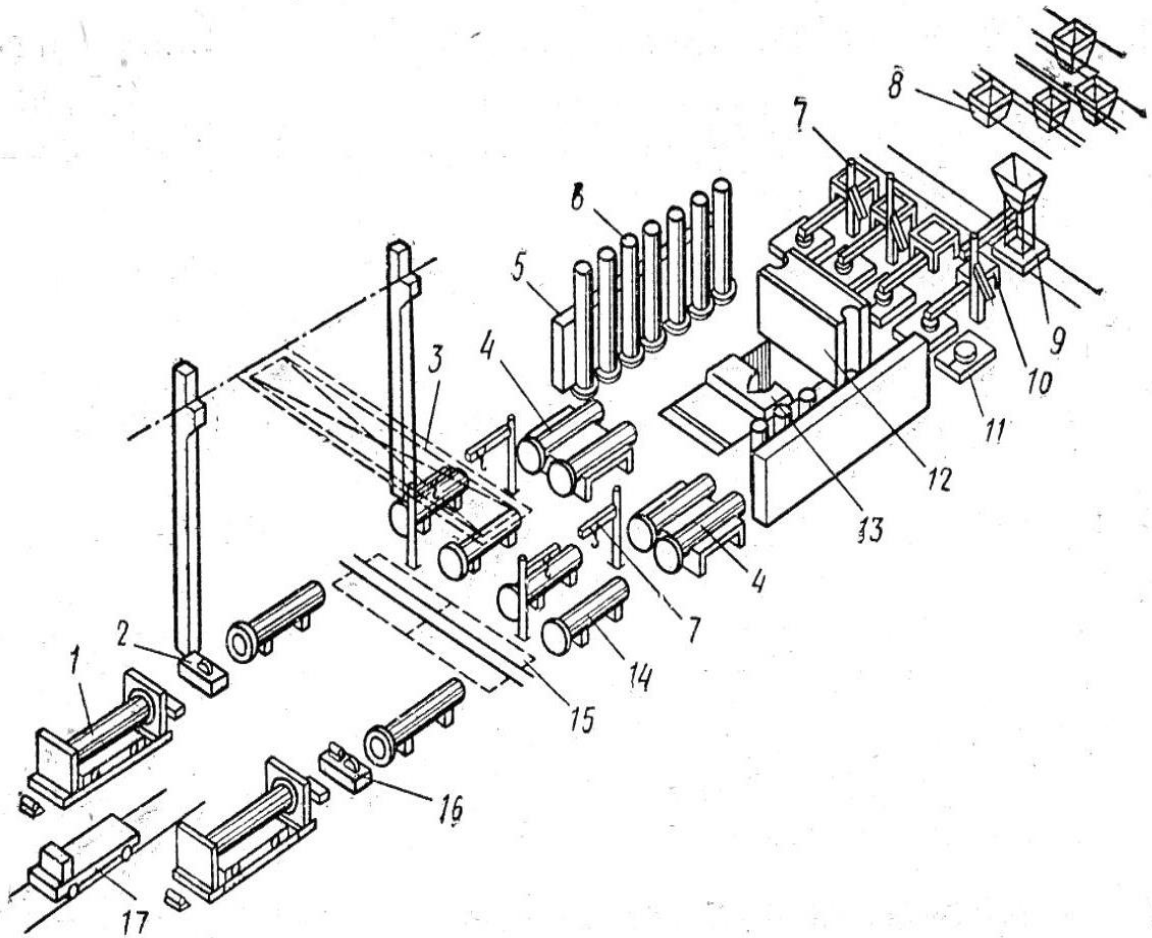


Рис. 4.4. Технологічна схема цеху по виробництву напірних труб методом віброгідропресування:

1 – машина для гідро випробування труб; 2, 16 – машина для шліфування рас трубу; 3 – мостові крани; 4 – пост збирання зовнішніх форм і армування; 5 – площадка обслуговування; 6 – пости гідропресування; 7 – консольний знімач; 8 – бункер подавання бетонної суміші; 9 – бетонороздавач; 10 – шнековий бетоноукладач; 11 – прямки формувальних постів; 12 – пост встановлення вібраторів; 13 – пересувна платформа прямка комплектування; 14 – пост розпалублення; 15 – пост витримання труб; 17 – самохідний візок для вивезення готової продукції

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Функціональна транспортно-технологічна схема виробництва віброгідропресованих труб

1. Очищення внутрішньої поверхні зовнішньої форми (2х частин)
2. Очищення робочих поверхонь калібруючого і анкерного кілець
3. Змащення внутрішньої поверхні зовнішньої форми
4. Змащення робочих поверхонь калібруючого і анкерного кілець
5. Встановлення верхньої півформи на нижню за допомогою крану.
6. З'єднання верхньої і нижньої частин форми пружними компенсаторами.
7. Приклеювання на поздовжні шви форми клейкої стрічки.
8. Встановлення краном калібруючого кільця на фіксатори циліндричного торця зовнішньої форми
9. Прикріплення калібруючого кільця до форми
10. Встановлення верхнього анкерного кільця і прикріплення його до калібруючого кільця.
11. Введення в форму спірального каркасу.
12. Введення кінців поздовжньої арматури в отвори нижнього анкерного кільця.
13. Протягування стержнів до втулкового кінця форми.
14. Вкладання арматури в пази верхнього анкерного кільця.
15. Натягування (напружування) арматури гідродомкратом (почерговий натяг діаметрально-протилежних дротин, починаючи з верхнього).
16. Контроль армування.
17. Кантування форми в вертикальне положення.
18. Очищення сталевих і гумових деталей осердя.
19. Огляд цілісності чохла і раструбоутворювача.
20. Обклеювання втулкового кінця гумового чохла клейкою стрічкою.
21. Змазування гумового чохла мильною емульсією.
22. Встановлення зовнішньої форми на осердя за допомогою крану.
23. Центрування зовнішньої форми і закріплення.
24. Встановлення зібраної форми на пост формування.
25. Встановлення центруючого кільця.
26. Встановлення на форму завантажувального конусу.
27. Заповнення шнекового бетоноукладача бетонною сумішшю.
28. Вмикання вібратору завантажувального конусу.
29. Укладання бетонної суміші.
30. Ущільнення бетонної суміші віброплощадкою з багатокомпонентними коливаннями.
31. Знімання завантажувального віброконусу і центруючого кільця.

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

32. Очищення зовнішньої поверхні форми від залишків бетонної суміші.
33. Закривання верхнього торця труби ущільнюючим кільцем.
34. Знімання форми з виробом з поста формування краном.
35. Встановлення форми з виробом на пост гідропресування мостовим краном.
36. Закріплення форми.
37. Приєднання осердя до системи низького і високого водного тиску.
38. Піднімання пресувального тиску з контролем розсунення частин зовнішньої форми.
39. Гідропресування і теплова обробка труб (7-13 годин при односторонній обробці).
40. Відключення від системи гідропресування, відєднання від прикріплюючих засобів
41. Знімання форми з трубою з поста гідропресування і встановлення краном на ділянку (в приямок) комплектування.
42. Підключення труби до вакуумної установки.
43. Створюючи розрідження в підчехольному просторі видаляють повітря і воду.
44. Знімання краном ущільнююче кільце.
45. Знімання зовнішньої форми з осердя.
46. Кантування зовнішньої форми в горизонтальне положення.
47. Встановлення труби в зовнішній формі на пост розпалублення.
48. Зрізання головок поздовжньої арматури у раструбного кінця труби
49. Зняття нижнього анкерного кільця.
50. Розкручування гайок пружних болтів.
51. Знімання верхньої півформи краном.
52. Встановлення верхньої півформи на ділянку підготовки.
53. Зрізання анкерних головок втулкового кінця труби.
54. Знімання верхнього анкерного і калібруючого кілець.
55. Встановлення анкерного і калібруючого кілець на ділянку підготовки
56. Виймання труби краном.
57. Встановлення нижньої півформи на ділянку підготовки
58. Встановлення труби на ділянку обробки, калібрування і випробування.
59. Маркування.
60. Обрізання кінців поздовжньої арматури з обох кінців.
61. Випалювання кінців поздовжньої арматури на глибину 10 мм.
62. Заповнення заглиблень цементно-піщаним розчином.
63. Ремонт (захисного шару, відновлення буртику) за потреби.
64. Калібрування раструбу (шліфування з точністю до 4 мм).

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 65.Випробування на водонепроникливість внутрішнім гідравлічним тиском
- 66.Подача труби на пост просочування (у випадку коли труба не витримала гідровипробування).
- 67.Просочування натрієвим рідким склом.
- 68.Витримування труби в зимовий період.
- 69.Подача на склад

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Визначити тривалість процесу формування та оптимальну кількість робітників, які зайняті в процесі

Перелік операцій процесу формування (з транспортно-технологічної схеми):

24. Встановлення зібраної форми на пост формування.
25. Встановлення центруючого кільця.
26. Встановлення на форму завантажувального конусу.
27. Заповнення шнекового бетоноукладача бетонною сумішшю.
28. Вмикання вібратору завантажувального конусу.
29. Укладання бетонної суміші.
30. Ущільнення бетонної суміші віброплощадкою з багатокомпонентними коливаннями.
31. Знімання завантажувального віброконусу і центруючого кільця.
32. Очищення зовнішньої поверхні форми від залишків бетонної суміші.
33. Закривання верхнього торця труби ущільнюючим кільцем.
34. Знімання форми з виробом з поста формування краном.

Для визначення тривалості процесу формування спочатку визначаємо трудомісткість процесу формування віброгідропресованої труби, а потім будуємо графік процесу формування.

Трудомісткість процесу формування віброгідропресованої труби наведена в табл. 5.1, графік визначення тривалості процесу – 5.2.

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1

Трудомісткість процесу формування віброгідропресованої труби ТН 80-II

Стадійний процес	Операції і елементи операцій	Одиниця виміру	Об'єм роботи на виріб	Норма на одиницю			Витрати часу на виріб, люд.хв
				Професія, розряд	Число робітників	Трудомісткість, люд.хв	
1	2	3	4	5	6	7	8
формування	Встановлення зібраної форми на пост формування	труба ø900 мм	труба ø800 мм	Кранівник, формувальн- стропува III	2	2,66	2,66
	Встановлення центруючого кільця і завантажувального конусу	труба ø900 мм	труба ø800 мм	Формуваль- ник IV	1	3,86	3,86
	Підключення вібратора завантажувального конуса до системи стисненого повітря	труба ø900 мм	труба ø800 мм	Формуваль- ник IV	1	2,49	2,49
	Заповнення шнекового бетоноукладача бетонною сумішшю	0,7 м ³	0,99 м ³	Формуваль- ник IV	1	2,96	5,92
	Укладання бетонної суміші в форму і ущільнення бетонної суміші віброплощадкою	труба ø900 мм	труба ø800 мм	Формуваль- ник IV	1	56,4	56,4
	Відключення вібратору завантажувального конуса від системи стисненого повітря	труба ø900 мм	труба ø800 мм	Формуваль- ник IV	1	1,44	1,44
	Знімання центруючого кільця і завантажувального конусу	труба ø900 мм	труба ø800 мм	Формуваль- ник IV	1	3,29	3,29
	Закривання верхнього торця труби ущільнюючим кільцем	труба ø900 мм	труба ø800 мм	Кранівник, формуваль- ник IV	2	6,03	6,03
	Знімання форми з виробом з поста формування краном і подача на пост гідропресування	труба ø900 мм	труба ø800 мм	Кранівник, формувальн- стропува III	2	6,71	6,71

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік використаної літератури

1. ДСТУ Б В.2.5- 47:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Труби залізобетонні напірні віброгідропресовані. Технічні умови (ГОСТ 12586.0-83, MOD)
2. ДСТУ Б В.2.5- 48:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Труби залізобетонні напірні віброгідропресовані. Конструкція і розміри (ГОСТ 12586.1-83, MOD)
3. Нормативы времени на производство железобетонных напорных и безнапорных труб – Москва: НИИ труда, 1971 – 80 с.
4. Виробництво залізобетонних конструкцій і виробів: довідник/ під заг. Редакцією Гоца В.І.-К.:Основа, 2019.-464с.
5. Русанова Н.Г., Пальчик П.П., Рижанкова Л.М. Технология бетонных і залізобетонних конструкцій. Частина 2. Виготовлення бетонних і залізобетонних конструкцій. Підручник для вищих технічних закладів. Київ : Вища школа, 1994. – 334 с.
6. Стефанов Б.В., Русанова Н.Г., Волянський А.А. Технология бетонных и железобетонных изделий – Киев: Вища школа, 1982. – 406 с.
7. Производство сборных железобетонных изделий. Справочник под ред. К.В.Михайлова и К.М.Королева. – М.:Вища школа, 1989 г.

					<i>Кваліфікаційна робота бакалавра</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		