

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет водогосподарської інженерії та екології
Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри цивільної інженерії,
технологій будівництва і захисту довкілля
професор _____ Вікторія ВОЛКОВА
«__» _____ 2025 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
освітній ступінь «Бакалавр»

на тему: «Проект будівництва автоматизованої насосної станції зрошення
закритого акціонерного товариства «Дніпро» Дніпровського району
Дніпропетровської області»

Виконав: здобувачка вищої освіти групи БЦІ-1-21
спеціальності - 192 Будівництво та цивільна
інженерія
освітньої програми - «Гідротехніка (водні ресурси)»
Шедько Владислав Олександрович _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник Макаров А.В. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
 Факультет господарської інженерії та екології
 Кафедра цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля
 Освітній ступінь «Бакалавр»
 Спеціальність – 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
 Освітня програма «Гідротехніка (водні ресурси)»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
 Зав. кафедрою цивільної інженерії,
 технологій будівництва і захисту довкілля
 Вікторія ВОЛКОВА
 «___» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ на дипломну роботу

Шедька Владислава Олександровича

на тему: «Проект будівництва автоматизованої насосної станції зрошення
 закритого акціонерного товариства «Дніпро» Дніпровського району
 Дніпропетровської області»

керівник роботи: Макаров Андрій Віталійович, к.т.н., ст.викл.
 (прізвище ім'я по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від «__» _____ 2025 р. №

1. Термін здачі студентом закінченого роботи «14» червня 2025 р.
 2. Вихідні дані до роботи: 1. План зрошуваного масиву. 2. Технічні характеристики поливної техніки.
 3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань що потрібно робити): Вступ.
1. Кліматичні особливості району будівництва. 2. Визначення напору НС та підбір
гідромеханічного обладнання. 3. Визначення типу НС та компоновка обладнання. 4.
Архітектурно-будівельні та конструктивні рішення будівлі НС. 5. Техніко-економічні
показники. 6. Забезпечення надійності та безпеки. Висновок. Перелік графічного матеріалу
 (з точним значенням обов'язкових креслень): 1. План, повздовжній, поперечний перерізи
будівлі НС. 2. Фасад будівлі НС. 3. План фундаментів. 4. План покрівлі.
-

4. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
5.			
6.			

5. Дата видачі завдання «19» березня 2025

Керівник роботи

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів дипломної роботи	Примітка
1.	<u>Кліматичні особливості району будівництва</u>	28/03/2025	
2.	<u>Визначення напору НС та підбір гідромеханічного обладнання.</u>	11/04/2025	
3.	<u>Визначення типу НС та компоновка обладнання</u>	25/04/2025	
4.	<u>Архітектурно-будівельні та конструктивні рішення будівлі НС</u>	16/05/2025	
5.	<u>Техніко-економічні показники.</u>	23/05/2025	
6.	<u>Забезпечення надійності та безпеки</u>	04/06/2025	
	Вступ. Висновки.	14/06/2025	

Здобувач вищої освіти _____ (Владислав ШЕДЬКО)

(підпис)

Керівник роботи _____ (Андрій МАКАРОВ)

(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. КЛІМАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РАЙОНУ БУДІВНИЦТВА.....	8
2 ВИЗНАЧЕННЯ НАПОРУ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ТА ПІДБІР ГІДРОМЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	9
2.1 Визначення напору насосної станції.....	9
2.1.1 Вибір конфігурації закритої зрошувальної мережі, визначення витрат, діаметрів та матеріалу труб	9
2.1.2 Визначення домінуючого гідранта на закритій зрошувальній мережі.....	11
2.1.3 Визначення напору насосної станції.....	16
2.2 Вибір гідромеханічного обладнання насосної станції та аналіз режимів його роботи.....	20
2.2.1 Визначення кількості та вибір марки основних насосів.....	20
2.2.2 Визначення марки допоміжних насосів.....	26
2.2.3 Вибір схеми внутрішньостанційних комунікацій і уточнення відмітки вісі насосу.....	34
2.3 Вибір електродвигунів для основного та допоміжного насосів.....	35
3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ НС ТА КОМПОНОВКА ОБЛАДНАННЯ.....	38
3.1 Визначення параметрів і вибір допоміжного обладнання насосної станції.....	38
3.1.1 Проєктування вакуум-системи.....	38
3.1.2 Вибір пневматичного обладнання.....	41
3.1.3 Підйомно-транспортне обладнання.....	50
3.1.4 Контрольно-вимірювальна апаратура.....	51
3.2 Компановка обладнання і визначення розмірів будівлі насосної станції.....	53
4 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ БУДІВЛІ НС.....	57
4.1 Сфера застосування.....	57
4.2 Конструктивні рішення каркаса	58
4.3 Компонування конструкцій будівель	62
4.4 Розрахункові положення.....	62
4.5 Вибір елементів каркаса	64
4.6 Вимоги до виготовлення та монтажу	67

4.7 Вимоги до фундаментних болтів	68
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ	69
5.1 Енергетичні показники.....	70
5.2 Економічний ефект від впровадження.....	70
5.3 Переваги проєктного рішення.....	71
6 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ.....	72
ВИСНОВКИ.....	76
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	77
Додатки.....	78

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу питання раціонального використання водних ресурсів є особливо актуальним. В умовах кліматичних змін, нерівномірного розподілу опадів та необхідності підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь, зрошення стає ключовим фактором стабільності й конкурентоспроможності аграрного виробництва. Головну роль у функціонуванні зрошувальних систем відіграють насосні станції, які забезпечують транспортування води від джерела до місць поливу, регулюючи обсяги й режими постачання відповідно до потреб культур та кліматичних умов.

Автоматизація насосних станцій набуває особливого значення, оскільки це дозволяє підвищити енергоефективність, мінімізувати витрати на обслуговування, забезпечити точність подачі води та стабільність роботи системи навіть у складних експлуатаційних умовах. Використання сучасного насосного обладнання, систем управління та моніторингу створює можливості для впровадження гнучких, надійних і ресурсозберігаючих гідротехнічних рішень.

Зважаючи на природні особливості Дніпропетровської області, де природне зволоження є нестійким і часто не задовольняє біологічні потреби сільськогосподарських культур, впровадження автоматизованих зрошувальних систем є надзвичайно актуальним. Це особливо стосується територій із високим агровиробничим потенціалом, де стабільне водопостачання дозволяє не лише підвищувати урожайність, а й ефективно використовувати земельні ресурси.

Метою даного дипломного проєкту є розроблення проєкту будівництва автоматизованої насосної станції для зрошення закритого акціонерного

товариства «Дніпро» у Дніпровському районі Дніпропетровської області. Об'єктом проектування є споруда насосної станції, оснащена комплексом інженерного, механічного та електротехнічного обладнання, інтегрованого в загальну зрошувальну систему закритого типу.

У процесі реалізації проекту ставляться такі основні завдання:

- вивчення кліматичних і геологічних характеристик району будівництва;
- виконання гідравлічного розрахунку зрошувальної мережі та визначення необхідного напору;
- обґрунтування вибору типу насосної станції й насосно-силового обладнання;
- проектування схем внутрішньостанційних комунікацій та систем автоматичного управління;
- розроблення конструктивних елементів будівлі, таких як фундаменти, стіни й перекриття;
- оцінка техніко-економічних показників;
- формулювання заходів для підвищення надійності, забезпечення безпеки й охорони праці.

Окрім практичної важливості, робота спрямована на поглиблення знань у галузях гідравліки, гідромеханіки, будівельної механіки, електротехніки й автоматизації. Запропоновані технічні рішення сприяють створенню економічно вигідної, енергозберігаючої й екологічно безпечної системи зрошення, здатної до широкого застосування в Україні.

Отже, результати дипломної роботи мають вагомий практичний користь для подальшого розвитку зрошувальної інфраструктури в регіонах із нестабільним природним зволоженням. Це забезпечує раціональне використання водних ресурсів і сприяє підвищенню ефективності аграрного виробництва.

1 КЛІМАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РАЙОНУ БУДІВНИЦТВА

Район будівництва насосної станції для зрошення знаходиться на території Дніпропетровської області, яка має помірно континентальний клімат із чіткою сезонною зміною. Для цієї місцевості характерне тепле і посушливе літо, а також помірно холодна зима. Подібні кліматичні особливості суттєво впливають на розвиток аграрного виробництва, підтверджуючи доцільність використання систем штучного зрошення.

Основні кліматичні показники:

Середньорічна температура повітря: $+8,5 \dots +9,5$ °C

Середня температура липня (найтепліший місяць): $+21 \dots +23$ °C

Середня температура січня (найхолодніший місяць): $-2 \dots -6$ °C

Абсолютний мінімум від -32 до -42 °C

Абсолютний максимум від 39 до 41 °C

Середньорічна кількість опадів за рік від 400 до 500 мм

Основна частина опадів випадає у весняно-літній період, але їх розподіл залишається нерівномірним. У деякі роки спостерігається тривалий брак вологи саме під час активного росту сільськогосподарських культур, що суттєво знижує урожайність за відсутності зрошення.

Характеристичні значення навантажень і впливів:

Вітрове навантаження 3 район $W_0 = 470$ Па

Снігове навантаження 4 район $S_0 = 1340$ Па

Товщина стінки ожеледі 3 район $B = 19$ мм

Вітрове навантаження при ожеледі 4 район $W_B = 260$ Па

Кліматичні умови району є сприятливими для впровадження зрошення, оскільки природне зволоження не забезпечує стабільного врожаю сільськогосподарських культур. Будівництво насосної станції дозволить оптимізувати водний баланс, підвищити ефективність землекористування та агровиробництва в регіоні.

2 ВИЗНАЧЕННЯ НАПОРУ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ТА ПІДБІР ГІДРОМЕХАНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

2.1 Визначення напору насосної станції

2.1.1 Вибір конфігурації закритої зрошувальної мережі, визначення витрат, діаметрів та матеріалу труб

Згідно з варіантом вихідних даних приймаємо план закритої зрошувальної мережі, на якому показано вододжерело та місце розташування насосної станції. На плані нанесені також горизонталі перерізу місцевості та гідранти, що підключені до насосної станції за схемою.

Додатково на плані проставляю чисельні значення горизонталей, і вказую відмітки землі біля гідрантів і реперів шляхом лінійної інтерполяції до найближчих горизонталей. Потрібно також позначити гідранти у довільному порядку римськими цифрами, а вузли закритої мережі арабськими цифрами. Нумерацію вузлів слід починати від насосної станції і включати в неї гідранти.

Після нумерації вузлів розгалужену мережу розділяють на окремі ділянки з постійною витратою. Кожну ділянку позначають індексами, що відповідають номерам вузлів, які вона з'єднує. Причому, зростання номерів вузлів у позначенні ділянки повинно відповідати напрямку руху рідини.

За допомогою масштабу, зазначеного на плані місцевості, визначають довжину окремих ділянок водопроводу.

Витрати на тупикових ділянках мережі дорівнюють витраті дощувальної машини q .

Розрахункові витрати на інших ділянках визначають за співвідношенням:

$$Q_{\text{дл}} = qn,$$

де n — загальна кількість дощувальних машин, що живляться від ділянки, у випадках, коли $n \leq n_{\text{max}}$, а n_{max} — максимальна кількість одночасно працюючих дощувальних машин.

Для закритої зрошувальної мережі використовуємо пластикові труби діаметрами до 630 мм включно і напорах до 120 м.

Діаметри труб для зрошувальної мережі визначають з економічних міркувань враховуючи, що при зменшенні діаметра стає меншою будівельна вартість труб і, в той же час, зростає їхній гідравлічний опір, який обумовлює витрату електроенергії на транспортування рідини.

Для кожного діаметра практикою встановлено діапазон витрат, при яких є економічно виправданим використання саме цього діаметра.

Підрахувавши розрахункову витрату на кожній ділянці мережі та вибравши діаметри труб для ділянок, визначають втрати напору на кожній ділянці при розрахунковій витраті за формулою:

$$h = 1,1L \cdot 1000i, \quad (1.1)$$

де 1,1 — коефіцієнт, що враховує втрати напору на місцевих опорах; L — довжина ділянки, км; $1000i$ — гідравлічний похил ділянок, який визначають за [1].

Результати розрахунків слід викласти в таблиці 2.1.

Для прикладу на рис. 2.1 наведена схема для гідравлічного розрахунку закритої зрошувальної мережі, яка включає 9 дощувальних машин. У прикладі прийняті: витрата дощувальної машини — 69 та 57 л/с; вільний напір на гідранті — 50 м; відмітка мінімального рівня води в джерелі — 47 м; максимальна кількість одночасно працюючих дощувальних машин $n_{\text{max}} = 9$.

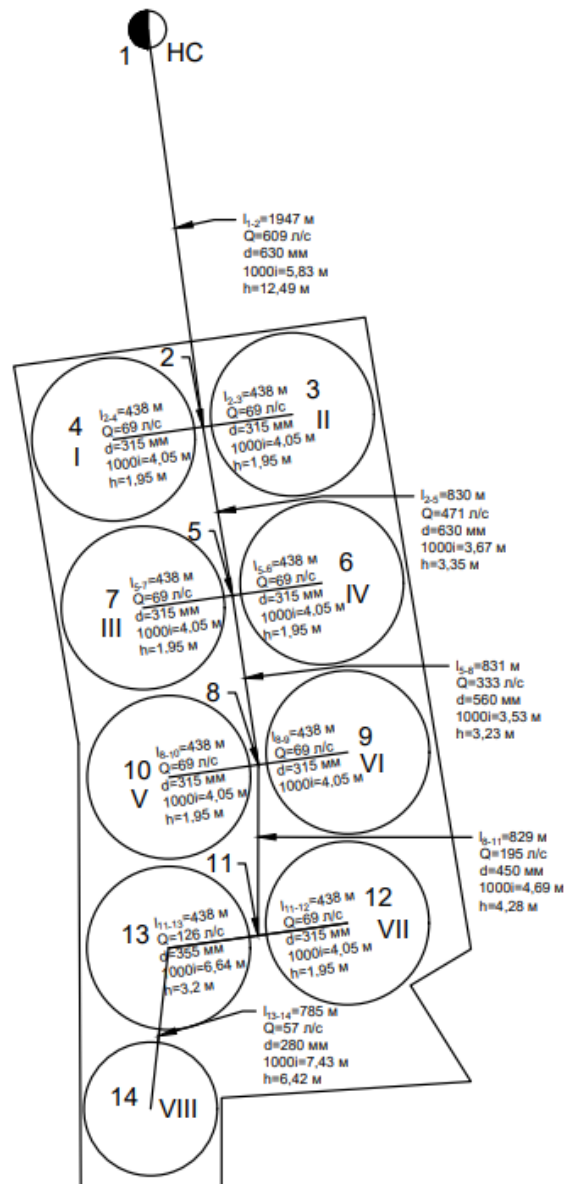


Рисунок 2.1 - Схема до гідравлічного розрахунку закритої зрошувальної мережі

Результати гідравлічного розрахунку цієї мережі представлені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Гідравлічний розрахунок закритої зрошувальної мережі

Ділянка	Довжина L , м	Витрата Q , л/с	Діаметр D , мм	$1000i$	Втрати напору h , м
I	2	3	4	5	6
1-2	1947	609	630	5,83	12,49
2-3	438	69	315	4,05	1,95
2-4	438	69	315	4,05	1,95
2-5	830	471	630	3,67	3,35
5-6	438	69	315	4,05	1,95
5-7	438	69	315	4,05	1,95
5-8	831	333	560	3,53	3,23
8-9	438	69	315	4,05	1,95
8-10	438	69	315	4,05	1,95
8-11	829	195	450	4,69	4,28
11-12	438	69	315	4,05	1,95
11-13	438	126	355	6,64	3,20
13-14	785	57	280	7,43	6,42

2.1.2 Визначення домінуючого гідранта на закритій зрошувальній мережі

Для розгалуженої закритої зрошувальної мережі домінуючим є гідрант, для створення на якому потрібного вільного напору необхідно забезпечити найбільший п'єзометричний напір на виході з насосної станції. Для домінуючого гідранта, в порівнянні з іншими, найбільшою є сума геодезичного напору та гідравлічних втрат напору в водогоні. Геодезичний напір дорівнює різниці геодезичної відмітки землі біля гідранта та відмітки рівня води в джерелі водозабору.

Місцезнаходження домінуючого гідранта зручно знаходити шляхом порівняння у вузлах мережі геодезичних відміток п'єзометричних ліній з різних напрямів. Цей пошук виконують у такому порядку:

1) Встановлюють номери вузлів мережі між гідрантами в кінці тупикових ділянок і насосною станцією.

2) Визначають геодезичні відмітки п'єзометричних ліній на гідрантах в кінці тупикових ділянок, що відходять від найбільш віддалених від насосної станції вузлів мережі, за формулою:

$$\nabla_z = \nabla_{nz} + H_g, \quad (1.2)$$

де ∇_z і ∇_{nz} — відмітка п'єзометричної лінії на гідранті та відмітка поверхні землі біля гідранта, відповідно, м; H_g — необхідний вільний напір на гідранті, м.

Величина необхідного вільного напору встановлюємо за характеристиками дощувальних машин, які розташовані у місці проектування.

3) Визначають геодезичні відмітки п'єзометричних ліній на початку кожної тупикової ділянки за формулою:

$$\nabla_n = \nabla_z + h_d, \quad (1.3)$$

де h_d — втрата напору на тупиковій ділянці при розрахунковій витраті, м.

Значення h_d для кожної ділянки наведені в табл. 1.1.

4) Порівнюючи значення ∇_n , які отримані з різних напрямів, знаходять найбільше і присвоюють його вузлу, вважаючи, що знайдене значення є відміткою п'єзометричної лінії в цьому вузлі, тобто

$$\nabla_{n \max} = \nabla_v.$$

У подальших розрахунках використовують відмітку ∇_{ϵ} .

Той гідрант, який породжує відмітку ∇_{ϵ} , є домінуючим для даного вузла.

5) Рухаючись у напрямку до насосної станції, аналогічно визначають геодезичні відмітки п'єзометричних ліній у наступних вузлах. При цьому відмітки на початку кожної ділянки підраховують за формулою:

$$\nabla_n = \nabla_{\epsilon} + h_{\partial}, \quad (1.4)$$

де ∇_{ϵ} — знайдена для попереднього вузла відмітка п'єзометричної лінії.

Знайшовши домінуючий гідрант для всієї системи, указують його номер і номер вузла, у якому він знаходиться. Також указують максимальну відмітку п'єзометричної лінії біля насосної станції (у вузлі 1). Трасу трубопроводів, що з'єднує домінуючий гідрант з насосною станцією, виділяють іншим кольором або товщою лінією. Ця траса називається розрахунковою.

У табл. 2.2 наведені результати розрахунків для прикладу, що розглядається.

Таблиця 2.2 - Визначення домінуючого гідранта

Номер вузла	Ділянка	Відмітка п'єзометричної лінії в кінці ділянки, м	Втрати напору на ділянці, м	Відмітка п'єзометричної лінії на початку ділянки, м	Домінуючий гідрант
13	14-13	81	6,42	87,42	VIII
11	13-11	87,42	3,2	90,62	VIII
	12-11	80,03	1,95	81,98	
8	11-8	90,62	4,28	94,9	VIII
	10-8	80,49	1,95	82,44	
	9-8	80,25	1,95	82,2	
5	8-5	94,9	3,23	98,13	VIII
	7-5	80,6	1,95	82,55	
	6-5	80,2	1,95	82,15	
2	5-2	98,13	3,35	101,48	VIII
	3-2	79,9	1,95	81,85	
	4-2	79,8	1,95	81,75	
1	2-1	101,48	12,49	113,97	VIII

У розглянутій схемі домінуючим є гідрант VIII за умови максимальної відмітки п'єзометричної лінії поблизу насосної станції, яка становить 113,97 м. Розрахункова траса 1–2–5–8–11–13–14.

2.1.3 Визначення напору насосної станції

Напір, що потрібно створити в мережі насосною станцією, визначають за формулою:

$$H_M = \nabla_{nc} - \nabla 1 + h_{ct}, \text{ м} \quad (2.5)$$

де ∇_{nc} — відмітка розташування п'єзометричної лінії поблизу насосної станції, м; $\nabla 1$ — відмітка мінімального рівня води у джерелі водозабору, м. h_{ct} — гідравлічні втрати напору на комунікаціях усередині станції, м. Попередньо приймають $h_{ct} = 1,5 \dots 2,0$ м.

Потрібний напір визначають для визначеної розрахункової траси. Спочатку підраховують напір при максимальній кількості працюючих дощувальних машин, тобто при витраті qn_{max} . Потім зменшують витрату в мережі шляхом поступового відключення машин. Причому машини відключають у такій послідовності, щоб кожне відключення викликало мінімальні зміни в роботі системи. Для цього спочатку відключають машини, які розташовані найближче до станції — відключення цих машин приводить до зміни витрати лише на ділянках мережі, що примикають до станції. Після вирівнювання витрати на цих ділянках з витратами на наступних ділянках починають відключати машини, що розташовані далі від станції. Останньою відключають машину, що живиться від домінуючого гідранта. У такий спосіб витрата в мережі поступово змінюється від максимальної до нуля кратне q .

При кожній витраті визначають необхідний напір за формулою (2.5). Через те, що при зміні витрати міняються втрати напору на ділянках, необхідно при кожній встановленій витраті попередньо підрахувати втрати

напору на кожній ділянці розрахункової траси за формулою (2.1), беручи з [1] значення $1000i$, що відповідають новій витраті на ділянці, а також за формулою (2.4) визначити відмітки п'єзометричної лінії на вузлах розрахункової траси та на виході з насосної станції.

Результати розрахунків потрібного напору насосної станції треба представити в табличній формі.

Результати розрахунків напору насосної станції слід оформляти у вигляді таблиці

У табл. 2.3 наведені результати розрахунків для прикладу, що розглядається. Дані цієї таблиці, що відносяться до витрати 609 л/с, взяті з табл. 2.2. При нульовій витраті відмітка положення п'єзометричної лінії біля насосної станції

$$\nabla_{\text{НС}} = \nabla_{\text{Г дом}},$$

де $\nabla_{\text{Г дом}}$ — відмітка п'єзометричної лінії на домінуючому гідранті, м.

Тому потрібний напір у цьому режимі визначають за формулою:

$$H_{\text{м}} = \nabla_{\text{Г дом}} - \nabla_1, \text{ м.}$$

Побудова графіка характеристики розрахункової траси закритої зрошувальної мережі

Гідравлічний розрахунок розгалуженої закритої зрошувальної мережі завершується створенням графіка характеристики її розрахункової траси. На ньому відображається залежність напору, який необхідно забезпечити в системі, від витрати рідини в розрахунковій трасі, тобто графіка залежності $H_{\text{м}} = f(Q)$. Побудова такого графіка здійснюється на основі даних, наведених у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Визначення напору насосної станції

Витрата в мережі, л/с	Параметри ділянки	Ділянки розрахункової траси						Напір H_m , м
		14-13	13-11	11-8	8-5	5-2	2-1	
609	Довжина, м	758	438	829	831	830	1947	60,57
	Діаметр, мм	280	355	450	560	630	630	
	Витрата Q , л/с	57	126	195	333	471	609	
	Гідравлічний похил $1000i$	7.43	6.64	4.69	3.53	3.67	5.83	
	Гідравлічні втрати напору h_d , м	6.42	3.2	4.28	3.23	3.35	12.49	
	Відмітка п'єзометричної лінії на початку ділянки ∇_B , м	87.42	90.62	94.9	98.13	101.48	113.97	
540	Q , л/с	57	126	195	333	471	540	58,12
	$1000i$	7.43	6.64	4.69	3.53	3.67	4.69	
	h_d , м	6.42	3.2	4.28	3.23	3.35	10.04	
	∇_B , м	87.42	90.62	94.9	98.13	101.48	111.52	
471	Q , л/с	57	126	195	333	471	471	55,94
	$1000i$	7.43	6.64	4.69	3.53	3.67	3.67	
	h_d , м	6.42	3.2	4.28	3.23	3.35	7.86	
	∇_B , м	87.42	90.62	94.9	98.13	101.48	109.34	
402	Q , л/с	57	126	195	333	402	402	53,16
	$1000i$	7.43	6.64	4.69	3.53	2.76	2.76	
	h_d , м	6.42	3.2	4.28	3.23	2.52	5.91	
	∇_B , м	87.42	90.62	94.9	98.13	100.65	106.56	
333	Q , л/с	57	126	195	333	333	333	50,87
	$1000i$	7.43	6.64	4.69	3.53	2.01	2.01	
	h_d , м	6.42	3.2	4.28	3.23	1.84	4.30	
	∇_B , м	87.42	90.62	94.9	98.13	99.97	104.27	
264	Q , л/с	57	126	195	264	264	264	47,69
	$1000i$	7.43	6.64	4.69	2.33	1.33	1.33	
	h_d , м	6.42	3.2	4.28	2.13	1.21	2.85	
	∇_B , м	87.42	90.62	94.9	97.03	98.24	101.09	
195	Q , л/с	57	126	195	195	195	195	

	1000i	7.43	6.64	4.69	1.35	0.77	0.77	45,09
	$h_{д}, \text{ м}$	6.42	3.2	4.28	1.23	0.70	1.65	
	$\nabla_{в}, \text{ м}$	87.42	90.62	94.9	96.13	96.84	98.49	
126	$Q, \text{ л/с}$	57	126	126	126	126	126	40,84
	1000i	7.43	6.64	2.14	0.62	0.36	0.36	
	$h_{д}, \text{ м}$	6.42	3.2	1.95	0.57	0.33	0.77	
	$\nabla_{в}, \text{ м}$	87.42	90.62	92.57	93.14	93.47	94.24	
57	$Q, \text{ л/с}$	57	57	57	57	57	57	35,68
	1000i	7.43	1.63	0.52	0.152	0.086	0.086	
	$h_{д}, \text{ м}$	6.42	0.79	0.47	0.14	0.08	0.18	
	$\nabla_{в}, \text{ м}$	87.42	88.21	88.68	88.82	88.90	89.08	
0	$Q, \text{ л/с}$	0	0	0	0	0	0	27,6
	1000i							
	$h_{д}, \text{ м}$	0	0	0	0	0	0	
	$\nabla_{в}, \text{ м}$	81	81	81	81	81	81	

На рис. 2.2 показано цей графік для прикладу, який розглядається. Із графіка видно, що потрібний напір для цієї схеми становить $H_p = 60,57 \text{ м}$.

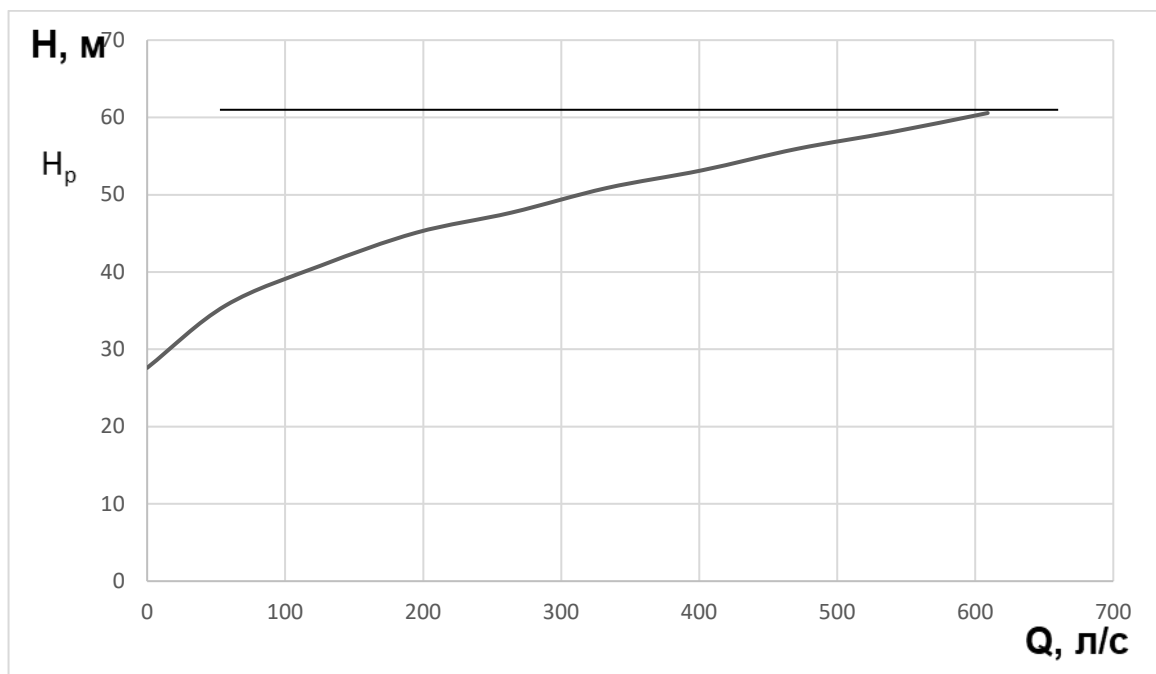


Рисунок 2.2 - Графік характеристики розрахункової траси закритої зрошувальної мережі

2.2 Вибір гідромеханічного обладнання насосної станції та аналіз режимів його роботи

2.2.1 Визначення кількості та вибір марки основних насосів

Насоси зазвичай вибирають за розрахунковою подачею та розрахунковим напором. Але зрошувальні системи мають особливість, яка вимагає дещо іншого підходу до вибору насосів для них. Ця особливість полягає в тому, що відбір води з мережі в цих системах змінюється в широкому діапазоні залежно від кількості одночасно працюючих дощувальних машин, яку визначають за графіком поливів. У цих умовах недоцільно забезпечувати необхідну подачу одним насосом, який потрібно було б вибирати, виходячи з максимальної витрати в системі. Краще використовувати групу паралельно працюючих насосів і отримувати необхідну для певного періоду подачу шляхом включення різної їх кількості. Саме через це в нормах проектування зрошувальних насосних станцій передбачається використання групи робочих насосів, що паралельно підключають до водопровідної мережі. Оптимальна кількість робочих насосних агрегатів становить 3...5 штук. Допустиме незначне перевищення цієї кількості. Зрошувальні насосні станції відносять до III категорії надійності подачі води, тому на них не встановлюють резервні агрегати.

Зважаючи на те, що в зрошувальних системах при дощуванні не передбачається форсування подачі, максимальну витрату в мережі визначають за формулою:

$$Q_{max} = kqn_{max}, \quad (3.1)$$

де k – коефіцієнт, який враховує втрати води з водопровідної мережі. Для азбоцементних труб $k = 1,05$; для металевих – $k = 1,03$.

$$Q_{max} = 609 \cdot 1,03 = 627,3 \text{ л/с}$$

Насосна станція повинна забезпечувати необхідну подачу води при будь-яких можливих комбінаціях роботи поливного устаткування. Через це потрібну кількість робочих насосів визначають, виходячи з максимальної витрати Q_{max} . Розрахунковий напір насосів H_p приймають з характеристики розрахункової траси водопровідної мережі при витраті Q_{max} .

Враховуючи робочі параметри зрошувальних насосних станції, слід приймати як основні горизонтальні відцентрові насоси типу Д з двобічним підведенням рідини. Ці насоси відрізняються надійністю та простотою обслуговування.

Безпосередній вибір насосів виконують у такому порядку:

1) Визначають марки насосів, що спроможні створювати розрахунковий напір H_p . Для цього можна скористатися зведеним графіком робочих зон насосів певного типу, який наводиться у відповідних каталогах. На цьому графіку проводять лінію $H_p = const$ (рис. 2.1). Вона перетне робочі зони кількох насосів, утворюючи групу, з якої в подальшому треба остаточно вибрати потрібну марку насоса. Встановлюючи кількість насосів у групі, слід враховувати, що кожна робоча зона на зведеному графіку охоплює три насоси з різними діаметрами робочого колеса – номінальним і зменшеними шляхом обточування. До умовного позначення насосів з обточеним робочим колесом входить буква а (перша обточка) або буква б (друга обточка). Визначившись із марками насосів, знаходять у каталозі їхні експлуатаційні характеристики.

На рис. 3.1 наведено приклад, коли попередньо вибраними є насоси H_1 , H_2 і H_3 .

Зважаючи на те, що на зведеному графіку часто зображені робочі зони насосів, характеристики яких відсутні в каталозі, попередній пошук насосів

можна виконувати безпосередньо за напірними характеристиками насосів, які наведені в каталозі, відшуковуючи серед них такі, що спроможні створювати напір H_p , працюючи в межах своєї робочої зони.

2) За напірною характеристикою кожного з попередньо вибраних насосів знаходять подачу Q_{p1} , з якою працює цей насос при напорі H_p (рис. 3.2).

3) Визначають розрахункову кількість попередньо вибраних насосів кожної марки за співвідношенням:

$$z_p = \frac{Q_{max}}{Q_{p1}}.$$

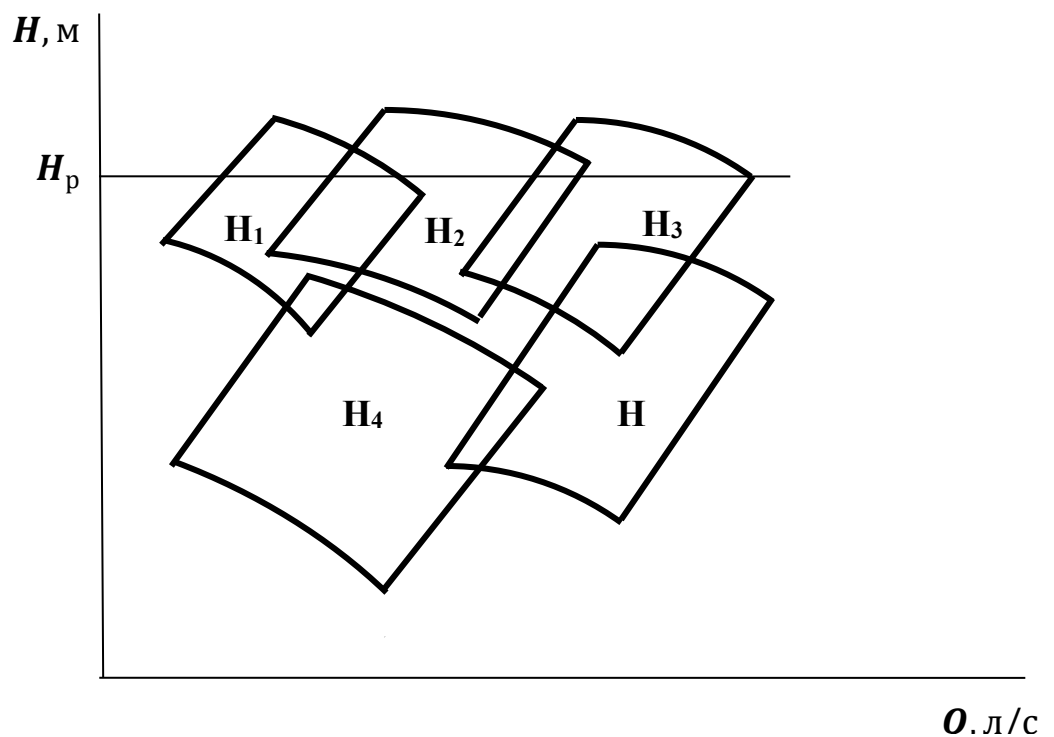


Рисунок 3.1 - Підбір насосів за зведеним графіком робочих зон

4) Округляючи z_p до найближчого більшого цілого числа, знаходять потрібну кількість насосів кожної марки z , які забезпечать подачу Q_{max} .

Марки насосів, для яких $3 > z > 7$, у подальшому не розглядаються.

5) Визначають подачу одного насоса кожної марки при забезпеченні робочою групою насосів подачі Q_{max} за рівнянням:

$$Q_H = \frac{Q_{max}}{z}.$$

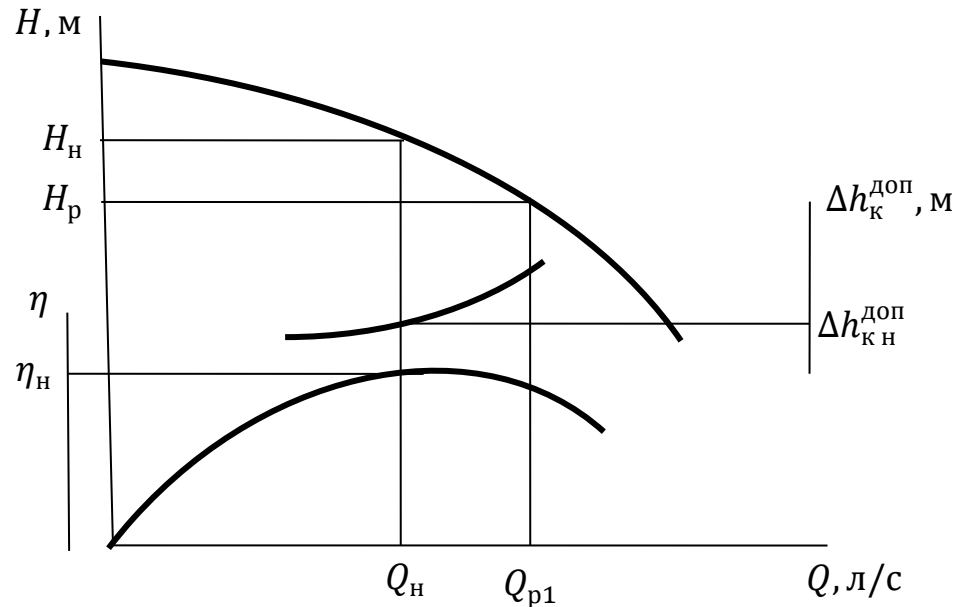


Рисунок 3.2 - Остаточний вибір насоса за його

6) За експлуатаційними характеристиками кожного з попередньо вибраних насосів знаходять напір H_n , ККД, η_n і допустимий кавітаційний запас $\Delta h_{кн}^{доп}$, що відповідають подачі Q_H .

7) Підраховують відносне відхилення напору H_n від напору H_p за формулою:

$$\delta_H = \frac{H_n - H_p}{H_n} \cdot 100\%.$$

У разі, коли $\delta_H \leq 3\%$, то насос цієї марки можна приймати в цій роботі.

Якщо $\delta_H > 3\%$, то такий насос може бути прийнятий лише за умови обточування його робочого колеса. Після підрахунку потрібного діаметра

робочого колеса та визначення необхідного ступеня його обточування корегують величини η_n та $\Delta h_{\kappa n}^{доп}$.

При остаточному виборі перевагу віддають насосам:

- робоча група яких складається з 3...5 штук;
- які мають найбільший ККД при подачі Q_n . Це мінімізує витрату електроенергії на перекачування води;
- для яких допустимий кавітаційний запас при подачі Q_n найменший. Це дозволить максимально використати всмоктувальну здатність насосів;
- частота обертання вала яких найбільша. Це зменшить габарити насосного агрегату через те, що розміри електродвигунів, які приводять у дію насоси, зменшуються при зростанні частоти обертання.

Правильно підібраний насос повинен експлуатуватися в межах своєї робочої зони.

Результати пошуку необхідної марки основних насосів слід представити в табличній формі, наводячи інформацію про можливі варіанти.

У табл. 2.1 наведено порівняння варіантів вибору основних насосів для прикладу, що розглядається.

У нашому варіанті остаточно приймаємо насос марки 1Д800-56 – у цьому разі робоча група насосів буде складатися з чотирьох агрегатів і насоси будуть працювати з майже максимальним ККД.

Креслення насосу Д800 – 56 показано на рис.3.3, графік експлуатаційної характеристики на рис.3.4.

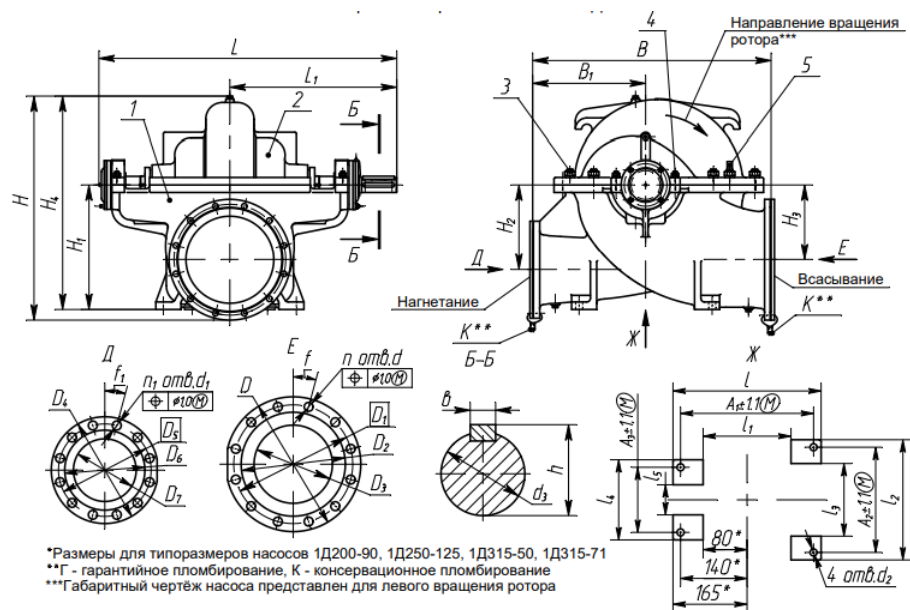


Рисунок 2.3 - Креслення насосу 1Д800-56

Розміри насоса 1Д800-56 1ВАО-450S-4 У2,5 довжина $L=2895$ мм, ширина $B=1225$ мм, маса агрегата=2950 кг.

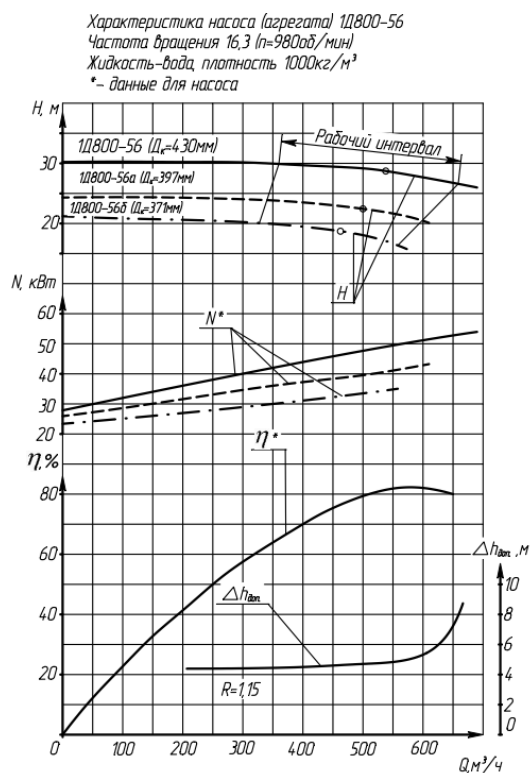


Рисунок 2.4 - графік експлуатаційної характеристики

2.2.2 Визначення марки допоміжних насосів

Для первинного заповнення водою закритої зрошувальної мережі та підтримування в ній певного тиску при непрацюючій поливальної техніці, який може знижуватися внаслідок витоків води з мережі через нещільності (черговий режим), насосні станції облаштовують допоміжними (бустерними) насосами. За нормами проектування на зрошувальних насосних станціях повинно бути два допоміжних насоса, що підключають паралельно до водопровідної мережі.

Таблиця 2.1 - Порівняння варіантів вибору основних насосів

Варіант	Марка насоса	Потрібні параметри		Розрахункові параметри					η_n , %	$\Delta h_k^{\text{доп}}$, м	n, об/хв
		Q_{max} , л/с	H_p , м	z	Q_{p1} , л/с	Q_n , л/с	H_n , м	δ_n , %			
1	1Д200-90б (226 мм)	2258,3	60,6	15	160						
2	1Д315-71а			8	300	282,29	63	3,81			
3	1Д500-63 (440мм)			5	540	451,66	64	5,31			
4	1Д800-56 (430мм)			4	600	564,57	61,5	1,46	74	4,3	

Розрахункову подачу бустерного насоса визначають так:

– якщо основні насоси мають спадаючу напірну характеристику, то подача допоміжного насоса

$$Q_6 = 0,05Q_{max};$$

Розрахунковий напір бустерного насоса H_6 визначають за характеристикою мережі при витраті $2Q_6$.

На зрошувальних насосних станціях, що працюють на закриту зрошувальну мережу, найчастіше у якості допоміжних використовують насоси типу ЦНС і типу К, інколи – насоси типу Д.

Для вибору бустерних насосів можна скористатися зведеними графіками робочих зон названих насосів або виконувати пошук безпосередньо за їхніми напірними характеристиками. Підбираючи насоси слід враховувати, що вони працюють при відключеній поливальної техніці. Через це сумарна подача двох бустерних насосів повинна бути меншою ніж витрата однієї дощувальної машини, тобто

$$2Q_6 < q.$$

Необхідність виконання цієї вимоги суттєво зменшує кількість можливих варіантів при виборі бустерних насосів.

Вибравши допоміжні насоси, у пояснювальній записці треба навести креслення їх загального виду та графіки експлуатаційних характеристик.

У прикладі, що розглядається

$$Q_6 = 0,05Q_{max} = 0,05 \cdot 627,3 = 31,37 \text{ л/с};$$

Приймаємо у якості бустерного насос К100-80-160.

Креслення насосу К100-80-160 показано на рис.3.5, графік експлуатаційної характеристики на рис.3.6

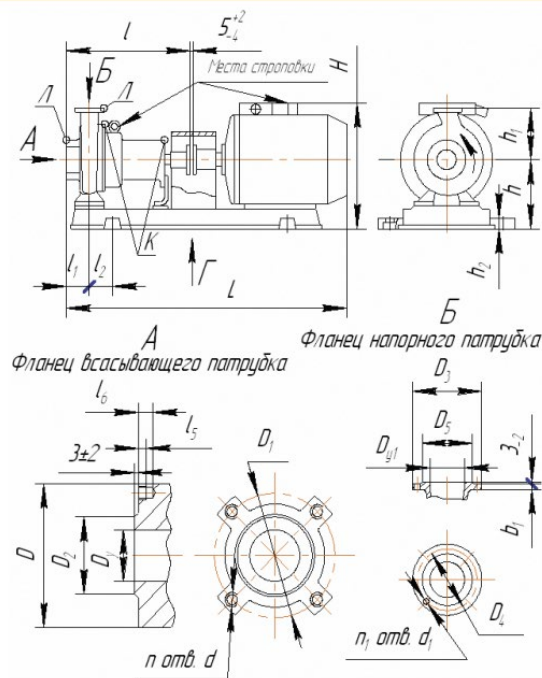


Рисунок 3.5 - Креслення насосу K100-80-160

Розміри насосів K100-80-160 АИР160S2 довжина $L=1235$ мм, ширина $B=458$ мм, маса агрегата=265 кг.

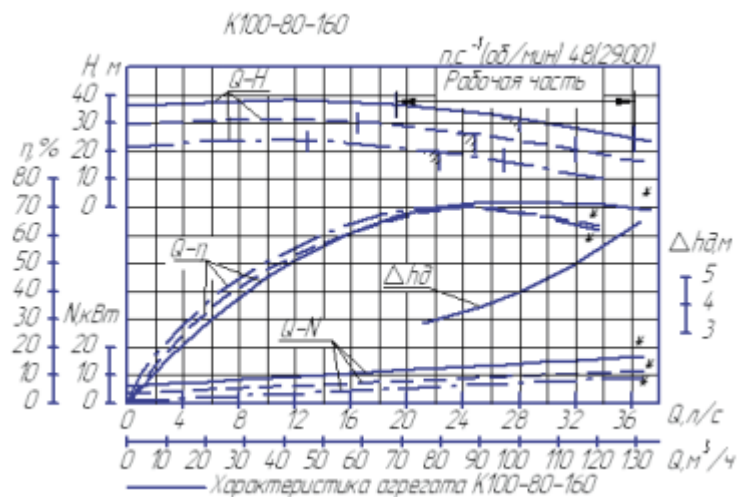


Рисунок 3.6 - Графік експлуатаційної характеристики

Побудова графіка сумісної роботи насосів і розрахункової траси закритої зрошувальної мережі. Визначення граничних параметрів роботи насосів

Для з'ясування фактичних параметрів роботи вибраних насосів необхідно побудувати графік сумісної роботи насосів і розрахункової

траси. При цьому графік характеристики розрахункової траси будують за даними табл. 2.3. і зображують лише робочу частину напірної характеристики вибраних насосів. Сумарні напірні характеристики груп насосів із різною їх кількістю отримують шляхом горизонтального складання відповідної кількості напірних характеристик.

На рис. 2.3. побудовано графік сумісної роботи насосів і розрахункової траси для прикладу, що розглядається. На цьому рисунку лінія А-В-В' – це робоча частина напірної характеристики бустерного насоса; лінія А'-С-D – сумарна напірна характеристика двох паралельно працюючих бустерних насосів; лінія D'-E-F-K – робоча частина напірної характеристики основного насоса; лінія K'-L-M-N – сумарна напірна характеристика двох паралельно працюючих основних насосів; лінія N'-P – сумарна напірна характеристика трьох паралельно працюючих основних насосів; лінія С-K-N – графік характеристики розрахункової траси.

Після побудови графіка сумісної роботи насосів і розрахункової траси визначають параметри граничних режимів роботи бустерного та основного насосів. Граничним називають режим роботи насоса з максимально можливою в даних умовах подачею.

Для бустерного насоса граничним є режим, що відповідає точці В' – ця точка лежить на напірній характеристиці насоса на 1 м нижче від точки перетину напірної характеристики з характеристикою розрахункової траси (більш докладно про знаходження точки В' буде пояснено далі).

У даному варіанті що показаний на рис. 3.7, подача бустерного насоса в граничному режимі $Q_{гр} = Q_{В'} = 28$ л/с, напір $H_{гр} = H_{В'} = 32$ м.

За експлуатаційними характеристиками насоса отримуємо, що в граничному режимі, тобто при подачі $Q_{гр}$, його ККД $\eta_{гр} = 70\%$; допустимий кавітаційний запас $\Delta h_{кр}^{дон} = 4,5$ м.

Параметри граничного режиму основного насоса визначають у такій послідовності.

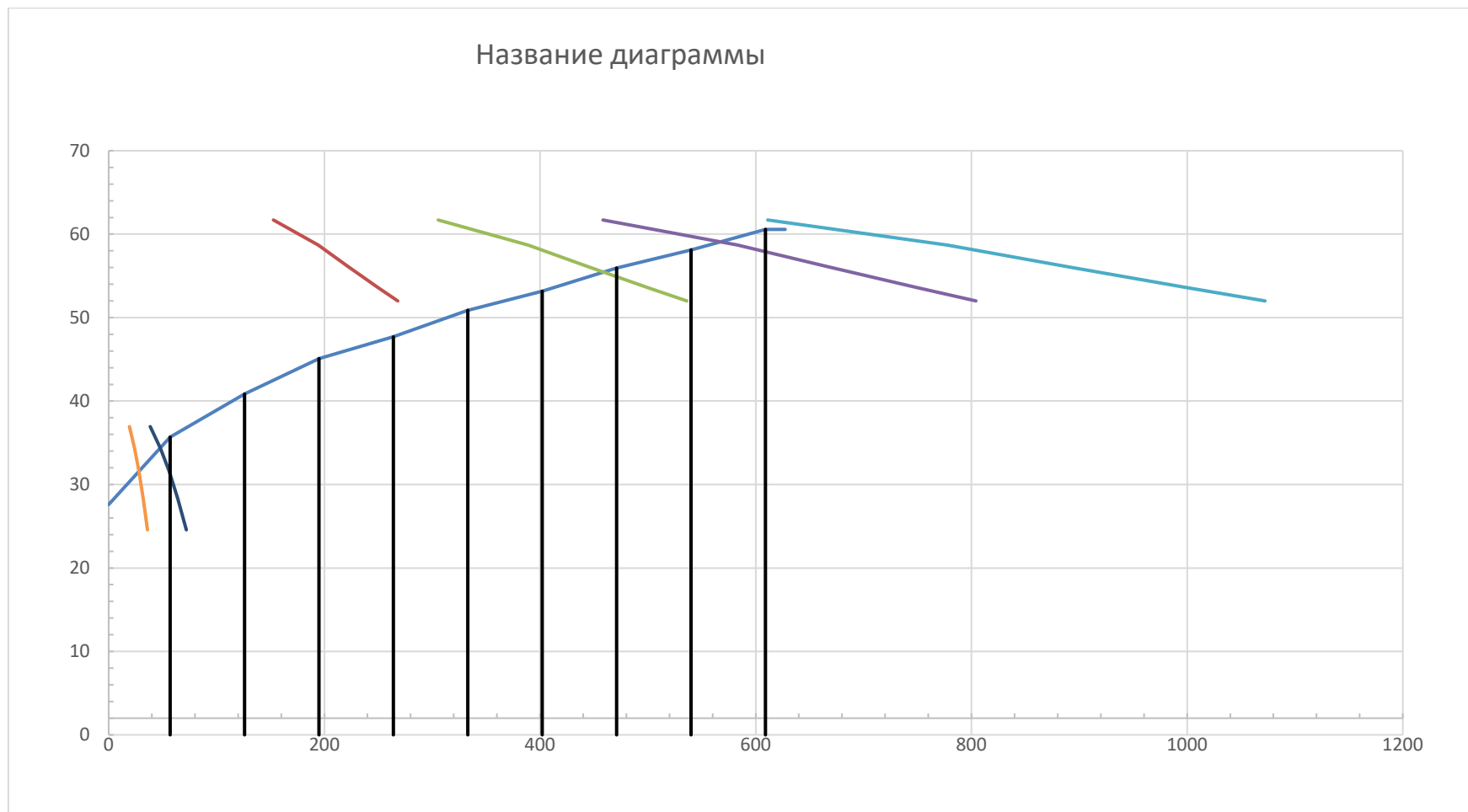


Рисунок 3.7 - Графічний аналіз роботи насосної станції при регулюванні подачі Насосної станції за витратою мережі

Якщо робоча частина напірної характеристики насоса закінчується вище характеристики розрахункової траси, тобто якщо точка перетину цих характеристик знаходиться за межею робочої зони насоса, то в цьому разі граничним є режим, що відповідає правій межі робочої зони насоса. За експлуатаційними характеристиками насоса визначають для цього режиму подачу $Q_{zp} = 55$ л/с, напір $H_{гр} = 32$ м, ККД $\eta_{zp} = 79\%$, і допустимий кавітаційний запас $\Delta h_{кzp}^{don} = 5,0$ м – це є параметри граничного режиму роботи насоса в цьому випадку.

Визначення відмітки вісі насоса і відмітки рівня підлоги в насосному приміщенні

Визначення відмітки осі насоса здійснюється за найгірших умов експлуатації насосного агрегату, що обумовлені мінімальним рівнем води в джерелі при максимальній подачі першого насоса відповідно до формули.

$$\nabla_{OH} = \nabla_{min} + H_{ГВ},$$

де ∇_{min} – відмітка мінімального рівня води в джерелі, для даного випадку $\nabla_{min} = 55,1$ м;

$H_{ГВ}$ – геометрична висота усмоктування, м.

$$\nabla_{OH} = 55,1 + 3,76 = 58,86 \text{ м},$$

Бустерний насос

$$\nabla_{OH} = 55,1 + 5,46 = 60,56 \text{ м},$$

Геометричну висоту усмоктування розраховуємо за формулою

$$H_{ГВ} = H_a - H_{пр} - \Delta h_{доп} - h_v,$$

де H_a – напір води, який відповідає атмосферному тиску, $H_a = 10$ м;

$H_{пр}$ – пружність насичених парів рідини при заданій температурі, $H_{пр} = 0,24$ м; при температурі води $t = 20^\circ\text{C}$; $\Delta h_{доп}$ – допустимий кавітаційний запас, який визначається за характеристикою насоса при граничній подачі, м; h_v – сумарні гідравлічні втрати в усмоктувальній лінії при граничній подачі, приймають $h_v = 1$ м.

$$H_{ГВ} = 10 - 0,24 - 4,3 - 1,7 = 3,76 \text{ м}$$

Бустерний насос

$$H_{ГВ} = 10 - 0,24 - 3,3 - 1, = 5,46 \text{ м}$$

Відмітку підлоги насосної станції визначаємо за формулою

$$\nabla_{п.нс} = \nabla_{ОН} - E - a_{\phi}$$

де E – відстань від осі насоса до його опорної площини, м;

a_{ϕ} – підвищення фундаменту насоса над підлогою машинного залу. Для основних насосів $a_{\phi} = 0,2-0,4$ м, а допоміжних - $0,1-0,2$ м. Визначення відмітки осі насосів і відмітки підлоги проводять для основних і допоміжних насосів окремо. Більш низьку відмітку підлоги приймають за розрахункову відмітку підлоги машинного залу, а відмітки осі решти насосів перераховують, використовуючи формулу по визначенню відмітки підлоги НС.

$$\nabla_{п.нс} = 58,86 - 0,665 - 0,3 = 57,91 \text{ м},$$

Бустерний насос

$$\nabla_{п.нс} = 60,56 - 0,27 - 0,15 = 60,14 \text{ м},$$

$$\nabla_{OH} = \nabla_{п.нс} + E + a_{\phi}$$

$$\nabla_{OH} = 57,91 + 0,27 + 0,15 = 58,33 \text{ м, відмітка осі бустерного насоса}$$

Обґрунтування типу будівлі насосної станції і типу водозабірної споруди

Тип будівлі насосної станції призначають користуючись довідковою літературою [5, 12], а тип водозабірної споруди, використовуючи джерела [11, 12].

Відмітку підшви фундаменту стін будівлі насосної станції визначаємо за формулою

$$\nabla_{п.ф} = \nabla_{п.нс} - h_{пр},$$

де $h_{пр}$ – глибина промерзання ґрунту в районі будівництва.

$$\nabla_{п.ф} = 57,91 - 1,3 = 56,61 \text{ м,}$$

Для будівлі насосної станції наземного типу, при якому коливання рівнів води у каналі менше геометричної висоти усмоктування, повинна виконуватись умова

$$\nabla_{max} < \nabla_{п.ф}, \quad (2.1)$$

де ∇_{max} – відмітка максимального рівня води у джерелі розрахункової забезпеченості, м.

$$\nabla_{max} = \nabla_{min} + h = 55,1 + 0,5 = 55,6 \text{ м,}$$

Наведена вище умова (2.1) виконується, то приймаємо наземний тип будівлі насосної станції.

$$55,6 < 56,61$$

2.2.3 Вибір схеми внутрішньостанційних комунікацій і уточнення відмітки вісі насосу

Для прийнятих типів водозабірної споруда та будівлі насосної станції складають схему комунікацій усередині приміщення насосної станції і в табличній формі уточнюють втрати напору в усмоктувальній ($h_{вс}$) та напірній ($h_{нп}$) лініях основного насоса при подачі $Q_{г}$.

Визначення діаметрів трубопроводів виконують з урахуванням допустимої швидкості води в них.

Діаметри розраховують за наступною формулою

$$D = \sqrt{\frac{4Q_{г}}{\pi V}} ,$$

де $Q_{г}$ - гранична подача, $м^3/с$; V - швидкість води в трубопроводі (для всмоктувальної лінії 1 м/с, для напірної 2 м/с).

Основний насос

Всмоктувальна лінія

$$D = \sqrt{\frac{4 * 0,055}{3,14 * 1}} = 0,265 \text{ м},$$

Приймаємо діаметр 280 мм

Напірний трубопровід

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,055}{3,14 \cdot 2}} = 0,187 \text{ м},$$

Приймаємо діаметр 200 мм

Бустерний насос

Всмоктувальний трубопровід

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,019}{3,14 \cdot 1}} = 0,156 \text{ м},$$

Приймаємо діаметр 160 мм

Напірний трубопровід

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,019}{3,14 \cdot 2}} = 0,11 \text{ м},$$

Приймаємо діаметр 110 мм.

2.3 Вибір електродвигунів для основного та допоміжного насосів

Привідні електродвигуни для насосів підбирають за розрахунковою потужністю, частотою обертання вала та формою виконання насоса.

Необхідна потужність двигуна

$$N_p = k_3 \frac{9,81 Q_{гр} H_{гр}}{\eta_{гр}}, \text{ кВт}$$

де $Q_{гр}$, $H_{гр}$ і $\eta_{гр}$ – подача, напір і ККД насоса в граничному режимі роботи;
 k_3 – коефіцієнт запасу потужності.

$$N_p = 1,05 \frac{9,81 * 55 * 32}{79} = 229,48 \text{ кВт}$$

Марка двигуна основного насоса 1BAO-450S-4 Y2,5

Бустерний насос

$$N_p = 1,15 \frac{9,81 * 19 * 31}{67} = 99,18 \text{ кВт}$$

Марка двигуна бустерного насоса АИР160S2

Значення коефіцієнта запасу залежно від потужності привідного електродвигуна наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Значення коефіцієнта запасу потужності

Потужність електродвигуна, кВт	2...5	5...10	10...50	50...350	більше 350
Коефіцієнт запасу k_3	1,5...1,3	1,3...1,15	1,15...1,10	1,10...1,05	1,05

До установки приймають електродвигун з номінальною потужністю, яка є найближчою більшою до отриманої, та частотою обертання, що відповідає номінальній частоті обертання вала прийнятого насоса.

Для приводу насосів при потужності до 500 кВт використовують асинхронні трифазні короткозамкнені електродвигуни нормального виконання.

Технічні характеристики електродвигуна 1ВАО-450S-4 У2,5 номінальні значення потужності 200кВт, напруга 6000В, частоти обертання вала 3000 об/хв, ККД 93,2%, креслення зображено на рис.3.8

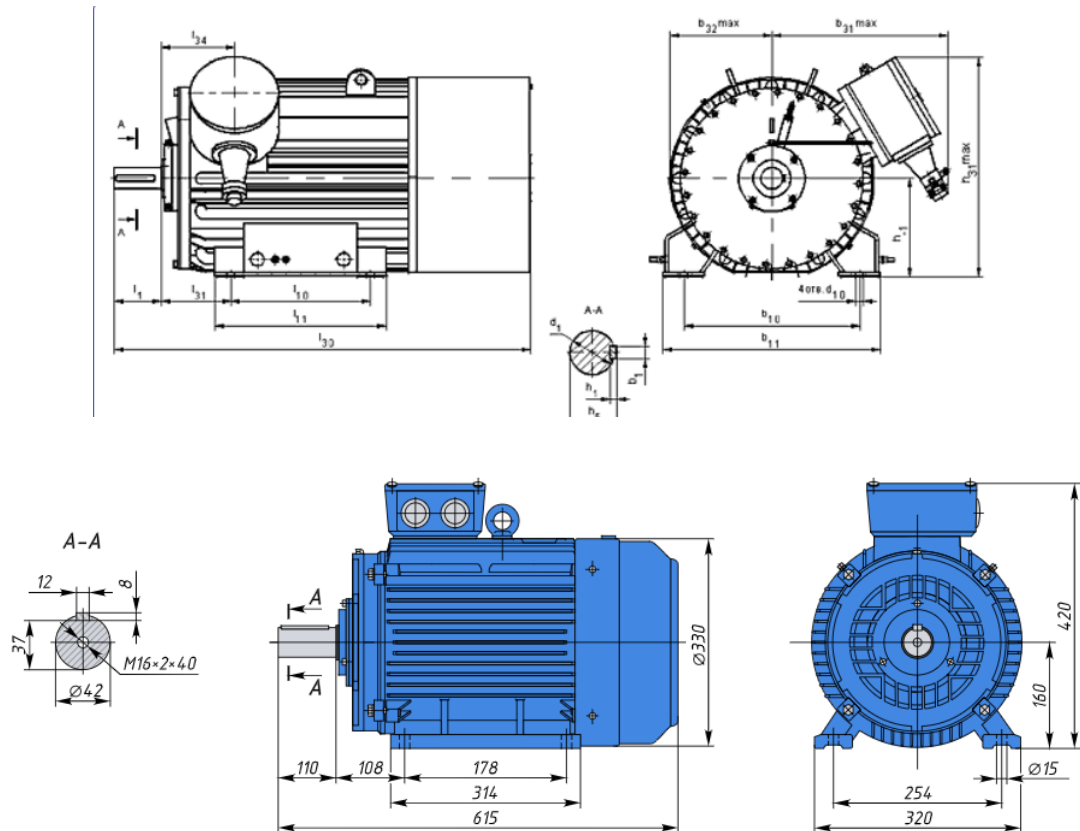


Рисунок 3.8 – Креслення електродвигуна 1ВАО-450S-4 У2,5

Технічні характеристики електродвигуна АИР160S2 номінальні значення потужності 15кВт, напруга 660В, частоти обертання вала 3000 об/хв, ККД 89,4%, креслення зображено на рис.3.9

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ НС ТА КОМПОНОВКА ОБЛАДНАННЯ

3.1 Визначення параметрів і вибір допоміжного обладнання насосної станції

3.1.1 Проектування вакуум-системи

Якщо рівні води в джерелі зрошення знаходяться нижче основних насосів, всмоктувальні труби і корпуси насосів заповнюються водою, що надходить в них під атмосферним тиском в результаті створення пониженого тиску шляхом відкачки повітря.

Для цього використовують наступні системи:

- видалення повітря із корпусу насоса і всмоктувальної труби вакуум-насосом, включеним перед початком заливки і виключеним по її закінченню;
- утримання насосів під постійним zalиванням.

Основними вихідними параметрами для визначення розмірів системи заливки є: тип відцентрового насоса, допустима висота всмоктування, геометричні розміри всмоктувальної лінії, коливання рівнів води в вододжерелі, прийнятий час заливки насоса, рівень автоматизації насосної станції.

Вакуум-насоси вибирають за відносним розрідженням у всмоктувальній лінії основного насоса при розрахунковій подачі насоса.

Відносне розрідження визначається за формулою

$$P = 1,1(H_{ГВ} + \Gamma + H_{ВК})/H_a \cdot 100,$$

де $H_{ГВ}$ - геометрична висота всмоктування основного насоса при граничній подачі і мінімальному рівні в джерелі, м; Γ – відстань від осі до верхньої частини корпусу основного насоса, м; $H_{ВК}$ – перевищення мінімального рівня води у вакуум-котлі над корпусом основного насоса, м; H_a – напір води, який відповідає атмосферному тиску, м.

для нашого випадку отримаємо

$$P = 1,1(4,5 + 0,44 + 0,7)/10 \cdot 100 = 62\%.$$

Подача вакуум-насоса визначається за формулою

$$Q = H_a \cdot W \cdot k \cdot k_1 / (T(H_a - 1,15H_{ГВ})),$$

де W – об'єм всмоктую чого (від мінімального рівня води в джерелі) і напірного (до засувки) трубопроводів та корпусу насоса, м³; k - коефіцієнт запасу, $k = 1,1 \dots 1,15$; T - час, необхідний для створення потрібного вакууму, $T = 7 \dots 10$ хвилин; k_1 - коефіцієнт який враховує режим роботи насосної станції.

Для нашого випадку отримаємо

$$Q = 10 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 / (8 \cdot (10 - 1,15 \cdot 4,5)) = 0,28 \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Виходячи з необхідних значень $P = 62\%$, $Q = 0,28 \text{ м}^3/\text{хв}$ приймаємо вакуум-насос ВВН-1,5, технічні характеристики якого наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика вакуум-насосів

Показник	Водокільцевий компресор		Водокільцевий вакуум-насос			Ротаційна машина, компресор			
	ВК-4	ВК-8	ВВН-0,75	ВВН-1,5	ВВН-3	РМК-1	РМК-2	РМК-3	РМК-4
Подача, м ³ /хв	0,4	0,8	0,75	1,5	3,0	1,5	4,2	11,5	27,0
Максимальний вакуум, %	80	80	60	80	80	90	92	97	96
Частота обертання, об/хв.	1450	1450	1450	1450	1450	1450	1450	960	720
Потужність електродвигуна, кВт	1,7	2,8	2,2	4,0	7,5	4,5	10,0	29	70
Орієнтовна витрата води, л/хв.	4	5	3	10	12	10	20	60	108
Габарити, мм									
довжина	392	417	445	682	1085	575	575	1215	1645
ширина	240	240	240	450	510	360	360	500	680
висота	278	278	295	938	1102	390	390	790	1070
Діаметр патрубку, мм									
вхідного	25	25	25	50	65	65	65	125	170
напірного	25	25	25	50	65	65	65	76	170
Маса насоса, кг	38	42	50	163	380	93	109	475	1028

Корисний об'єм вакуум-котла (л) визначається за формулою

$$W_k \geq Q_{\text{пов}} \cdot t_b,$$

де $Q_{\text{пов}}$ - підкачування повітря в систему, л/год; $t_{\text{в}}$ - інтервал часу між включеннями, год.

Для нашого випадку отримаємо

$$W_{\text{к}} \geq 200 \cdot 0,25 = 50 \text{ л} = 0,05 \text{ м}^3.$$

3.1.2 Вибір пневматичного обладнання

Для забезпечення чергового режиму роботи насосної станції використовується пневматичне обладнання: водоповітряний резервуар (ВПР) і компресор. ВПР призначений для автоматизації роботи допоміжних насосів, для поповнення втрат води з мережі в черговому режимі, для гасіння гідравлічного удару, тощо. Згідно рекомендацій для насосних станцій з подачею більше 500 л/с устатковується два ВПР, кожен ємністю до 10 м³.

Для ефективного використання ВПР рекомендується підтримувати в ньому приблизно співвідношення повітря і води: 10% повітря, 90% води. На протязі певного часу повітря у ВПР зменшується внаслідок втрат його через нещільності та розчинення у воді, що приводить до зменшення регулюючої ємності ВПР. Для поповнення втрат повітря із ВПР використовується компресор. Компресор приймається за тиском, який дорівнює або трохи більший тиску в закритій зрошувальній мережі (ЗЗМ). За тиск в ЗЗМ приймають максимальний тиск, який розвивають допоміжні або основні насоси. Компресор включається і виключається автоматично в залежності від положення рівня води у ВПР та місця установки електродних датчиків рівня (ЕРОУ-2, або ЕРОУ-3), які відповідають мінімальному (Y_1) і максимальному (Y_2) об'єму повітря у ВПР

Компресор підбирають за даними таблиці 3.2. Виписують його марку, параметри і масу.

Таблиця 3.2 - Розміри і параметри компресорів

Марка компресора	Подача, м ³ /год	Тиск, МПа	Потужність двигуна, кВт	Габаритні розміри, мм			Маса кг
				довжина L	ширина В	висота Н	
ГП-0,15/10	8,4	1,0	1,5	1100	370	600	75
У-43102	30	0,7	4,2	420	360	555	67
ГСВ-0,6/12	36	1,2	5,5	1786	560	1300	350
КХ-411	60	0,7	10	1570	665	1430	660
ГСВ-1/12	60	1,2	10	1866	670	1480	520

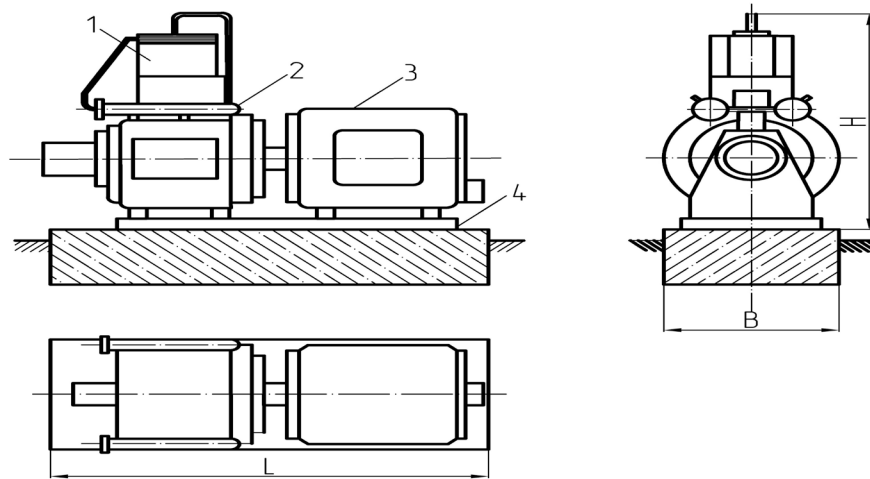


Рисунок 3.1 - Габаритні розміри компресора: 1 – компресор;
2 – холодильник; 3 – електродвигун; 4 – рама.

Об'єм ВПР повинен забезпечувати допустиму частоту включення допоміжних насосів, яка не повинна перевищувати 4...6 включень на годину. Регулююча ємність визначається за законом Бойля – Маріотта

$$P_O V_O = P_{max} \cdot V_1 = P_{min} \cdot V_2 = const ,$$

де P_O - мінімальний абсолютний тиск повітря у ВПР, МПа;

V_O - об'єм повітря, який відповідає цьому тиску, м³.

Об'єм води у ВПР при мінімальному тиску в мережі приймають рівним 15 % від ємності бака, тобто $V_{\min} = 0.15 \cdot V$. Тоді об'єм повітря (м³) при мінімальному тиску буде

$$V_o = V - V_{\min}$$

В нашому випадку

$$V_{\min} = 0,15 \cdot 10 = 1,5 \text{ м}^3,$$

$$V_o = 10 - 1,5 = 8,5 \text{ м}^3.$$

Максимальний абсолютний тиск (МПа), при якому працює допоміжний насос , дорівнюватиме

$$P_{\max} = p \cdot q \cdot (H_a + 10) \cdot 10^{-6} ,$$

де p - щільність води, $p = 1000 \text{ кг/м}^3$;

q - прискорення сили тяжіння, $q = 9,81 \text{ м/с}^2$;

H_a - напір насоса в точці А, м.

$$P_{\max} = 1000 \cdot 9,81 \cdot (36,94 + 10) \cdot 10^{-6} = 0,46 \text{ МПа}.$$

Мінімальний абсолютний тиск (МПа), при якому працює допоміжний насос, становитиме

$$P_{\min} = p \cdot q \cdot (H_d + 10) \cdot 10^{-6} ,$$

В нашому випадку

$$P_{min} = 1000 \cdot 9,81 \cdot (24,57 + 10) \cdot 10^{-6} = 0,34 \text{ МПа.}$$

Мінімальний тиск (МПа) у ВПР приймається на $2pg \cdot 10^{-6}$ нижче мінімального тиску допоміжного насоса

$$P_0 = P - 2pg \cdot 10^{-6},$$

$$P_0 = 0,34 - 2 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-6} = 0,32 \text{ МПа.}$$

Знаходимо об'єм повітря (м^3) при максимальному і мінімальному тиску допоміжного насоса за співвідношеннями

$$V_1 = P_0 V_0 / P_{max},$$

$$V_2 = P_0 V_0 / P_{min}.$$

В нашому випадку

$$V_1 = 0,32 \cdot 8,5 / 0,46 = 5,91 \text{ м}^3,$$

$$V_2 = 0,32 \cdot 8,5 / 0,34 = 8 \text{ м}^3,$$

Регулюючи ємність ВПР визначають за формулою

$$V_p = V_2 - V_1.$$

$$V_p = 8 - 5,91 = 2,09 \text{ м}^3.$$

Час наповнення ВПР визначають у такий спосіб:

$$t_H = 1000 \cdot V_P / (Q_{BT} - Q_{сер}),$$

де $Q_{сер}$ - середня подача допоміжного насоса, л/с;

Q_{BT} - втрати води, л/с.

У відповідності з рис. 2.3.

$$Q_{сер} = Q_a + Q_B / 2.$$

Втрати води для мережі з пластикових труб

$$Q_{BT} = 0,05 \cdot Q_{max}$$

де Q_{max} - максимальна подача насосної станції, л/с.

В нашому випадку

$$Q_{BT} = 0,05 \cdot 627,3 = 31,37 \text{ л/с.}$$

$$Q_{сер} = (24 + 47) / 2 = 35,5 \text{ л/с.}$$

$$t_H = 1000 \cdot 2,09 / (35,5 - 31,37) = 506 \text{ с.}$$

Час спорожнення ВПР визначається за формулою

$$t_0 = 1000 \cdot V_P / Q_{BT}.$$

Час спорожнення ВПР буде рівний

$$t_0 = 1000 \cdot 2,09 / 35,5 = 59 \text{ с.}$$

Частота включення допоміжного насоса на годину

$$n_{BKЛ} = 3600/(t_H + t_0).$$

В нашому випадку

$$n_{BKЛ} = 3600/(506 + 59) = 6,37 = 7.$$

Якщо $n_{BKЛ} > 6$, то необхідно збільшити об'єм ВПР, в нашоу випадку необхідно збільшити об'єм ВПР, який розрахуємо за формулою

$$V = \frac{3,6Q_{BT}}{0,85n_{BKЛ}} \frac{(H_{Д}+10)(H_a+10)}{(H_a+9)(H_a-H_{Д})} \left(1 - \frac{Q_{cp}}{Q_{вт}}\right),$$

$$V = \frac{3,6 \cdot 35,5}{0,85 \cdot 7} \frac{(24,57+10)(34,34+10)}{(34,34+9)(34,34-24,57)} \left(1 - \frac{31,37}{35,5}\right) = 9,05 \text{ м}^3.$$

Для даної насосної станції приймаємо 2 водоповітряних резервуара ємністю по 10 м³ (таб.3.4, рис.3.3), та компресор ГП-0,15/10, розміри і параметри якого вказані в табл. 3.2 та рис. 3.1.

Таблиця 3.3 - Розміри та параметри компресора

Подача	Тиск, МПа	Потужність двигуна, кВт	Габаритні розміри			Маса, кг
			L	B	H	
8,4	1	1,5	1100	370	600	75

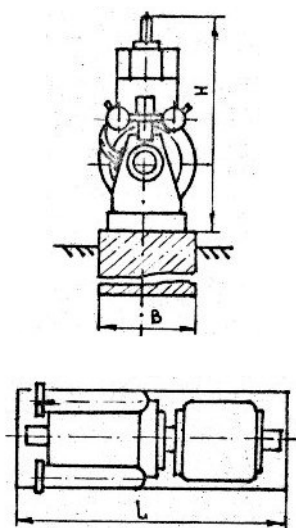


Рисунок 3.1 - Ескіз компресора ГП-0,15/10

Таблиця 3.2 – Основні розміри водоповітряного баку

Об'єм баку, м ³	Р _у , МПа	Розміри, мм									Маса, т
		D	H	h ₁	h ₂	h ₃	L ₁	L ₂	D ₂	δ	
10	1,0	2000	4260	3628	564	154	2190	2380	1810	14	2,99

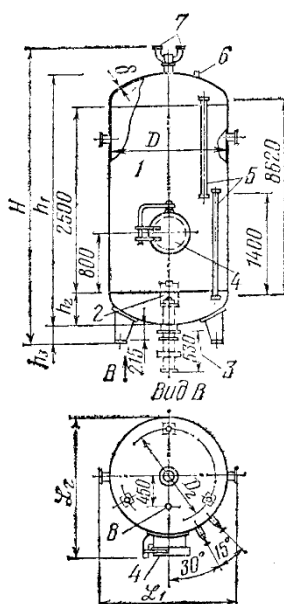


Рисунок 3.2 – Схема водно-повітряного баку

Трубопровідна арматура на комунікаціях в приміщенні насосної станції

До комунікацій, розміщених у приміщенні насосної станції, належать всмоктувальні й напірні трубопроводи — до засувки (затвора) на магістральній лінії включно, а також мережі допоміжних систем: вакуумної, дренажної, пневматичного обладнання, технологічного скиду тощо.

Під час вибору арматури доцільно враховувати такі рекомендації:

1. На всмоктувальних лініях насосних станцій камерного типу доцільно встановлювати паралельні засувки з ручним керуванням, оскільки обладнання тут зазвичай розташоване нижче рівня води в нижньому б'єфі. Такі засувки використовують під час виконання ремонтів гідромеханічного устаткування (рис. 3.4); їхній діаметр має відповідати діаметру відповідного трубопроводу.

2. З'єднання напірних труб виконується як у межах приміщення насосної станції, так і поза ним. У процесі проектування комунікацій цього типу слід забезпечити розміщення виходів назовні на висотах, які дозволяють безперешкодне проведення ремонтних робіт у разі аварій поблизу станції.

3. Рекомендований набір елементів арматури для напірної ділянки трубопроводу може включати: дифузор, компенсатор, зворотний клапан, монтажну вставку та запірний пристрій (рис. 3.2). Розміщення компенсатора між насосом і зворотним клапаном запобігає передаванню зусиль, що виникають унаслідок гідроудару, безпосередньо на насос. У такому разі насос сприйматиме лише реактивну дію потоку води.

4. Діаметри напірних ліній визначаються залежно від допустимих швидкостей руху води з урахуванням граничної витрати Q_{Γ} або $Q_{\Gamma, \text{д.н.}}$.

5. Трубопровідну арматуру добирають відповідно до умовного тиску робочого середовища (РУ) та номінального діаметра проходу (ДУ), який, як правило, збігається з діаметром трубопровідної лінії.

6. На насосних станціях з автоматизованим управлінням у ролі запірної арматури на напірних ділянках застосовують дискові затвори з електричним або гідравлічним приводом [4], а також встановлюють зворотні клапани.

Вся інформація заноситься до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Трубопровідна арматура насосної станції

Місце встановлення	Діаметр умовного проходу D_y , мм	Умовний тиск P_y , МПа	Позначення	Габаритні розміри елементів, мм; маса М, кг
Для основного насоса				
Конфузор	300x250	1		М=11,9, L=180
Дифузор	200x250	1		М=6,9, L=219
Зворотній клапан	250	1		М=52,5, L=120
Засувка	250	1		М=179 L=450, Н=1084
Для допоміжного насоса				
Конфузор	200x150	1		М=4,2, L=140
Дифузор	80x100	1		М=09, L=80
Зворотній клапан	100	1		М=17,7, L=80
Засувка	100	1		М=39,5 L=230, Н=570

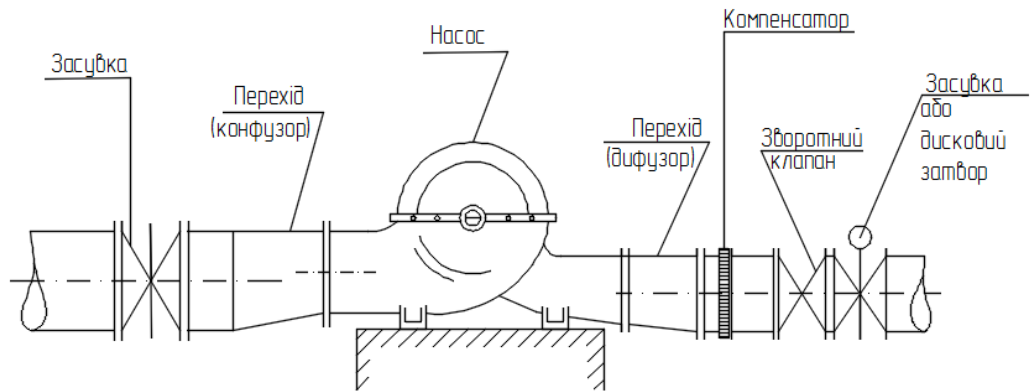


Рисунок 3.2- Схема установки трубопроводної арматури біля насосу

3.1.3 Підйомно-транспортне обладнання

Підйомно-транспортне обладнання для машинних залів насосних станцій підбирають з урахуванням маси монтажних агрегатів та габаритів споруди. Якщо маса вантажу не перевищує 1 т, використовують стаціонарні балки або ручні підвісні кран-балки.

Для навантаження до 5 т застосовують ручні підвісні крани-балки.

Якщо вага вантажу перевищує 5 т, використовують ручні мостові крани.

Коли підйом здійснюється на висоту понад 16 м або довжина машинного залу перевищує 18 м, доцільно використовувати електричне вантажопідйомне обладнання. Його вантажопідйомність визначають за вагою найважчого агрегату чи монтажної одиниці, враховуючи масу допоміжного оснащення (траверси, стропи) та з урахуванням коефіцієнта запасу в межах 1,1–1,5.

Оскільки точні габарити насосної станції відсутні, їх визначають орієнтовно. Довжину машинного залу наземної насосної станції можна розрахувати за такою формулою:

$$B = b_1 + b_5 + (z - 1) \cdot b_6 + z \cdot A + 2 \cdot A_b, \quad (3.1)$$

де b_1 – довжина монтажного майданчика (м), визначають з умови розташування обладнання, яке ремонтується; приймають як суму розмірів

насосного агрегату плюс дві відстані по 0,7 м; b_5, b_6 – відповідно прохід між обладнанням і стіною та між краями обладнання, $b_5 = b_6 = 1,0$ м [3]; A – довжина насосного агрегату (м), дорівнює сумі довжин насоса і електродвигуна (беруть з каталогу насосів); A_b – довжина допоміжного насосного агрегату (м), визначають аналогічно A ; z – кількість основних насосів.

Умовні позначення, які використовуються для розрахунку довжини машинного залу, здебільшого відповідають тим, що подано в джерелі [3].

У насосних станціях камерного типу монтажний майданчик облаштовується у наземній частині споруди, тому в цьому випадку розмір b_1 у формулі (3.1) не враховується.

Максимальна висота підйому вантажу в межах машинного залу визначається наступним чином:

— для наземних будівель — виходячи з умови переміщення вантажу над встановленим обладнанням.

$$H_{\Pi} = h_5 + h_6,$$

де h_5 – відстань (м) від підлоги до низу деталі, що переноситься з урахуванням висоти встановленого обладнання і запасу при перенесенні обладнання, який приймають 0,5 - 1,0 м;

$$H_{\Pi} = H_{\text{м.з.}} + h_0 + h_6,$$

де $H_{\text{м.з.}}$ – висота підземної частини машинного залу (м); h_0 – висота огороження монтажного майданчика (0,9–1,0 м) з урахуванням запасу при перенесенні обладнання (0,5 м); h_6 – те ж саме, що у попередній формулі.

Висоту (м) підземної частини визначають різницею відміток монтажного майданчика $\nabla_{\text{мм}}$ і відмітки підлоги насосної станції [3, с.149, рис.95]

$$H_{\text{м.з.}} = \nabla_{\text{мм}} - \nabla_{\text{п.нс.}}$$

Відмітка монтажного майданчика (м) становить

$$\nabla_{\text{мм}} = \nabla_{\text{пм}} + h_3,$$

де $\nabla_{\text{пм}}$ – відмітка (м) пристанційного майданчика; h_3 – перевищення відмітки монтажного майданчика над рівнем пристанційного майданчика, $h_3=0,15-0,20$ м.

Для насосних станцій камерного типу відмітку (м) пристанційного майданчика визначають за формулою

$$\nabla_{\text{пм}} = \nabla_{\text{max}} + h_2$$

де ∇_{max} – відмітка (м) максимального рівня води в джерелі водозабору розрахункової забезпеченості; h_2 – перевищення (м) рівня пристанційного майданчика над ∇_{max} , яке слід приймати не менше 0,5 м і з урахуванням набігання хвилі в залежності від подачі насосної станції:

Q , м ³ /с	менше 6	6-20	20 і
більше h_2 , м	0,6	0,8	1,0

Технічні характеристики підйомно-транспортного обладнання наведені в [3]. Для підбраного обладнання виписують тип, марку, розміри, маси і виконують рисунок.

3.1.4 Контрольно-вимірювальна апаратура

Під час визначення комплексу контрольно-вимірювальної апаратури для автоматизації насосної станції слід орієнтуватися на задану схему автоматизації та скористатися рекомендаціями, поданими в [3].

Окремі технічні рішення, що впроваджуються при автоматизації таких об'єктів, частково описано в [15].

Для кожного типу обладнання (дренажні, допоміжні, основні та вакуумні насоси, компресори) апаратура підбирається індивідуально.

Окрім вищезгаданих джерел, слід також застосовувати знання, здобуті під час вивчення дисципліни «Основи автоматики і автоматизації виробничих процесів» [6].

Інформацію про склад електротехнічного обладнання подано в [3], а його функціональне призначення та конструктивні особливості розглянуто в [5, 9 та ін.].

3.2 Компановка обладнання і визначення розмірів будівлі насосної станції

Обґрунтування планувальної схеми розміщення основного та допоміжного обладнання насосної станції.

Під час організації внутрішнього простору насосної станції слід керуватись вказівками, наведеними в [2]. У випадку, коли кількість основних насосів не перевищує трьох, доцільно застосовувати однорядне компонування, при якому осі агрегатів орієнтують уздовж будівлі.

Якщо станція обладнана чотирма-восьмома насосами, допускається однорядне розташування, але з перпендикулярною орієнтацією до довгої осі споруди.

У разі встановлення понад чотирьох основних агрегатів горизонтального типу можливе дворядне компонування: насоси з лівим і правим напрямом обертання розміщують у шаховому порядку. При цьому обов'язково визначають та враховують монтажні плями для кожного насоса [10].

Поперечний розріз будівлі насосної станції наземного типу наведено на рисунку 3.3.

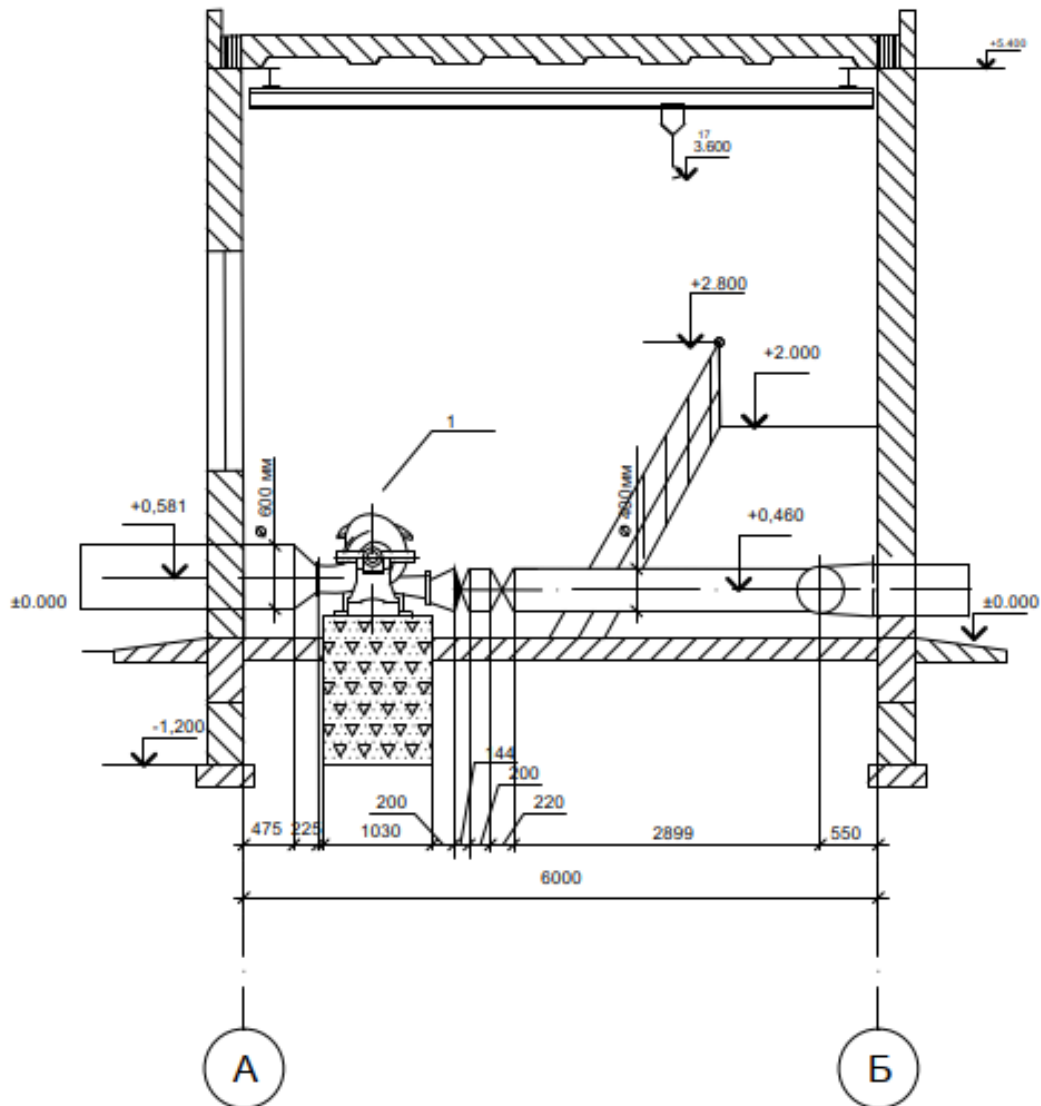


Рисунок 3.3 - Поперечний переріз насосної станції наземного типу з насосами ЦН400-105

Визначають ширину будівлі. Схему для визначення ширини будівлі наземного типу наведено в [3, с.149, рис.95].

Довжина будівлі (м) визначають (рис. 3.3, 3.4) за формулою

$$L_p = 2\sigma + l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 \quad (3.7)$$

де σ - прив'язка стін до вісі будівлі (м), для повнозбірних і каркасних конструкцій $\sigma = 0$; l_1 - відстань, яку приймають за умови ремонту зварного шва або збирання фланцевого з'єднання, $l_1 = 0,2 - 0,3$ м; l_2 - довжина засувки (для камерного типу будівлі) і звуження (конфузора), м; $l_1 + l_2$ - за умови розміщення лотка кабельного каналу з поперечним перерізом $0,6 \times 0,9$ м, $l_1 + l_2 \geq 1,2$ м; $l_3 + l_4$ - габарити насоса, м; l_5 - довжина розширення (дифузора) з сальниковим компенсатором, м; l_6 - будівельна довжина зворотного клапана, м; l_7 - вставка, застосування якої необхідне, коли не стикаються фланці або диск зворотного клапана може задіти диск поворотного клапана, $l_7 = 0,2 - 0,5$ м; l_8 - будівельна довжина дискового поворотного клапана з електро- або гідроприводом, м; l_9 - за умови мінімальної ширини службового містка (не менше $0,8$ м) або за умови організації проходу по підлозі (не менше $1,5$ м), або за умови мінімального приближення фланця до стіни будівлі ($0,3 - 0,4$ м).

$$L_p = 2 \cdot 0,3 + 0,3 + 1,2 + 4 \cdot 1,23 + 0,5 + 0,5 + 1,5 + 2 \cdot 0,46 + 5 \cdot 0,4 \\ = 12,44 \text{ м}$$

Приймаємо загальну довжину 21 м

Ширину будівлі приймають за найбільш близьким уніфікованим розміром: для будівель каркасної конструкції 6 і 9 м.

Визначення розмірів машинного залу та будівлі насосної станції.

Довжину машинного залу встановлюють з урахуванням розташування як основних, так і допоміжних насосів. Допоміжне обладнання може бути розміщене між основними агрегатами або в протилежному кінці приміщення, на протилежному боці від монтажного майданчика. У першому випадку габарити допоміжних насосів не враховуються під час розрахунку довжини залу.

Довжину машинного приміщення визначають як кратну кількості плит перекриття за умови однорядного компонування насосів. Для дворядного розміщення застосовують аналогічну формулу, де кількість плит визначається відповідно до числа агрегатів в одному ряду, а розмір проходу між ними

вибирають із урахуванням прокладання всмоктувальних труб для другого ряду насосів.

Остаточні габарити будівлі насосної станції встановлюють після компонування всього допоміжного обладнання (вакуумних, дренажних насосів, компресорів тощо) та уточнення розмірів монтажного майданчика й службового приміщення [3]. При цьому загальна довжина споруди повинна бути кратною розмірам уніфікованих збірних елементів каркасної системи - для таких будівель типовою є кратність 3 м.

Висоту будівлі визначають за максимальним вантажопідйомом (НП), який має забезпечуватися підйомно-транспортним обладнанням, і з урахуванням його габаритів. Схематичне пояснення методики подано в [3], а також на рис. 3.3. Відповідно до цієї схеми розрахунок висоти виконують за встановленою формулою.

$$H_p = H_{II} + h_7 + h_8 + h_9$$

де h_7 – висота (м) підвісної кран-балки (від крюка до низу монорельси), відповідає значенню h в [3]; h_8 – висота монорельси, м; h_9 – відстань від верху монорельси до низу балки перекриття, $h_9 = 0\text{--}0,3\text{ м}$.

Висота надземної частини повнозбірної конструкції не може бути більшою 4,2 м; для каркасної конструкції висота кратна 0,6 м, починаючи з 3,6 м.

Підземна частина для будівель повнозбірної конструкції (без плити днища) приймається висотою, яка кратна 0,6 м. За прийнятим варіантом уточнюють відмітку осі насосів, приймаючи її за нульову $\nabla_{00} = \nabla_{\text{мм}}$.

Одержані при розрахунках габарити будівлі ув'язують з розмірами збірних залізобетонних елементів. Конструкції елементів повнозбірних будівель наведені в [7] та додатках. Для каркасних типів будівлі розміри воріт приймають 3,0х3,0 або 3,6х3,6м. Їх обрамлення виконують залізобетонними балками прямокутного перерізу 0,3х0,3 або 0,4х0,4м.

7. Виконують висотну прив'язку будівлі станції до місцевості.

4 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ БУДІВЛІ НС

4.1 Сфера застосування

Конструкції каркасів розроблені для застосування: В І... ІV районах за вагою снігового покриву (базовий варіант каркаса і прогонів покриття) В І... ІV районах за вітровим тиском (базовий варіант каркаса і прогонів стін). В опалювальних і неопалювальних будівлях без кранів (каркаси з колонами з гнутих (зокрема, оцинкованих) профілів або каркаси з колонами зі зварних (прокатних) двотаврів); В опалювальних і неопалювальних будівлях з підвісними кранами в/п 1 і 2 тс з режимами роботи 1К... 3К (каркаси з колонами з гнутих (зокрема оцинкованих) профілів (крок 3,0; 4.5 і 6.0 м) або каркаси з колонами зі зварних (прокатних) двотаврів (крок 6.0 м); В опалювальних і неопалювальних спорудах із мостовими опорними кранами вантажопідйомністю 5, 10 тс із режимами роботи 1К...5К і 16 тс із режимами роботи 1К...3К (каркаси з колонами зі зварних (прокатних) двотаврів (крок 6.0 м); У приміщеннях із неагресивним або слабоагресивним середовищем за відносної вологості всередині приміщення до 100 %; З утепленими і неутепленими огорожувальними конструкціями у вигляді сендвіч-панелей; конструкцій пошарового складання (включно із застосуванням підвісного армованого утеплювача); кассетів, профільованого листа, конструктивного шиферу тощо.

Параметри будівель із каркасами подано в табл.4.1.

Таблиця 4.1 - Параметри будівель із каркасами

Пролет L, м	Номинальная высота здания H, м									
	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4	9.0
9	•	•	•	•	•	•	•			
12	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
15			•	•	•	•	•	•	•	•
18				•	•	•	•	•	•	•
21					•	•	•	•	•	•

Параметри будівель з підвісними (П) і мостовими (М) опорними кранами залежно від їхнього прольоту і висоти наведені в табл.4. 2.

Таблиця 4.2 - Параметри будівель з підвісними (П) і мостовими (М) опорними кранами

Пролет L, м	Номинальная высота здания H, м									
	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4	9.0
9			П	П	П	П	П	ПМ	ПМ	ПМ
12			П	П	П	П	П	ПМ	ПМ	ПМ
15			П	П	П	П	П	ПМ	ПМ	ПМ
18				П	П	П	П	ПМ	ПМ	ПМ
21					П	П	П	ПМ	ПМ	ПМ

4.2 Конструктивні рішення каркаса

Несучий каркас споруди виконано у вигляді однопрогонових рам, які розміщені з інтервалом 3 метри. Вибір кроку залежить від параметрів будівлі, характеру діючих навантажень, а також наявності кранового обладнання.

У типових випадках, коли поперечні рами мають однакові геометричні характеристики та сприймають подібні навантаження, можливе застосування різного кроку їх розміщення. Несуча здатність конструктивних елементів із гнутих профілів у таких випадках досягається за рахунок варіювання товщини профілю.

У процесі проектування слід зважати на те, що збільшення міжосьової відстані між рамами сприяє зменшенню загальної металоємності та вартості будівлі. Остаточне визначення доцільності використання кроку 3 м виконується з урахуванням погодження з підприємством-виробником.

Колони конструктивної системи жорстко закріплені на фундаментах і виготовляються з гнутих Z-профілів або із зварних (прокатних) двотаврів. Ригель рами має форму трикутної кроквяної конструкції з поясами, виконаними з гнутих Z-профілів, і затяжкою зі сталевого круглого прокату.

Оптимальний розподіл зусиль у ригелі досягається завдяки коригуванню ексцентриситету вузла, в якому кріпиться затяжка, індивідуально для кожного прольоту. Скат ригеля має нахил 25%.

У місці стику з колонами передбачене шарнірне опирання. У торцевій частині будівлі встановлюються відповідні рами й додаткові фахверкові стійки.

Сталь для конструкцій каркаса повинна прийматися за табл.4.3.

Допускається робити заміну сталі на іншу відповідно до ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування». Марку сталі рам вибирають за табл.4.3 залежно від типу будівлі (опалювальна або неопалювальна) і кліматичного району будівництва.

Таблица 4.3 – Марка сталі

Климатический район строительства (расчетная температура, С°)	Марка стали при типе здания:			
	неотапливаемое		отапливаемое	
	Конструкции из гнутых профилей, листовые детали t до 10 мм	Сварные колонны, затяжки ригеля, связи, листовые детали t > 10 мм	Конструкции из гнутых профилей, листовые детали t до 10 мм	Сварные колонны, затяжки ригеля, связи, листовые детали t > 10 мм
II ₄ (-30>t≥-40); II ₅ и др. (t>-30)	C245, C255	C245, C255	C245, C255	C245, C255
I ₂ ; II ₂ и II ₃ (-40>t≥-50)	C255	C345	C255	C255 ¹⁾
I ₁ (-50>t≥-65)	C345-2, C345-3	C345-2, C345-3	C255	C255 ¹⁾

Стійкість і геометрична незмінність будівлі забезпечується: у поперечному напрямку - жорсткістю колон (базовий варіант каркаса);

жорсткістю колон і просторових зв'язків, у поздовжньому напрямку - системою вертикальних зв'язків і розпірок.

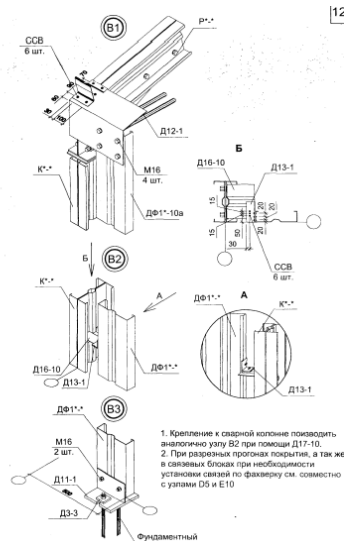


Рисунок 4.1 - Схема узлов крайней стойки фахверка

Стійкість ригеля за згинальною і згинально-крутильною формами забезпечується системою горизонтальних зв'язків, розпірок, прогонами покриття і підкосами або, у разі безпрогонного рішення, диском жорсткості за покриттям.

Соприкасаемые конструкции	Тип ограждающих конструкций			Прим.
	Для холодных зданий	Для теплых зданий	Панели	
Г1 примыкание стенного ограничения к кровле				
Г2 примыкание кровли к стене в торце здания				
Г3 коньковый узел				
Г4 щипцовый узел				
Г5 узел здания				
Г6 горизонтальный стык по высоте				

Рисунок 4.2 - Вузлы огорождающей конструкции

Стійки фахверка виконуються із Z-прогрівів. Перетин стійок фахверка може бути з одиночного або зведеного профілю

Прогони покриття встановлюються з номінальним кроком 1.5 м, виконуються з гнутих профілів за розрізною або нерозрізною схемами. За

розрізної схеми прогони виконують із Z-профілів, встановлюють на рівні ригелів і кріплять до них на болтах через з'єднувальні деталі. За нерозрізної схеми прогони виконують із Z профілів, встановлюють зверху ригелів і кріплять до них через з'єднувальні деталі та між собою самонарізними самосвердлувальними гвинтами. У районах із сейсмічністю понад 6 балів і за наявності підвісних кранів прогони покриття виконуються із Z-профілів.

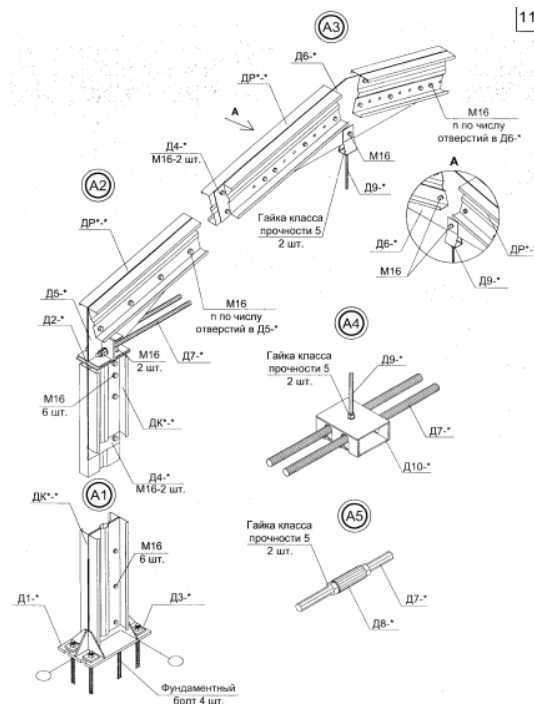


Рисунок 4.2 - Схема вузлів однопрогоної рами

Прогони стін виконуються з гнутих Z-профілів за розрізною схемою. Крок стінових прогонів для стійок із гнутих профілів призначають не більше ніж 1800 і кратно 300 мм і визначають відповідно до розташування вікон, воріт та інших прорізів. Для зварних (прокатних) колон крок прогонів визначають залежно від несучої здатності прогонів і огорожувальних конструкцій. При цьому допускається застосування прогонів із гарячекатаних та інших профілів.

Вертикальні зв'язки по каркасу для будівель $H \leq 7.2$ м і горизонтальні зв'язки з покриття виконуються із Z-профілів (основний тип), із круглої сталі або сталевих каналів.

4.3 Компонування конструкцій будівель

Крок рам каркасів з колонами з гнуто-зварних профілів призначається рівним 3.0 м залежно від прокату і навантажень, що діють на покриття $K_{рок}$ колон каркасів, виконаних зі зварювальних або прокатних двотаврів.

За номінальну позначку H прийнято:

-для будівель $H \leq 7.2$ м - відмітка верхнього обрізу основного профілю колони;

Відмітка низу колони - мінус 0.150 м.

Прийнято нульові прив'язки колон рам.

У торцях будівель встановлюються торцеві рами і стійки фахверка. Прив'язки зовнішньої грані стійок фахверка до осей торцевих рам - 500 мм.

Довжина будівлі прийняли 21м.

Крок стійок фахверка прийнятий кратним 1,5 м і не повинен перевищувати 6 м. Верхній кінець стійок фахверка кріплять до торцевих рам за допомогою спеціальних деталей і самосвердлувальних самонарізних гвинтів.

4.4 Розрахункові положення

Розрахунок конструкцій проведено відповідно до ДБН В.2.6-198:2014 "Сталеві конструкції. Норми проектування" ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Прогини і переміщення. Вимоги проектування,

Рівень відповідальності будівлі нормальний. Коефіцієнт надійності за призначенням $\gamma_n = 0.95$

Навантаження від підвісних кранів, відповідають кранам за ГОСТ 7890-93. У разі застосування кранів індивідуального виготовлення маса крана не повинна перевищувати маси відповідного крана за ГОСТ 7890-93, а база крана повинна бути не меншою за базу відповідного крана за ГОСТ 7890-93 (табл. 4.4).

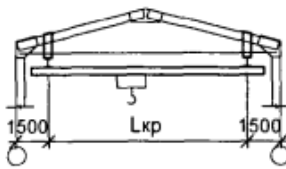
Таблиця 4.4 - Навантаження від підвісних кранів

Грузоподъемность крана Q, тс	Параметры	Пролет здания L, м			
		9	12	15	18
1	Масса крана по ГОСТ 7890-93, т	0.77	0.91	1.21	1.51
	База, мм*	600			
2	Масса крана по ГОСТ 7890-93, т	0.96	1.23	1.52	1.86
	База, мм*	600			

* база - расстояние между колесами крана вдоль пути

Під час вибору конструкцій каркаса навантаження від підвісного крана приймаються як еквівалентне рівномірно розподілене навантаження $q_{\text{екв}}$ від одного крана на колії. Коефіцієнт сполучень $\phi=0.9$ враховано під час визначення еквівалентного навантаження $q_{\text{екв}}$. Розрахункові значення $q_{\text{екв}}$ наводяться в табл. 4.5. Нормативне значення еквівалентного навантаження $q_{\text{екв}}$, н визначається діленням $q_{\text{екв}}$ на коефіцієнт надійності за навантаженням $\gamma_f=1.1$

Таблиця 4.5 – Маркувальні схеми навантаження

Пролет рамы L, м	Q, тс	Схема подвески крана	Эквивалентная равномерно распределенная нагрузка от подвесных кранов $q_{\text{экв}}$, кг/м ² при шаге рам:		
			b=3 м	b=4.5 м	b=6 м
9	1		176	133	101
	2		323	236	172
12	1		106	81	61
	2		192	140	103
15	1		72	55	42
	2		125	93	70
18	1		53	42	31
	2		91	70	52
21	1		39	27	21
	2		60	45	34

Навантаження від мостових опорних кранів (незалежно від їхнього виконання) на колони зі зварених (прокатних) профілів не повинно перевищувати значень, наведених у табл. 4.6.

Таблиця 4.6 - Навантаження від мостових опорних кранів

Q, тс	D max, тс	D min, тс	T попереч., тс
5	7.95	4.5	0.4
10	11.35	5.0	0.75
16	17.0	6.9	1.2

4.5 Вибір елементів каркаса

Вибір елементів рам здійснюють за таблицями марок ригелів, колон, навантажень на фундаменти (далі - маркувальними таблицями) залежно від: Прольоту рами; кроку рам; висоти будівлі; діючих вертикальних і горизонтальних навантажень

Вибір елементів споруд при впливі на них навантажень, що істотно відрізняються від навантажень, що від навантажень за кодами, що відповідають номерам снігового району, наприклад, для будівель, що мають легшу або важчу покрівлю: за наявності підвісних кранів; за врахування здування снігу вітром; за наявності снігових мішків на покритті; важкого технологічного устаткування та ін. Для будівель, по довжині яких діють навантаження різної величини, можливе застосування рам і прогонів покрівлі та стін різних марок, що відповідають, у кожному конкретному місці, діючому навантаженню.

Під час підбору елементів каркаса, включно з рядовими рамами, рамами, розташованими в температурних і деформаційних швах, а також торцевими рамами, зупиняють наступний рядок:

Здійснюється збір вертикальних навантажень $q_{\text{факт}}$ на кожній ділянці будівлі, де діють різні за величиною постійні та тимчасові навантаження з урахуванням фактичних конструкційних рішень покрівлі; наявності підвісних кранів і довжини їхніх шляхів; визначають фактичні снігові навантаження, а також навантаження в зонах снігових мішків і їхню протяжність. За наявності підвісних кранів і технологічного обладнання, що спираються безпосередньо на ригелі, збирання навантажень проводять окремо для ригелів і прогонів покриття. При цьому величину постійних навантажень від власної ваги несучих конструкцій слід приймати за табл. 4.5, а еквівалентні навантаження від підвісних кранів - за табл. 4.6.

Для рам, розташованих у температурних і деформаційних швах, а також для торцевих раз слід враховувати фактичну ширину вантажної площі, що дорівнює $0.5 b_0$.

Вітрове навантаження при цьому допускається приймати як максимальне для різних ділянок будівлі.

Визначають погонне навантаження на ригель $q_{\text{п факт}} = q_{\text{факт}} \times b_0$ [кг/м] на кожній ділянці будівлі.

За відповідними таблицями серії з умови $q_n \text{ факт} * q_n \text{ код}$ за попередньо заданого кроку b_0 обирають необхідні конструкції колон і ригелів для кожної ділянки будівлі. У необхідних випадках, для дотримання умови $q_n \text{ факт} \leq q_n \text{ код}$ крок рам має бути зменшений до 4.5 або 3 м. За дії великих навантажень за погодженням із заводом-виробником можливе зменшення кроку рам $b < 3$ м. У цьому випадку необхідний крок визначається за екстраполяцією від мінімального базового кроку 3 м.

Вибір прогонів покриття

Під час вибору прогонів покриття визначається конструктивне виконання - нерозрізні прогони із Z-профілів або розрізні прогони із Z-профілів. Вибір марки прогонів здійснюють за відповідними таблицями серії залежно від кроку рам і діючих на них навантажень.

Застосування нерозрізних прогонів із Z-профілів або розрізних прогонів із Z-профілів повинно бути погоджено із заводом-виробником.

Рядові прогони поздовжніх і торцевих стін виконуються розрізними із Z-профілів. Марка прогону визначається залежно від його прольоту (кроку колон) і вітрового району. Для каркасів із колонами зі зварних (прокатних) двотаврів крок прогонів приймають залежно від несучої здатності прогонів і огорожувальних конструкцій.

Можливе застосування нерозрізних прогонів із Z-профілів, як додатковий варіант.

Вибір основних зв'язків каркаса

Розташування і кількість вертикальних зв'язків каркаса за основними колонами і стійками фахверка проводиться відповідно до вимог цієї серії

Конструктивне виконання вертикальних зв'язків каркаса визначається заводом-виробником

Для додаткових варіантів каркаса (будівлі, що будуються у V вітровому районі або за сейсмостійкості 8 балів), для створення просторової зв'язкової системи встановлюють додаткові вертикальні зв'язки з колон і стійок

фахверка, а також додаткові горизонтальні зв'язки з покриття (-039). Колони підбираються за маркувальними схемами для IV вітрового району.

4.6 Вимоги до виготовлення та монтажу

Виготовлення та монтаж конструкцій слід проводити відповідно до вимог існуючих документів "Конструкції сталеві будівельні. Загальні технічні умови", стандарту підприємства на виготовлення конструкцій і "Настанова з монтажу будівель з використанням оцинкованих гнутих профілів"

Для виготовлення конструкцій застосовується сталь С245, С255, С345 для елементів - С245, С255, С345 за ГОСТ 27772-88", для елементів із гнутих профілів сталь С245, С255, С345.

Заводські з'єднання зварні. Монтажні з'єднання на болтах нормальної точності і на самонарізних гвинтах.

Не зазначені на вузлах або елементах катети зварювальних швів приймати відповідно до класу міцності класу точності В. У сейсмічних районах клас міцності болтів 8.8. Застосування автоматної сталі для болтів не допускається. Гайки постійних болтів у заводських з'єднаннях і в мон- тажних після вивірки конструкцій закріплюються контргайками. Допускається замість контргайок встановлення пружинних шайб. Для з'єднання оцинкованих профілів металовироби повинні бути оцинкованими

Самосвердлювальні самонарізні гвинти приймають Ф5.5. Несуча здатність гвинтів має бути не меншою за розрахунковий опір R Одногвинтового з'єднання, зазначеного в табл. 4.7.

Таблиця 4.7 - Одногвинтового з'єднання

Толщина елемента t, мм	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
Расчетное сопротивление на срез q, кгс	160	205	245	305	365	410	510	610	710	810

Матеріал або тип покриття гвинтів повинен забезпечувати необхідну корозійну стійкість з'єднань. Завод-виробник має право обирати виробника і марки гвинтів відповідної якості.

Конструкції та деталі конструкцій, виконані з чорної сталі, мають бути захищені від корозії відповідно до вимог СНиП 2.03.11-85 "Захист будівельних конструкцій від корозії" залежно від ступеня агресивності середовища в будівлі.

4.7 Вимоги до фундаментних болтів

Фундаментні болти виконуються з круглої сталі. Сталь фундаментних болтів приймається залежно від кліматичного району будівництва за табл. 4.8.

Зусилля попереднього натягу болтів Нфб залежно від сталі та діаметру болтів наведено в табл. 4.8.

Гайки фундаментних болтів після вивірки конструкцій закріплюють контргайками. Допускається замість контргайок постановка пружинних шайб.

Таблиця 4.8 - Зусилля попереднього натягу болтів

Климатические районы	Расчетная температура района строительства, С°	Сталь фундаментных болтов	Усилия предварительного натяжения болтов Нфб , тс фундаментного болта при диаметре, мм				
			Ø20	Ø24	Ø30	Ø36	Ø42
II4, II5	-30С° > t ≥ -40С°	Ст3пс2 по ГОСТ 380-94	3.0	5.0	8.0	11.0	16.0
II2, II2 и II3	-40С° > t ≥ -50С°	09Г2С-6 по ГОСТ 19281-89*	4.0	6.0	9.0	14.0	19.0
II4, II5	-50С° > t ≥ -65С°	09Г2С-8 по ГОСТ 19281-89*					

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Проектування та будівництво зрошувальної насосної станції повинно базуватись не лише на інженерних розрахунках, а й на аналізі техніко-економічної доцільності. Раціональне використання ресурсів, ефективність використання обладнання, енергоспоживання та вартість подачі води є визначальними факторами при впровадженні таких інфраструктурних об'єктів у сільському господарстві.

Таблиця 5.1 - Основні технічні характеристики об'єкта

Показник	Значення
Тип насосної станції	Наземна, автоматизована
Продуктивність основної станції	609 л/с
Кількість основних насосів	4 шт. (1Д800-56)
Продуктивність допоміжного насоса	≈ 30 л/с
Кількість допоміжних насосів	2 шт. (К100-80-160)
Робочий напір насосної станції	60,57 м
Потужність основного електродвигуна	200 кВт (1ВАО-450S-4 У2,5)
Потужність двигуна бустерного насоса	15 кВт (АИР160S2)
Тип водозабору	Відкритий канал
Тип трубопроводів	Поліетиленові, Ø 110–630 мм
Система керування	Автоматизована

5.1 Енергетичні показники

Річне енергоспоживання (проектне, при роботі 120 днів по 10 годин)

$\approx 1,0\text{--}1,2$ млн кВт·год

Таблиця 5.1 – Основні енергетичні показники

Показник	Значення
Загальна встановлена потужність насосної станції	≈ 800 кВт (4×200 кВт)
Споживання електроенергії на 1 м ³ поданої води	$\approx 0,25\text{--}0,30$ кВт·год/м ³
Середній ККД насосів	0,93

5.2 Економічний ефект від впровадження

Підвищення врожайності основних культур: +20–40%

Зростання валового прибутку з 1 га зрошуваної площі: $\approx +7\text{--}10$ тис. грн

Загальний щорічний економічний ефект для площі 446 га: $\approx 3,1\text{--}4,5$ млн грн.

5.3 Переваги проектного рішення

Ефективність даного проекту полягає у забезпеченні рівномірного водопостачання поливної площі при оптимальних витратах. Енергоощадність базується на використанні насосів з високим ККД та сучасних електродвигунів.

Запропанована система автоматизації дає можливість регулювання кількості задіяних насосів залежно від режиму поливу. Продуманість та надійність системи полягає у наявності допоміжних систем, резервних схем управління та КВП.

Система автоматизація дозволяє дистанційне керування та захист від аварійних режимів. Ці заходи зменшують втрат води, знижують вплив на водні об'єкти, оптимізацію споживання енергії.

6 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ

Законодавство охорони праці в будівельно-монтажній організації

Законодавчі положення щодо охорони праці в будівельно-монтажних організаціях спрямовані на забезпечення безпеки робітників, які здійснюють діяльність на об'єктах, а також захист осіб, що перебувають у безпосередній близькості до будівельних майданчиків. Державні норми та стандарти встановлюють чіткі регламенти, які повинні дотримуватися суб'єкти господарювання задля забезпечення безпечних умов праці. Вимоги з охорони праці для підприємств, що виконують будівельно-монтажні роботи, формулюються у державних будівельних нормах (ДБН А.3.2-2-2009 «Техніка безпеки в будівництві»).

Система управління охороною праці в організаціях цієї галузі спрямована на забезпечення безпечних та нешкідливих умов виконання робіт. Її основа – це дотримання правил техніки безпеки, виконання санітарно-гігієнічних норм і усунення порушень. До складу системи входять: класифікатор вимог безпеки праці (КБП), класифікатор заходів з удосконалення умов праці (ККП), інструкції для працівників щодо виконання посадових обов'язків, а також механізми планування, контролю, оцінки й мотивації в сфері охорони праці. Організаційна структура управління будівельним виробництвом передбачає багаторівневу систему розподілу відповідальності серед персоналу. Обов'язки визначаються залежно від посадових функцій і повноважень у сфері забезпечення техніки безпеки. Управлінська структура базується на взаємодії прямого (керівного) й зворотного (контролюючого) зв'язку між рівнями управління.

Система управління охороною праці складається з п'яти рівнів:

1. Бригадний рівень – відповідає за дотримання вимог безпеки на рівні бригади, яку очолює бригадир; оціночна діяльність здійснюється згідно з нормативами КБП.
2. Рівень об'єкта – передбачає організацію та забезпечення безпечних умов на об'єкті лінійним технічним персоналом, включаючи майстрів, виконробів та механіків; оцінка проводиться за КБП.
3. Рівень ділянки – контроль реалізується керівниками ділянок або старшими виконробами, які забезпечують виконання вимог на всіх робочих місцях.
4. Управлінський апарат – займається організацією, моніторингом та контролем виконання нормативних положень КБП і ККП.
5. Адміністративний рівень – включає правове, фінансове й організаційне забезпечення ефективної охорони праці під керівництвом директора підприємства або головного інженера.

Ключовим елементом системи виступає класифікатор вимог безпеки праці (КБП), який є уніфікованим документом, розробленим для фіксації типових порушень у сфері безпеки на різних рівнях роботи. Цей класифікатор орієнтований на усунення недоліків і побудований з урахуванням трьох взаємопов'язаних складових системи «людина-середовище-машина»: вимог до персоналу, робочих матеріалів та засобів праці й оптимізації процесу організації робіт.

Організація контролю за станом охорони праці в бригаді, на об'єкті чи ділянці базується на принципах трирівневого контролю та використанні методик, орієнтованих на забезпечення ефективної безпечної діяльності без травматизму та надзвичайних ситуацій. На першому рівні контроль здійснюється щоденно майстром у співпраці з громадським інспектором з охорони праці та призначеним працівником, відповідальним за чергування з цього питання. Усі учасники заходів перевіряють дотримання правил техніки безпеки, а виявлені порушення фіксуються у журналі трирівневого контролю. Цей журнал містить розділ "виявлені порушення охорони праці", який

структурований на 12 основних категорій відповідно до класифікатора безпеки праці (КБП), кожна з яких додатково поділена на підпункти. У разі виявлення порушень їх реєструють за номером відповідного підпункту класифікатора. На початкових етапах функціонування системи допускається внесення словесного опису порушення із зазначенням відповідного номеру в дужках. Журнал ведеться для кожної бригади окремо та зберігається у бригадира. Наприкінці місяця майстер разом з громадським інспектором підраховують загальну кількість порушень у балах, що дозволяє визначити коефіцієнт безпеки праці. Результати аналізуються на загальних зборах бригади, де додатково обчислюється заробіток кожного члена колективу з урахуванням коефіцієнта, який впливає на нарахування премій. Розмір премії коригується за допомогою коефіцієнта трудової участі (КТУ), який залежить від дотримання кожним працівником вимог охорони праці, виробничої та трудової дисципліни. Значення КТУ встановлюються відповідно до внутрішнього положення організації про порядок його застосування. Другий рівень контролю передбачає оцінювання діяльності лінійних інженерно-технічних працівників щодо створення безпечних і нешкідливих умов на виробничих об'єктах. Щоденно начальник ділянки або старший виконавець спільно зі старшим громадським інспектором і майстрами здійснює огляд стану охорони праці на об'єктах. Результати перевірок реєструються в журналі трирівневого контролю, який ведеться окремо для кожного об'єкта. Раз на тиждень проводяться збори за участю лінійних інженерно-технічних працівників, бригадирів і громадських інспекторів, спрямовані на обговорення виявлених порушень, виконання функціональних обов'язків та забезпечення дотримання вимог безпеки праці. Наприкінці місяця начальник ділянки підсумовує записи у журналі та обчислює середньоарифметичний показник кількості порушень класифікатора для оцінювання діяльності лінійних інженерно-технічних працівників за місяць і квартал. Третій рівень контролю реалізується щомісяця комісією з охорони праці під головуванням головного інженера будівельного управління. До складу комісії входять керівник

ділянки, старший виконавець та інші відповідальні особи. Протягом місяця оцінюється результативність заходів із забезпечення безпечних умов праці, а результати комплексних інспекцій розглядаються у рамках Дня охорони праці. У цей день головний інженер спільно з інженером з охорони праці, представниками керівництва служб управління і начальниками ділянок аналізує стан безпеки на досліджуваних об'єктах. За результатами проведеної роботи

До початку будівельно-монтажних робіт можна приступати лише за наявності проєкту виконання робіт, який погоджений зі службами техніки безпеки будівельних організацій, що залучені до проєкту. У разі одночасної роботи на об'єкті кількох організацій генпідрядник разом із субпідрядними організаціями зобов'язані розробити заходи для забезпечення безпеки праці згідно з вимогами "Положення про взаємини організацій". Також вони повинні чітко дотримуватись норм охорони праці, визначених законодавством і викладених у ДБН А.3.2-2-2009 "Техніка безпеки в будівництві". Однією з ключових умов ефективного забезпечення захисту працівників на будмайданчику є навчання правил безпеки, правильного поводження на території об'єкта, реагування на сигнали оповіщення цивільної оборони, застосування засобів індивідуального захисту та методів їх використання за потреби. Також важливе значення мають навички надання першої медичної допомоги, а також самодопомоги та взаємодопомоги між працівниками.

ВИСНОВКИ

Запроєктована автоматизована насосна станція закритого акціонерного товариства «Дніпро» Дніпровського району Дніпропетровської області забезпечує полив 9 дощувальними машинами кругової дії витратою по 57 л/с. Розрахунковий напір становить 60,57 м з максимальною витратою 627,3 л/с. У якості гідромеханічного обладнання обрано 4 основних насоси маркою 1Д800-56 та два допоміжних марка К100-80-160. Виходячи з відміток підлоги насосної станції на осі насосів, встановили наземний тип будівлі з розмірами 6 на 24 м. Для мережі обрано поліетиленові труби діаметрами 280 мм та 200 мм – основні насоси та діаметри 160 мм, 110 мм – бустерні насоси. Марка двигуна основного насоса 1ВАО-450S-4 У2,5, бустерного насоса - АИР160S2. Запроєктована вакуум систему, пневматичне обладнання та трубопровідну арматуру на комунікаціях в приміщенні насосної станції. Для системи автоматизації встановлено контрольно-вимірювальну апаратуру. У роботі наведено архітектурно-будівельні рішення щодо будівля насосної станції, встановлено техніко-економічні показники.

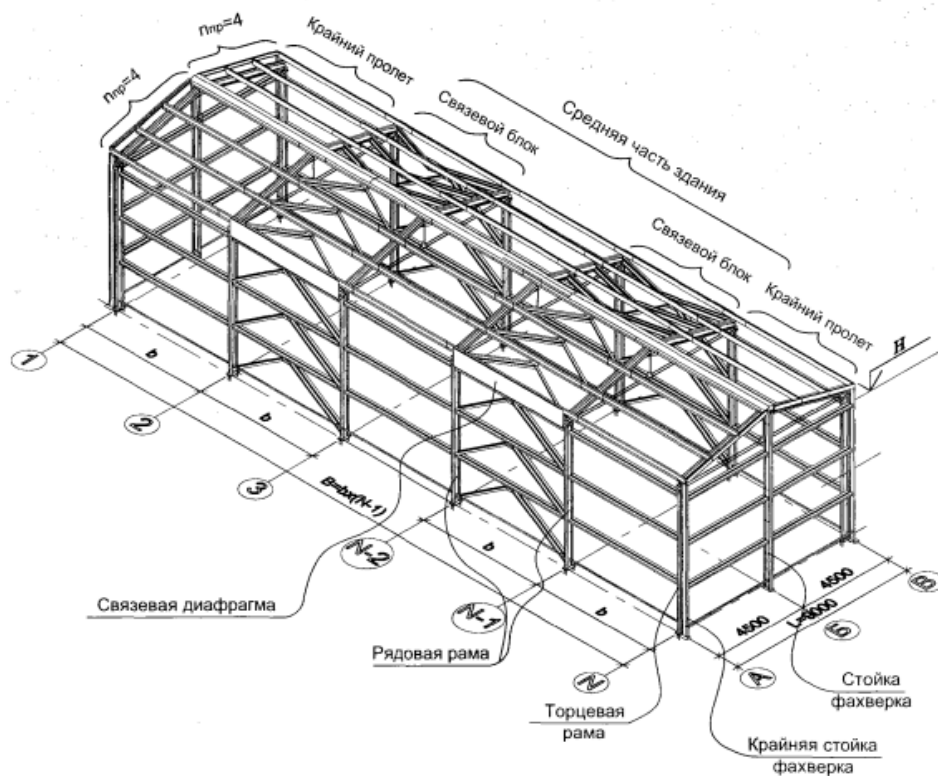
Аналіз техніко-економічних показників свідчить про високу ефективність запропонованого проєкту насосної станції зрошення для ЗАТ «Дніпро». Прийняті технічні рішення забезпечують надійність та економічність експлуатації, а також відповідають сучасним вимогам до енергозбереження, автоматизації та безпеки. З урахуванням короткого терміну окупності та значного економічного ефекту впровадження, даний об'єкт доцільно рекомендувати до реалізації в умовах господарств Дніпровського регіону України.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф.. Таблиці для гідравличного розрахунку водопровідних труб. - М.: Стройиздат, 1984. - 117 с.
2. Хоружий П.Д., Ткачук О.А. Водопровідні системи і споруди: Навч. посібник. - К.: Вища шк., 1993. - 230 с.
3. Холоменюк М.В., Ткачук А.В., Онопрієнко Д.М. Гідравлічні та аеродинамічні машини: Навч. посібник. / М.В. Холоменюк, А.В. Ткачук, Д.М. Онопрієнко. Херсон. ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. 356 с.
<https://oldiplus.ua/downloads/335.pdf>
4. Ю.П. Євресенко, Г.Г. Герасимов. Насосні станції: інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. – Рівне: НУВГП, 2008. – 125с.
<http://ep3.nuwm.edu.ua/2242/1/048%20zah.pdf>
5. Срібнюк С. М. Гідравлічні та аеродинамічні машини. Основи теорії та застосування Навч. пос./ 2-ге вид. / С. М. Срібнюк. К.: Центр учбової літератури, 2014. 328 с. <https://cul.com.ua/preview/Gidravlika.pdf>
6. Романюк О.М. Гідравлічні і аеродинамічні машини / О.М. Романюк, Г.П. Вербицький, М.І. Колотило, В.Д. Колотило, Ф.М. Клепіков. Кіровоград, 1997. - 176 с. <https://www.twirpx.com/file/908946/>
7. Мандрус В.І. Гідравлічні та аеродинамічні машини (насоси, вентилятори, газодуви, компресори) / В.І. Мандрус. Підручник. Львів. Магнолія плюс, 2004. - 340 с. <https://ru.b-ok.lat/book/3182256/a56721>
8. ДБН А.3.2-2-2009 "Техніка безпеки в будівництві".
9. ДБН В.1.1-12:2014 "Будівництво в сейсмічних районах України".
10. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія".
11. ДБН В.1.2-2:2006 "Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування".

Додатки

Додаток А



Условные обозначения:

- L - пролет здания.
- H - номинальная высота здания.
- b - шаг основных несущих конструкций каркаса.
- N - количество цифровых осей по длине здания.
- $ппр=4$ - количество прогонов покрытия на одном скате кровли.
- B - длина здания

Связи показаны условно

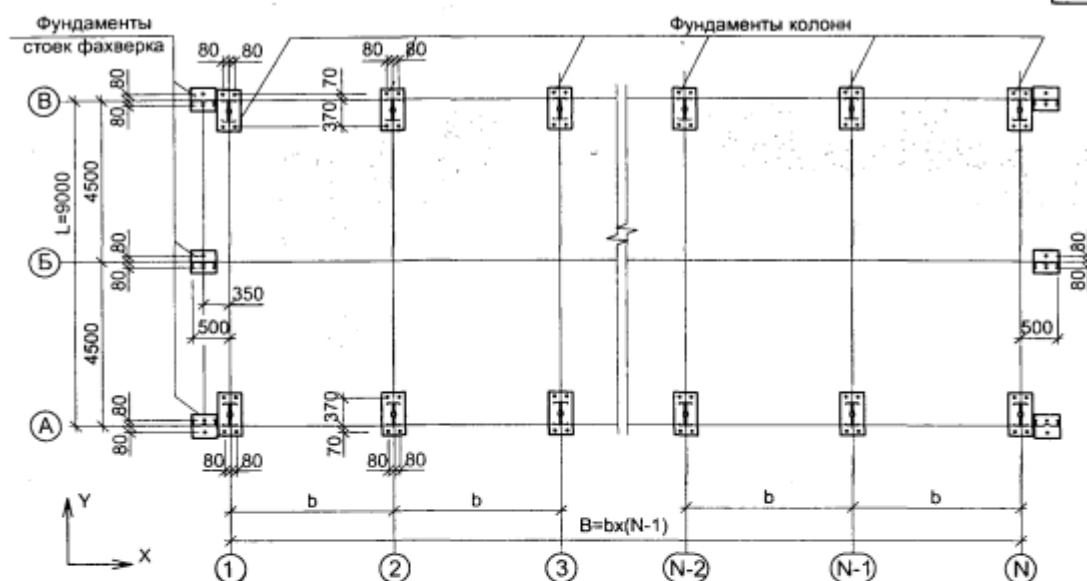


Таблица 1

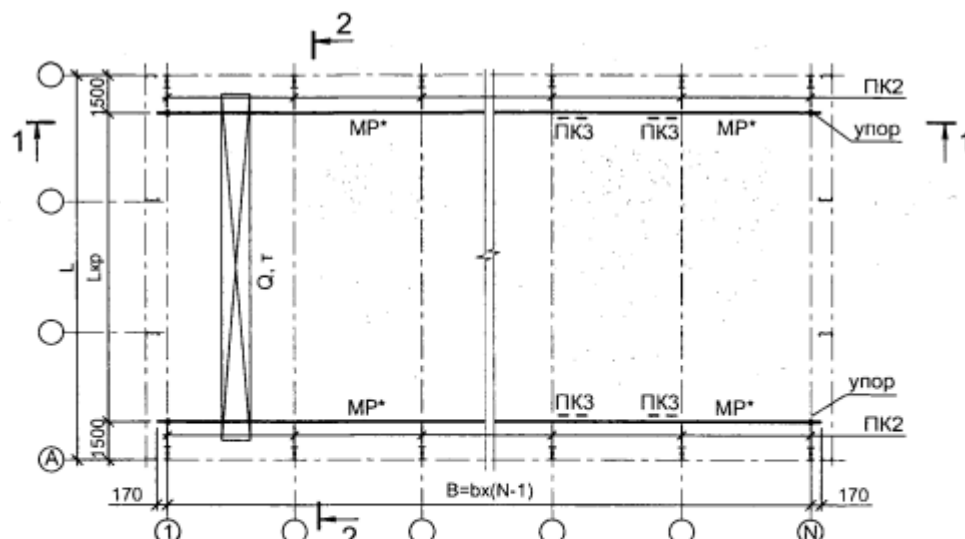
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСИЛИЯ НА ФУНДАМЕНТЫ
КОЛОНН СВЯЗЕВОГО БЛОКА

b - шаг рам, м	Усилия	Группы условий строительства для зданий пролетом $L \leq 15$ м	
		1; 3	2
3	N, тс	3.4	4.2
	Qx, тс	1.7	1.9
4.5	N, тс	2.3	2.8
	Qx, тс	0.9	1.0
6	N, тс	1.7	2.1
	Qx, тс	0.9	1.0

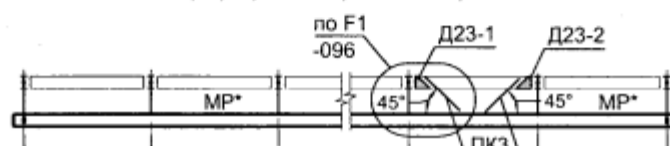
Таблица 2

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСИЛИЯ
НА ФУНДАМЕНТЫ СТОЕК ФАХВЕРКА
СВЯЗЕВОГО БЛОКА
(3 ГРУППА УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА)

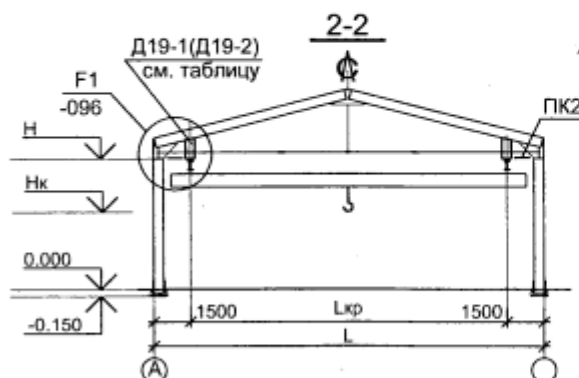
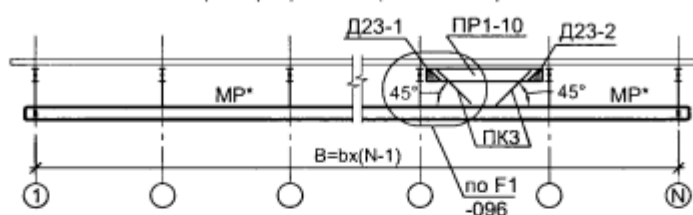
Усилия	Длина здания V, м	
	$V \leq 27$	$V > 27$
N, тс	3.1	4.5
Qy, тс	1.7	2.5



1-1
при разрезных прогонах покрытия



1-1
при неразрезных прогонах покрытия



МАРКИ ДЕТАЛЕЙ ПОДВЕСОК МОНОРЕЛЬСА

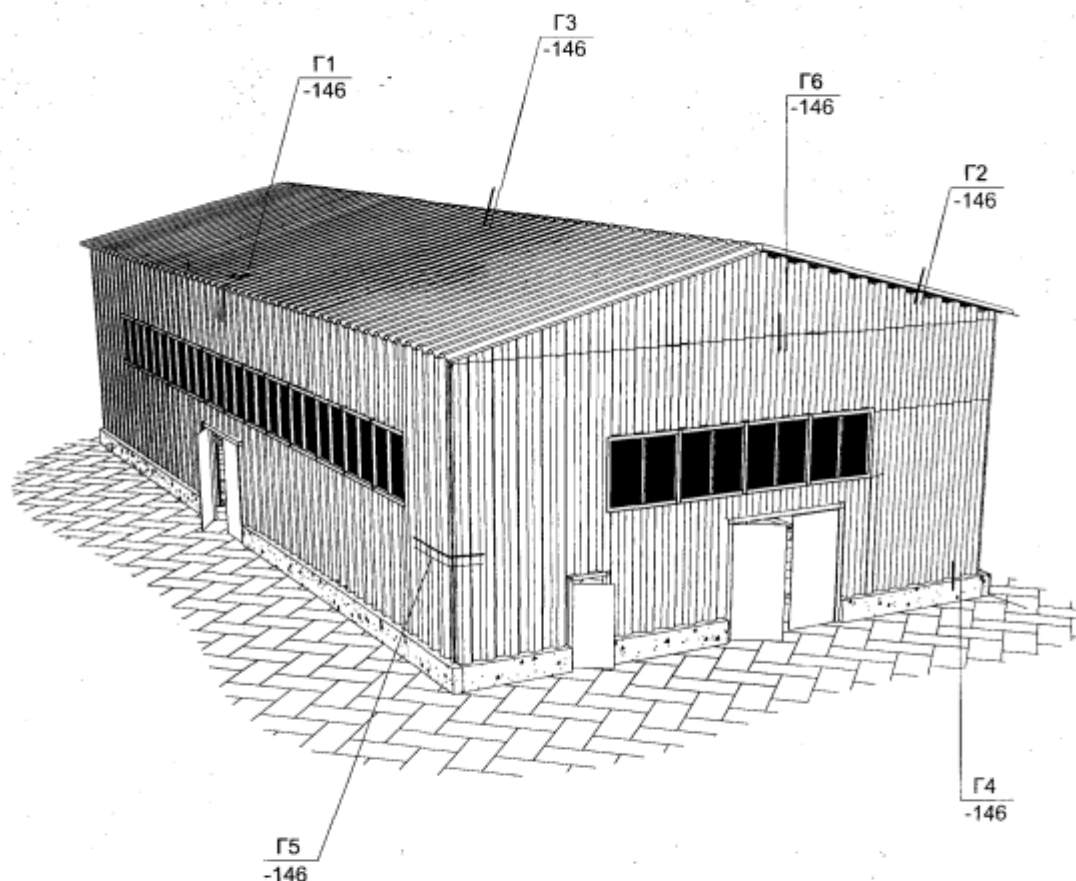
N п/п	Марка ригеля	Марка детали подвески
1	Все марки кроме п.2	Д19-1
2	Р12-35, Р15-30, Р18-30, Р21-25 Р12-40, Р15-35, Р18-35, Р21-30 Р18-40, Р21-35 Р21-40	Д19-2

1. Марки путей подвесных кранов см. табл. 2 докум.- 062.
2. Подкосы ПК3 располагать в одном из связевых блоков.
3. Монтажный стык балки подвесных путей и упор выполнять по серии 1.426.2-6 вып.1/91

ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

Для зданий с каркасами УНИТЭКС-Р1^а предусмотрено применение различных ограждающих конструкций. Типы ограждающих конструкций описаны в пояснительной записке.

Ниже приведены принципиальные решения узлов сопряжения ограждающих конструкций стен и кровли.



Принципиальные решения сопряжения ограждающих конструкций стен и кровли узлов Г1-Г6 для различных ограждающих конструкций приведены в табл. докум. -146.

Конструктивные решения узлов (нащельники, и др.) разрабатывает завод поставщик ограждающих конструкций.

Узлы сопряжения ограждающих конструкций с окнами, воротами, дверями (Г7, Г12) разрабатывает завод поставщик ограждающих конструкций