

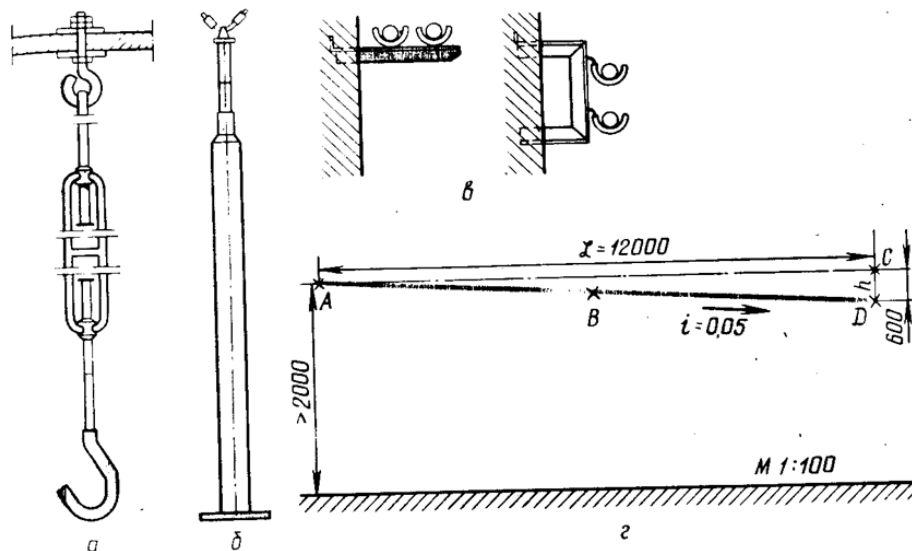
Ялпачик В.Ф., Ломейко О.П., Циб В.Г., Ялпачик Ф.Ю.,
Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Шпиганович Т.О.

Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств

(лабораторний практикум)

Схвалено Міністерством аграрної політики та продовольства України
як навчальний посібник для використання в навчально-виховному
процесі під час підготовки бакалаврів напрямку 6.100202 “Процеси, машини
та обладнання агропромислового виробництва” у вищих навчальних
закладах II-IV рівнів акредитації

$$P_2 = Q_p a \sqrt{b^2 + h^2} / (bh_1 - ah) \quad P_3 = P_1 a l \sqrt{a^2 + a_1 h_1^2} \quad P_4 = P_1' h_1 / \sqrt{a^2 + h^2} + P_3' H / l$$



Мелітополь
2014

УДК
ББК

*Гриф надано Міністерством аграрної політики та продовольства України
(Лист № 37-128-13/25855 від 17.12.2013)*

А в т о р и:

В.Ф. Ялпачик, доктор технічних наук, доцент кафедри обладнання переробних та харчових виробництв Таврійського державного агротехнологічного університету

О.П. Ломейко, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології переробки та зберігання продукції сільського господарства Таврійського державного агротехнологічного університету

В.Г. Циб, старший викладач кафедри обладнання переробних та харчових виробництв Таврійського державного агротехнологічного університету

Ф.Ю. Ялпачик, кандидат технічних наук, професор кафедри обладнання переробних та харчових виробництв Таврійського державного агротехнологічного університету

К.О. Самойчук, кандидат технічних наук, доцент кафедри обладнання переробних та харчових виробництв Таврійського державного агротехнологічного університету

В.О. Олексієнко, кандидат технічних наук, доцент кафедри обладнання переробних та харчових виробництв Таврійського державного агротехнологічного університету

Т.О. Шпиганович, кандидат технічних наук, асистент кафедри обладнання переробних та харчових виробництв Таврійського державного агротехнологічного університету

Р е ц е н з е н т и:

В.Р. Кулінченко, доктор технічних наук, професор кафедри процесів і апаратів харчових виробництв та технології консервування Національного університету харчових технологій

Ю.О. Чурсинов, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології переробки та зберігання продукції сільського господарства Дніпропетровського державного аграрного університету

Б.В. Орловський, заслужений діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри машин легкої промисловості Київського національного університету технологій та дизайну

Ялпачик В.Ф., Ломейко О.П., Циб В.Г., Ялпачик Ф.Ю., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Шпиганович Т.О.

Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств: Навчальний посібник: Практикум. – Мелітополь, 2014.

ISBN

Посібник призначений для інженерно-технічних працівників, студентів навчальних закладів III і IV ступеня акредитації для проведення лабораторних робіт при вивченні дисципліни «Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств».

УДК
ББК

ISBN

© Ялпачик В.Ф., Ломейко О.П., Циб В.Г.,
Ялпачик Ф.Ю., Самойчук К.О.,
Олексієнко В.О., Шпиганович Т.О.
Таврійський державний
агротехнологічний університет, 2014

ПЕРЕДМОВА

Дисципліна «Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств» є заключною в цілому ланцюжку дисциплін професійно-практичної підготовки фахівця технічного напрямку.

Сформована ситуація в економічному секторі нашої країни змусила до появи й створення цілої програми зміни всієї структури переробної галузі України, тобто створення цілої мережі малих й середніх переробних підприємств, безпосередньо як у самих господарствах, виробляючих сільськогосподарську сировину, так й у великих об'єднаннях. Передбачається розширення нових і реконструкція діючих підприємств, а також оснащення їх новим високопродуктивним обладнанням.

У зв'язку з цим перед монтажниками виникають нові і складні задачі монтажу нового (зокрема, іноземного) обладнання, а питання монтажу і пусконаладження обладнання переробних підприємств є одними з профілюючих при підготовці інженерів-механіків переробного виробництва .

У результаті вивчення даної дисципліни студент повинен отримати навички з організації проведення монтажних робіт та вміти проводити розмірочні роботи при монтажу технологічного обладнання, проектувати фундаменти під машини переробних підприємств, встановлювати, проводити вивірку і закріплювати машини та обладнання у проектному положенні, використовувати вантажопідйомні механізми, розробляти схеми розбирання та складання вузлів машин, а також знати особливості монтажу трубопроводів та холодильних установок.

Розроблені на кафедрі обладнання переробних і харчових виробництв Таврійського державного агротехнологічного університету (м. Мелітополь) лабораторні установки дозволяють студентам вищого навчального закладу отримати практичні навички з проведення монтажних робіт з використанням сучасних технологій.

ЗМІСТ

1.	Організація проведення монтажних робіт.	5
2.	Вивчення методики та правил проведення розміточних робіт за допомогою теодоліта.	14
3.	Проектування фундаментів під машини та обладнання переробних підприємств.	45
4.	Встановлення, вивірка і закріплення машин та обладнання переробних підприємств і конструкцій за допомогою нівеліру	80
5.	Вібродіагностика якості монтажу обладнання переробних підприємств.	93
6.	Переміщення обладнання і конструкцій у межах підприємства за допомогою лебідки.	103
7.	Підйом і установка машин за допомогою такелажного обладнання.	126
8.	Розробка технології монтажу обладнання переробного підприємства.	133
9.	Розробка технологічної схеми розбирання та складання вузлів машини.	142
10.	Розмічування траси трубопроводу.	147
11.	Монтаж трубопроводів з скляних труб.	157
12.	Монтаж трубопроводів з поліпропіленових труб.	166
13.	Експлуатація фреонових холодильних агрегатів	182
14.	Ремонт основних видів обладнання	190
15.	Основні способи відновлення деталей	207
16.	Статичне балансування обертових частин машини	221

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Тема: Організація проведення монтажних робіт

Мета: Отримати практичні навички в розробці основних документів проекту виконання монтажних робіт на переробних підприємствах

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Планування ведення монтажних робіт

Для успішного ведення монтажних робіт, розподілу їх за видами у визначеній послідовності й у встановлений термін - передбачене календарне планування.

Календарні графіки розділяють на: зведені загально-будівельні; квартальні; місячні; тижневі і добові.

У зведеному загально-будівельному графіку перераховані всі монтажні роботи починаючи від підготовчих і кінчаючи здачею об'єкта замовнику в експлуатацію. У графіку вказуються перелік і обсяг робіт, норми часу на їхнє виконання і їхню трудомісткість, склад бригад і кваліфікація, послідовність виконання монтажних операцій.

Квартальний і місячний графіки призначені для будівельно-монтажних управлінь і їхніх ділянок.

Тижнево-добові графіки складають для комплексних бригад з метою більш оперативного планування і кращого контролю виконання монтажних робіт. У графіках вказуються основні і допоміжні операції, причому за кожною з них закріплюють відповідального виконавця. Введення тижнево-добових графіків дозволяє ліквідувати знеосібку, завчасно знайомити членів бригади з планом робіт на наступний тиждень і щодня підводити підсумки виконання монтажних операцій.

У даний час широко застосовується нова система планування, керування і контролю монтажних робіт – за лінійними і сітьовими графіками.

Лінійний графік - простий і наочний. Користуючись ним дуже легко проконтролювати виконання монтажних робіт. Однак, якщо хід виконання

операцій порушується, графік утрачає своє призначення. Основним недоліком лінійних графіків є неможливість виділення робіт, що визначають термін введення об'єкта в експлуатацію. Лінійний графік розробляється на підставі технології монтажу і є його складовою частиною. Він включає перелік операцій, виконуваних під час монтажу машин і обладнання; черговість і трудомісткість їхнього виконання, кількість людей, зайнятих на виконанні кожної операції, склад і кількість ланок, терміни провадження робіт.

При розробці лінійних графіків виконання монтажних робіт виходять з наступних основних принципів:

- монтажний процес розділяють на окремі потоки (операції), незалежні по відношенню друг до друга;
- з бригади формують ланки відповідно до виділених потоків, при цьому кожна ланка виконує технологічний цикл на всіх одиницях машин і обладнання послідовно і безупинно, переходячи з однієї машини на іншу в міру закінчення робіт;
- погоджують суміжні технологічні операції в часі і виробництві з розрахунку максимального скорочення термінів робіт і забезпечення послідовного виконання операцій на протязі всього періоду монтажу обладнання;
- роботу всередині ланки, що виконує окремий потік, будують з розрахунку забезпечення повного завантаження монтажника і застосовуваних засобів механізації.

Сітьові графіки - основа системи сіткового планування і керування, що одержали поширення у багатьох галузях народного господарства, в тому числі і в будівництві. Сітьовий графік (**метод критичного шляху**) дозволяє заздалегідь планувати послідовність і взаємозв'язки робіт, контролювати їхній хід, виявляти й усувати виниклі в ході монтажу затримки і відхилення, оцінювати фактичний стан робіт, від яких залежить тривалість монтажу, тобто задача об'єкта в експлуатацію.

Елементами сітьового графіка є **робота і подія**. **Робота** - трудовий процес, що вимагає витрат часу і ресурсів. **Подія** - факт закінчення однієї чи

декількох робіт, необхідний і достатній для початку наступних. Особливістю сітьового графіка є те, що поки не буде **закінчена** попередня, сітьовий графік являє собою графічне зображення **комплексу** взаємопов'язаних робіт, виконуваних у визначеній послідовності.

Сітьові графіки можна побудувати мовою робіт чи подій.

У першому виді сітьових графіків роботи зображують стрілками, а події - кружечками (прямокутниками, квадратиками, трикутниками) з цифрами в них. У другому виді сітьових графіків роботи зображують кружечками, а події стрілками.

У сітьових графіках, орієнтованих на роботи, указують фактичні роботи, тому графіки зручніше для контролю і більш стійкі щодо додаткових зв'язків, що важливо для зміни топології сітки.

У якості вихідних матеріалів для побудови сітьової моделі використовують: креслення і розміри кошторисів, зв'язані з виконанням даного виду робіт; методи провадження робіт, передбачені проектом виконання робіт і технологічними картами; графіки постачання обладнання, металокоплекцій, нестандартизованого обладнання, монтажних заготівель і комплектуючих виробів і т.д.

Тривалість робіт при складанні сітьового графіка визначають на підставі існуючої нормативної бази. Безупинна послідовність робіт називається **шляхом**, довжина якого визначається сумою тривалості розташованих на ньому робіт.

Шлях найбільшої довжини між початковою і кінцевою подіями називається **критичним**. Його тривалість визначає термін монтажу. Розрахунок сітьових графіків полягає у визначенні критичного шляху, раннього і пізнього закінчення робіт і обчисленні запасів часу по роботах, «лежачих» не на критичних шляхах.

Застосовують наступні способи розрахунку сітьових моделей:

- графоаналітичний;
- табличний;
- матричний.

Найбільше широко застосовується табличний спосіб розрахунку.

Методика розрахунку та складання лінійного графіка виконання монтажних робіт

Побудова лінійного графіка узгодження операцій по монтажу обладнання виконується в такій послідовності:

1. Зносять у таблицю 1.1 по порядку технологічні операції виробництва заданої продукції, а також найменування і кількість обладнання для їх виконання. Згідно довідкових даних додають трудомісткість монтажу вказаного обладнання.

Таблиця 1.1 – Загальна характеристика потоково-технологічної лінії

№ п/ п	Найменування технологічної операції	Найменування обладнання	Кількість одиниць обладнання, шт.	Трудомісткість монтажу обладнання, чол.-год.
1.				
2.				
3.				
Всього			$\sum N_M$	$\sum T_M$

2. Вибирають трудомісткість монтажних операцій та заповнюють у таблицю 2 у відсотковому співвідношенні (загальна сума трудомісткості повинна дорівнювати 100%).

3. Визначають загальний фонд часу Φ_M на виконання монтажних робіт потоково-технологічної лінії (на практиці термін монтажу, який задається замовником). У залежності від складності та продуктивності потоково-технологічної лінії фонд має межі $\Phi_M = 16,2 \dots 486 \text{ год}$.

4. Визначають розрахункову кількість робочих для монтажу обладнання за формулою:

$$P_p = \frac{\sum T_M}{\Phi_M}, \quad (1.1)$$

де P_p – розрахункова кількість робочих для монтажу потоково-технологічної лінії, чол.*;

$\sum T_M$ - загальна трудомісткість монтажних робіт для заданої потоково-технологічної лінії, чол.–год., (таблиця 1.1);

Φ_M - загальний фонд часу на виконання монтажних робіт потоково-технологічної лінії, год.

Таблиця 1.2 - Трудомісткість виконання монтажних операцій

Найменування монтажних операцій	Межі трудомісткості, %	Вибране значення, %
1. Підготовчі - перевірка проектно-технічної і монтажно-технічної документації - приймання будівель і споруд під монтаж обладнання - виробничо-технологічна комплектація об'єкту	1,3...5 3,7...8 6...15	
2. Передмонтажна ревізія обладнання і запірно-регулюючої апаратури	3...10	
3. Доставка обладнання до місця монтажу	1,6...5,8	
4. Установка основного обладнання	30...58	
5. Збірка (установка) допоміжного обладнання	15...70	
6. Виконання пусконаладжувальних операцій	10...40	
7. Випробування змонтованого обладнання - випробування обладнання на холостому ході - комплексне випробування під навантаженням	15...20 10...25	
Всього:		100%

5. На міліметровому папері (формат А4) викреслюють форму графіка встановленого зразка, в яку, користуючись таблицею 1.2, заносять порядкові номери та найменування операцій відповідно до прийнятої технології монтажу обладнання, а також трудомісткість операцій (у чол.–год.) та кількість робочих для монтажу обладнання.

6. Визначають час, необхідний для виконання i -ої операції монтажу обладнання за формулою:

$$\tau_i = \frac{T_i}{P_p}, \quad (1.2)$$

де τ_i - час, необхідний для виконання i -ої операції з монтажу, год;

T_i - трудомісткість i -ої операції монтажу обладнання.

При виконанні робіт по монтажу обладнання цехів малої продуктивності кількість робочих, виконуючих дані операції P_p , повинна бути в межах **2-6 чоловік**. Якщо умова не виконується, то потрібно збільшити або зменшити терміни монтажу Φ_M .

7. Креслять послідовно у масштабі (**1год:10мм**) відрізки часу навпроти відповідної i -ої операції по монтажу потоково-технологічної лінії.

Оснащення робочого місця:

Мікрокалькулятор, міліметрова бумага (формат А4), креслярське приладдя, довідковий матеріал з варіантами ПТЛ переробних підприємств.

Завдання:

На підставі розрахунків розробити лінійний графік з проведення монтажних робіт потоково-технологічної лінії за варіантом.

ХІД РОБОТИ:

1. Визначити склад потоково-технологічної лінії (ПТЛ) переробного підприємства, яка готується до монтажу (дані занести до таблиці 1.1);
2. Визначити трудомісткість виконання монтажу обладнання заданої потоково-технологічної лінії згідно довідкового матеріалу;
3. Скласти перелік монтажних операцій та визначити їх трудомісткість для заданої ПТЛ (дані занести до таблиці 1.2);
4. Розрахувати загальну потребу слюсарів-монтажників та час, необхідний для виконання кожної монтажної операції обладнання;

5. Розробити лінійний графік виконання монтажних робіт для заданої потоково-технологічної лінії згідно встановленої форми.

Зміст звіту:

- 1) тема та мета роботи;
- 2) загальна характеристика заданої потоково-технологічної лінії (таблиця 1.1);
- 3) перелік монтажних операцій та трудомісткість монтажних операцій заданої потоково-технологічної лінії (таблиця 1.2);
- 4) методика та розрахунок необхідної кількості слюсарів-монтажників і часу, необхідного для виконання *i*-ої операції монтажу обладнання;
- 5) лінійний графік виконання монтажних робіт заданої потоково-технологічної лінії;
- 6) висновки по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. На підставі чого і ким розробляється проект організації будівництва переробного підприємства?
2. На підставі чого і ким розробляється проект виконання монтажних робіт?
3. Основні складові частини проекту виконання монтажних робіт?
4. Типи графіків планування ведення робіт по монтажу технологічного обладнання на об'єкті?
5. Перелік необхідної інформації для побудови графіків?
6. Види лінійних графіків?
7. Призначення загальнобудівельних графіків?
8. Призначення і зміст кварталних і місячних графіків?
9. Необхідність розробки тижнево-добових графіків?
10. Переваги і недоліки лінійних і сітьових графіків планування ведення монтажних робіт?

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ:

1. Послідовність монтажу забезпечує:

- а) створення фронту робіт для суміжних будівельно-монтажних організацій;
- б) першочергове виконання підготовчих і загальномайданчикових робіт;
- в) пристрій майданчиків для складування і укрупненої збірки обладнання;
- г) пристрій майданчиків для складування конструкцій і трубопроводів.

2. Зведений календарний план будівництва підприємства включає:

- а) відомість основних будівельних, монтажних і спеціальних будівельних робіт;
- б) календарний план будівництва і календарний план на підготовчий період;
- в) організаційно-технологічні схеми, що визначають оптимальну послідовність зведення будівель і споруд з вказівкою технологічної послідовності робіт;
- г) відомість потреби у будівельних конструкцій.

3. Графік потреби в кадрах будівельників і монтажників по основних категоріях складається на основі:

- а) пояснювальної записки з описом прийнятих способів виробництва будівельно-монтажних робіт;
- б) норм трудових затрат працівників обслуговуючих допоміжних господарств;
- в) нормативної трудомісткості будівництва об'єкту і об'ємів будівельно-монтажних робіт;
- г) пояснювальної записки з описом прийнятих видів.

4. Сітьові або лінійні графіки, розроблені з урахуванням норм тривалості будівництва і директивних термінів монтажу входять до складу:

- а) проекту виробництва робіт (ПВР);
- б) технологічної карти або схеми монтажу обладнання;
- в) нормативно-кошторисної документації;
- г) технології виробництва робіт.

5. Проект виробництва робіт, які виконуються в діючих цехах, а також в безпосередній близькості від вибухо- і пожежонебезпечних об'єктів, узгоджують:

- а) з регіональною санітарно-епідеміологічною комісією ;
- б) з керівництвом відповідної організації (підприємства);
- в) з керівництвом відповідного міністерства;
- г) з керівництвом Держтехнагляду регіону.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Тема: Вивчення методики та правил проведення розміточних робіт за допомогою теодоліта

Мета: Отримати практичні навички з порядку проведення розмічальних робіт монтажних вісей при монтажі ПТЛ за допомогою теодоліту

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

При монтажі обладнання підприємств переробної промисловості, що знаходиться у взаємному комунікаційному і технологічному зв'язку, велике значення має правильність і точність розмітки. Тому що при помилках у розмітці під час експлуатації машин перегріваються підшипники, відбувається биття, зачіпання робочих органів обладнання об нерухомі поверхні; підготовлені отвори і прорізи в стінах не збігаються і їх приходится пробивати, вирізувати чи просвердлювати заново.

Щоб уникнути цього на споруджуваних (реконструйованих) об'єктах роблять будівельну і монтажну розмітку.

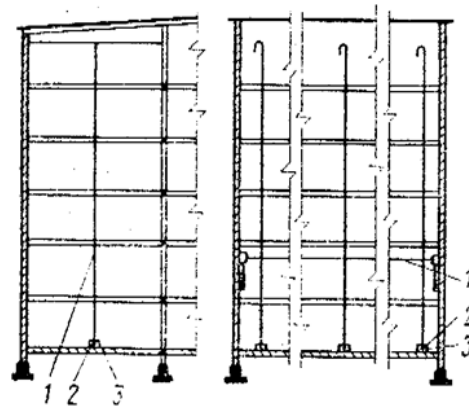
Будівельна розмітка виконується будівельниками на опалубці перед армуванням і бетонуванням для правильного розташування фундаментів і постаментів під обладнання і закладні елементи, під утворення монтажних отворів під анкерні болти, випускні патрубки, матеріаломережі і т.д.

Перед розміткою будівельники ретельно перевіряють розташування колон, прогонів, поперечних балок, підлог, стін і стель у плані і їхні висотні відмітки, а також розташування монтажних отворів.

У процесі будівельної розмітки розмічають і фіксують головну подовжню вісь приміщення, прив'язану до вісей чи колон прогонів і співпадаючу з геометричною проектною віссю. Розмітка і фіксування головної вісі полягає у закріпленні в конфронтуючих поперечних стінках приміщення металевих скоб і натягу тонкого сталевого дроту на висоті 2 - 2,5м від чистої підлоги за контрольними маяками з фіксуванням місць закріплення дроту на скобах.

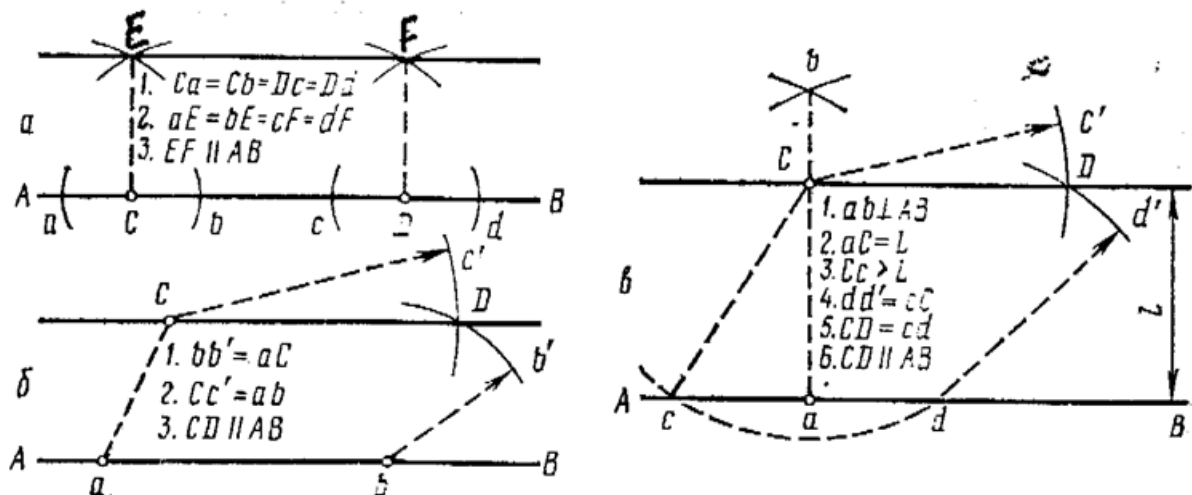
Головну вісь переносять на верхні поверхи об'єкта і фіксують на кожному з них допоміжні вісі, що є разом з головною віссю основними вісями симетрії для наступної монтажної розмітки. Від них відкладають і розбивають робочі монтажні вісі окремих машин, механізмів, опор, фундаментних болтів і комунікацій.

Систему вісей і висотних оцінок називають геодезичною основою монтажу.



1 – монтажна вісь; 2 – відвіс; 3 – масляна ванна.

Рисунок 2.1 – Перенос вісей по вертикали.



a – знаходиться на вільній відстані $CE=DF$; b – проходить через точку C ;

v – знаходиться на відстані L .

Рисунок 2.2 – Способи переносу паралельної монтажної вісі, орієнтованої відносно лінії АВ.

Для паралельного переносу монтажної вісі (рисунок 2.2) контактують зі струною шнури двох схилів; далі через точки торкання висків з перекриттям і відбивають проекцію вісі; далі, використовуючи косинець, відкладають дві перпендикулярні лінії заданого розміру, відбивають проекцію нової монтажної вісі, що потім за допомогою рівнів піднімають на необхідну висоту.

При монтажі обладнання, встановленого на фундаментах (підставках), а також технологічних трубопроводів, крім площинної (у плані), роблять просторову (об'ємну) розмітку, при якій виносять на натуру висотні відмітки. У цьому випадку вихідною точкою для відліку служить нульова оцінка будинку, що позначається висотним будівельним репером (рисунок 2.3).

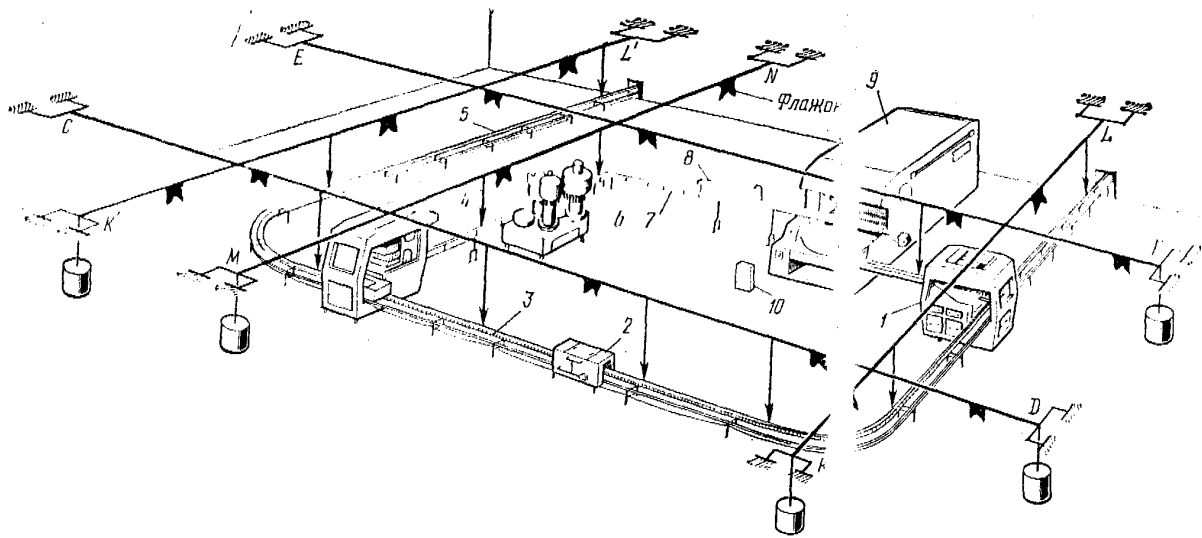
Монтажну розмітку роблять силами монтажної організації у підготовчий період монтажу. Проведення монтажної розмітки полягає у наступному:

- перевіряють правильності положення головної і допоміжної вісей, розмічених будівельниками, а також розташування фундаментів, опорних поверхонь і монтажних отворів для установки обладнання зі звіренням їх за робочими кресленнями і в натурі, а також внесенням необхідних виправлень;
- розбивці за поверхами загальних монтажних вісей для окремого ряду обладнання, строго ув'язаних з головною і допоміжною вісями, розмічених будівельниками;
- розмітці індивідуальних монтажних вісей і додаткових отворів для кожного обладнання, що встановлюється, тобто головних монтажних вісей обладнання.

Головними монтажними вісями обладнання називають дві взаємно перпендикулярні лінії, що проходять через характерні точки основних вузлів машин та апаратів.

Як технічні засоби, для виконання розмічальних робіт використовують металеві рівні (перевірка горизонтальних коротких вісей), гідростатичні рівні (для перевірки розміщення скоб на одному рівні і горизонтальності довгих вісей); відвіси (для перевірки перебування вісей у загальній вертикальній площині і переносу вісей з однієї площини в іншу), косинці, циркулі і лінійки,

рулетки, складні метри, транспортири і т.д., геодезичні інструменти (для розбивки, перевірки й уточнення головної і допоміжної вісей рядів машин, що складають технологічну лінію, а також висотних відміток - реперів), шаблони і різні пристрої для розмітки отворів кріпильних болтів обладнання і розбивки рівнобіжних і перпендикулярних вісьових ліній (нівелір, теодоліт).



1 – автомат для витягу пляшок із ящиків; 2 – ящикомийна машина; 3 – ланцюговий транспортер для ящиків; 4 – автомат для укладання пляшок у ящики; 5 – лічильник ящиків; 6 – розливочно-закупорювальний автомат; 7 – ланцюговий пластинчастий транспортер для пляшок; 8 – світловий екран; 9 – пляшкомийна машина; 10 – електрощит; CD, EF, KL, MN, K'L' – контрольні вісі (струни).

Рисунок 2.3 – Схема розмітки контрольних монтажних вісей (провішування струн) при монтажі потоково-технологічної лінії розливу молока

Перенос будівельних і монтажних вісей (рисунок 2.3) по вертикалі на вищі або нижчі поверхи будівлі виконують за допомогою вертикальних шнурів відвісів, підводячи їх до горизонтального дроту, що фіксує переносну вихідну вісь, до моменту їхнього торкання у двох чи трьох точках, на заданій висоті, одержують геометричну лінію переносної допоміжної вісі, яку фіксують скобами, також як і вихідну вісь. Для швидкого припинення коливань шнура, вантаж опускають у масляну ванну.

При переносі по горизонталі для проведення монтажної вісі, рівнобіжної допоміжної і розташованої з нею на одному поверсі, допоміжну вісь переносять з висоти репера на підлогу поверху за допомогою відвісів, геодезичного універсального пристосування або проводячи геометричні побудови.

Для переносу монтажної вісі виконують такі операції:

- прикладають до струни шнури двох відвісів;
- через отримані точки торкання відвісів з перекриттям відбивають проекцію вісі;
- використовуючи косинець, відкладають дві перпендикулярні лінії заданого розміру,
- відбивають проекцію нової монтажної вісі
- за допомогою відвісів піднімають на необхідний рівень.

При монтажі обладнання, встановленого на фундаментах (підставках), а також технологічних трубопроводів, крім площинної (у плані), роблять просторову (об'ємну) розмітку, при якій виносять на натуру висотні відмітки. У цьому випадку вихідною точкою для відліку є нульова відмітка будівлі, що позначається висотним будівельним репером (рисунок 2.3).

Призначення, будова та принцип дії теодоліту

Теодоліт призначений для вимірювання кутів у теодолітних і тахеометричних ходах, при розбивці планових і висотних знімальних мереж, для вимірювання відстаней з використанням нитяного далекоміра зорової труби, визначення магнітних азимутів по орієнтир-бусолі, а також для нівелювання горизонтальним променем за допомогою рівня при трубі.

Температурний діапазон роботи від мінус 40 до плюс 50°C.

Призначення, технічні характеристики, будова основних частин і комплектність теодолітів 2Т30П та 2Т30 ідентичні (рисунок 2.4).

Технічна характеристики теодоліту

Середня квадратична похибка вимірювання одним прийомом:

горизонтального кута 20"*

вертикального кута 30"*

Похибки орієнтування по бусолі:

систематична** 30'

випадкова 10'

Межі вимірювання вертикальних кутів + 60 - 55 °

Зорова труба

Збільшення 20 *

Поле зору 2 °

Межі нітрування, м 1,2 ... ∞

Коефіцієнт далекоміра До 100 +0,5

Постійний доданок З 0

Зовнішній діаметр оправы об'єктива, мм 38

Відліковий пристрій

Ціна ділення лімбів 1 °

Ціна поділки шкал мікроскопа 5 '

Похибка зняття показань з лімбів <30 "

* Без урахування похибки методу контролю.

** Параметр, юстирований при експлуатації.

Рівні

Ціна ділення рівня:

при алідаді 45 "

при трубі 20 "

Маса, кг

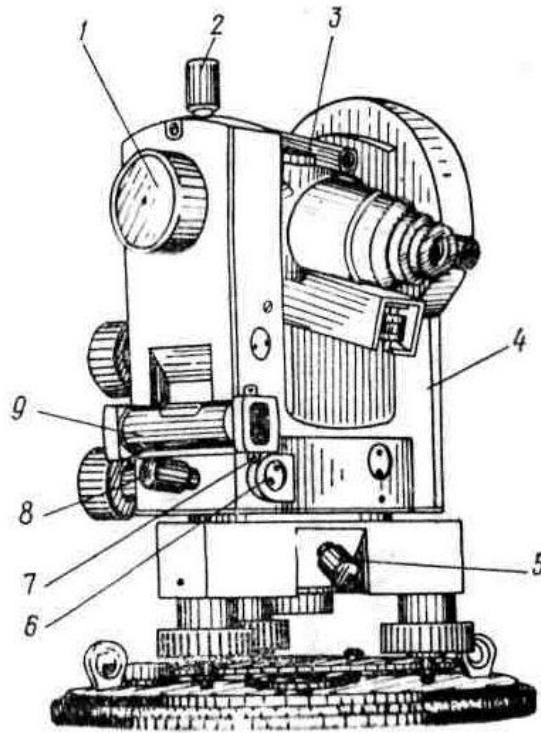
Теодоліт 2,3

Теодоліт у футлярі 3,5

Штатив 5,8

Габаритні розміри, мм

Теодоліт * Ø 175 X 235



1 - кремальєра; 2 - закріплювальний гвинт труби; 3 - візир; 4 - колонка, 5 - закріплювальний гвинт горизонтального кола; 6 - гільза; 7 - котирувальний гвинт; 8 - закріплювальний гвинт алідади; 9 - рівень при алідаді.

Рисунок 2.4 – Теодоліт.

Основні особливості теодоліту

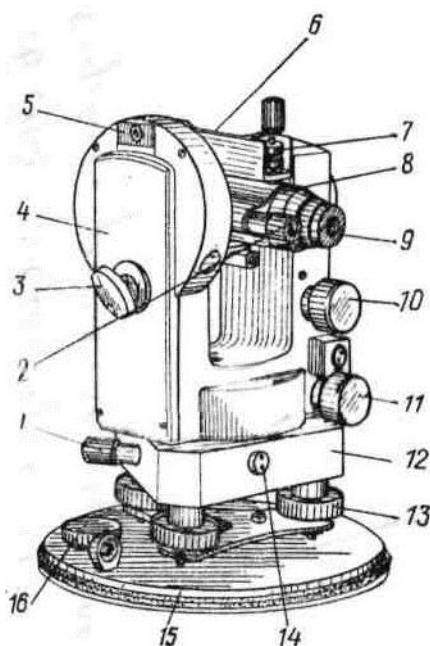
- система вертикальної вісі повторювальна;
- відлік проводиться по одній стороні лімба за допомогою мікроскопа;
- малі маса і розміри захищеності основних деталей від пилу і бризок води;
- зручність перенесення за спиною у чохлі, виконаному у вигляді рюкзака;
- можливість центрування теодоліта над точкою за допомогою зорової труби;
- можливість виконувати нівелювання за допомогою рівня при трубі;
- можливість орієнтування за допомогою орієнтир-бусолі і визначення магнітних азимутів;
- дно футляра є одночасно підставою підставки теодоліта, що дозволяє упакувати його, не знімаючи зі штатива.

Зорова труба обома кінцями переводиться через zenit. Фокусування її на ціль здійснюється обертанням кремальєри 1 (рисунок 2.4). Обертанням діоптрійного кільця 9 (рисунок 2.5) окуляр встановлюють по оку до різкої видимості зображення сітки ниток (рисунок 2.6). Два горизонтальних коротких штриха сітки ниток вище і нижче перехрестя відносяться до натяжного далекоміра.

Корпус зорової труби представляє єдине ціле з горизонтальною віссю, встановленої у таборі колонки 4 (рисунок 2.4).

Коліматорний візир призначений для грубого наведення на ціль. При користуванні візиром очі повинні бути на відстані 25 ... 30 см від нього.

Точне наведення зорової труби на предмет у горизонтальній площині здійснюється навідними гвинтом 11 (рисунок 2.5) після закріплення алідади гвинтом 8 (рисунок 2.4), у вертикальній площині - навідним гвинтом 10 (рисунок 2.5) після закріплення гвинтом 2 (рисунок 2.4).



1 - навідний гвинт горизонтального кола; 2 - окуляр мікроскопа; 3 - дзеркало підсвічування; 4 - бічна кришка; 5 - посадковий паз для бусолі; 6 - рівень при трубі; 7 - юстирувальна гайка; 8 - ковпачок; 9 – діоптрійне кільце окуляра; 10 - гвинт наведення труби; 11 - гвинт наведення алідади; 12 - підставка; 13 - підйомні гвинти; 14 – втулка; 15 - підстава; 16 – кришка.

Рисунок 2.5 - Загальний вигляд теодоліта.

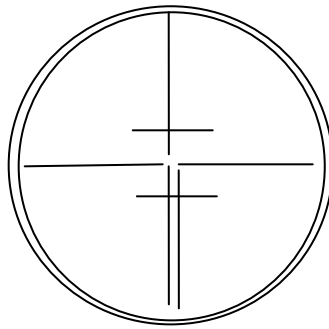


Рисунок 2.6 - Сітка ниток зорової труби.

Обертання теодоліта разом з горизонтальним колом проводять гвинтом 1 (рисунок 2.5). Для повороту алідади з колом гвинт 5 (рисунок 2.6) скріплюють, а гвинт 8 закріплюють.

Горизонтальне і вертикальне кола розділені через 1° . Горизонтальне коло має кругову шкалу від 0° до 359° , а вертикальне - секторну від 0° до 75° і від 0° до мінус 75° .

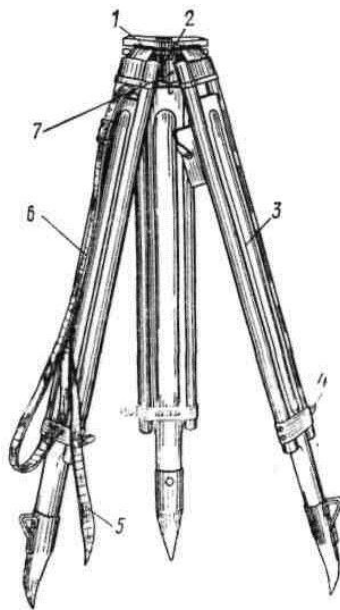
Зображення штрихів і цифр обох кіл передаються у поле зору мікроскопа, окуляр 2 якого (рисунок 2.5) встановлюють по оку до прояву чіткого зображення шкал обертанням діоптрійного кільця. Відлік за колами виконують за відповідними шкалами мікроскопа. Поворотом і нахилом дзеркала досягають оптимального освітлення поля зору.

Теодоліт вивіряють у горизонтальній площині за допомогою рівня 9 (рисунок 2.4) обертанням підйомних гвинтів 13 (рисунок 2.5) підставки 12. Різьбова частина гвинта захищена втулкою. Підставка з'єднана з основою 15 за допомогою трьох гвинтів.

Вертикальна вісь теодоліта порожня, а основа в центрі має отвір, що дозволяє центрувати теодоліт над точкою місцевості за допомогою зорової труби, встановленої в надир. При транспортуванні отвір у підставі закривають кришкою 16. Рівень 6 при трубі служить для установки візирної вісі зорової труби горизонтально при виконанні нівелювання.

Штатив призначений для установки теодоліта над точкою місцевості вершиною вимірюваного кута. Ніжки 3 штативу (рисунок 2.7) шарнірно з'єднані з головою 1. Болтами 2 регулюється їх обертання у шарнірах. Висоту штатива змінюють висуванням ніжок, після чого їх закріплюють гвинтами 4. Наконечники ніжок поглиблюють у ґрунт, натискаючи ногою на їх упори.

Теодоліт встановлюють на площину головки і закріплюють становим гвинтом 7. На гачок усередині гвинта підвішують нитяний висок.

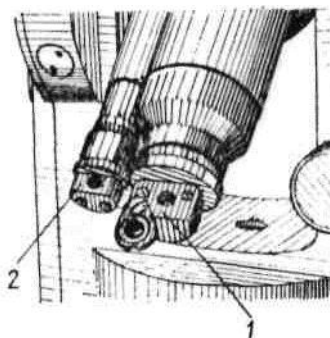


1 - головка; 2 - болт; 3 - ніжка; 4 - гвинт; 5, 6 - ремені; 7 - становий гвинт.

Рисунок 2.7 – Штатив.

При транспортуванні ніжки всувають до упору, закріплюють гвинтами 4 і стягують ременем 5. Регульований ремінь 6 призначений для перенесення штатива на плечах або за спиною. На одній з ніжок є пенал з кришкою для нитяного виска і гайкового ключа.

Окулярні насадки (рисунок 2.8) застосовуються для зручності спостереження предметів, розташованих під кутами більше 45° до горизонту, і центрування теодоліта над точкою за допомогою зорової труби. Надіваються на окуляри зорової труби і відлікового мікроскопа.

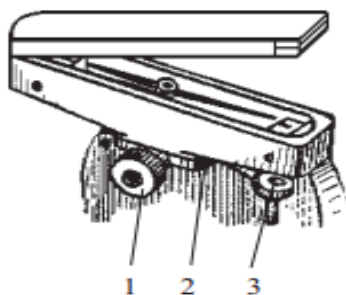


1 - на зорову трубу; 2 - на мікроскоп.

Рисунок 2.8 - Окулярні насадки.

Окулярна насадка являє собою призму, змінює напрямок візирної вісі на 80° . Призма укладена в оправу, вільно обертається в обоймі. Насадка на зорову трубу забезпечена відкидним світлофільтром для візування на сонце.

Орієнтир-бусоль (рисунок 2.9) призначений для вимірювання магнітних азимутів. При роботі її встановлюють у паз 5 (рисунок 2.5) і закріплюють гвинтом (рисунок 2.9). Положення магнітної стрілки спостерігають у дзеркалі, якому додають потрібний нахил. Магнітну стрілку аретирують обертанням гвинта 3 аретира.

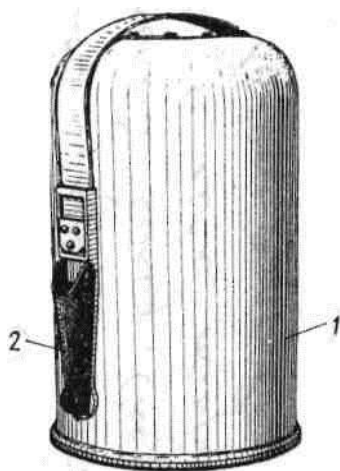


1 - Закріплювальний гвинт; 2 - кронштейн; 3 - гвинт аретира.

Рисунок 2.9 - Орієнтир-бусоль.

Північний кінець стрілки пофарбований у синій колір. Для врівноваження стрілки на південному кінці встановлений пересувний важок.

Теодоліт закривають ковпаком 1 (рисунок 2.10), при цьому плоскі пружини, спираючись на колонку теодоліта, фіксують положення алідадної частини. Поворотом рукояток замків 2 скріплюють ковпак з основою.



1 - ковпак; 2 - рукоятка замка

Рисунок 2.10 - Футляр теодоліта.

Підготовка теодоліту до роботи

Установку і центрування необхідно проводити таким чином:

- відстебнути ремінь, який стягує ніжки штатива, і відрегулювати їх довжину;
- поставити штатив над точкою так, щоб площина його головки розташувалася горизонтально, а висота відповідала зросту спостерігача;
- відкрити замки футляра, відтягнути пружини-фіксатори, і, повернувши рукоятки замків у напрямку стрілок, зняти футляр;
- закріпити теодоліт на штативі і підвісити на гачок станового гвинта нитяний висок;
- довжину нитки виска відрегулювати переміщенням планки уздовж нитки;
- переміщенням теодоліта площиною головки штатива поєднати вістря виска з точкою місцевості і закріпити теодоліт становим гвинтом;
- підйомними гвинтами підставки встановити рівень у середнє положення;
- перевірити правильність юстировки рівня і, при необхідності, від'юстирувати рівень, як зазначено у технічному обслуговуванні теодоліту;
- перевірити стійкість штатива і підставки і, при необхідності, усунути несправність відповідно до правил ТО.

При необхідності центрування теодоліта над точкою можна виконати за допомогою зорової труби наступним чином:

- повернути трубу об'єктивом униз і на вертикальному лімбі встановити відлік ($90^\circ + MO$). Для зручності надіти на окуляри зорової труби й мікроскопа окулярні насадки;
- ввести зображення точки в перехрестя сітки ниток зорової труби переміщенням теодоліта по площині штатива, бульбашка рівня при цьому повинна бути на середині;
- повернути теодоліт навколо вертикальної вісі на 180° і перевірити правильність центрування. Зсув зображення точки з перехрестя на ширину бісектору при висоті штатива 1,3 м відповідає похибці центрування 0,2 мм.

Порядок роботи

Зняття показань з лімбів. У верхній частині поля зору відлікового мікроскопа, позначеній буквою В (рисунок 2.11), видно штрихи лімба вертикального кола; в нижній частині, позначеній літерою Г, штрихи лімба горизонтального кола.

Відлік проводять за шкалами, ціна поділки яких відповідає $5'$, з округленням до $0,1$ поділки (тобто до $30''$), індексом для одраховування служить штрих лімба. Шкала для вертикального кола має два ряди цифр. За нижнім рядом цифр із знаками "-" беруть відлік у тому випадку, коли в межах шкали знаходиться штрих лімба з тим же знаком, і записують показання також зі знаком "-". На рисунку 2.11 показання горизонтального лімба $125^{\circ} 05,5'$, вертикального - мінус $0^{\circ} 26'$.

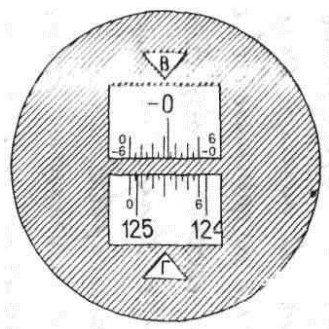


Рисунок 2.11 - Поле зору мікроскопа.

Вимірювання кутів. Горизонтальні кути вимірюють способом прийомів (2...6) або повторень при двох положеннях теодоліта (вертикальне коло зліва і справа від спостерігача).

Не допускається вимір горизонтальних кутів півприйомами (при одному положенні теодоліта), тому що результати вимірювань будуть спотворені впливом ексцентриситету аліадади горизонтального кола, а при вимірюванні кута між цілями, розташованими під різними кутами відносно горизонту, будуть також спотворені впливом колімаційної похибки і нахилу горизонтальної вісі. При вимірюванні повними прийомами перераховані інструментальні похибки виключаються.

Таблиця 2.1 – Порядок операцій з технічного огляду теодоліту

Перевірений параметр	Номер пункту методу		Засоби перевірки
	перевірки	виправлення	
Комплектність, зовнішній вигляд, чистота робочих шкал	1.1	-	
Взаємодія вузлів	1.2	1.1	
Перпендикулярність вісі рівня вертикальної вісі теодоліта	1.3	2.2	
Стійкість штатива і підставки	1.4	2.3	Візирна мітка (п. 3.1)
Нахил сітки ниток зорової труби	1.5	2.4	Те ж
Рен відлікового мікроскопа	1.6	2.5	—
Колімаційна похибка	1.7	2.6	Візирна мітка на відстані не менше 50 м
Місце нуля вертикального кола	1.8	2.6	Те ж
Нахил горизонтальної вісі	1.9	—	Марки (п. 3.1)
Паралельність візирних вісей коліматорного візира і зорової труби	1.10	2.7	Марка (п. 3.2) чи візирна ціль на відстані понад 50 м
Паралельність вісі рівня при трубі візирної вісі зорової труби	1.11	2.8	Нівелірна рейка
Визначення систематичної похибки бусолі	1.12	2.9	Орієнтир з відомим магнітним азимутом
Коефіцієнт нитяного далекоміра	1.13	-	Базис довжиною 130...150м, похибка не більше 1:1500

Вертикальні кути α обчислюють за однією з формул:

$$\alpha = 0,5(L - П) \quad (2.1)$$

$$\alpha = L - MO \quad (2.2)$$

$$\alpha = MO - П \quad (2.3)$$

де L і $П$ - свідчення лімба вертикального кола при його положеннях ліворуч і праворуч від спостерігача;

MO - місце нуля вертикального кола.

Перед вимірюванням вертикального кута бульбашку рівня при алідаді устанавлюють підйомними гвинтами на середину.

Вимірювання відстаней і перевищень. Відстані вимірюють нитяним далекоміром за вертикальною рейкою із сантиметровими діленнями.

Горизонтальне прокладення S , виражене в метрах, обчислюють за формулою:

$$S = L \cos^2 \alpha \text{ або } S = L - \delta S_\alpha \quad (2.4)$$

де L - кількість сантиметрових ділень рейки між далекомірними штрихами сітки;

α - кут нахилу виміряної лінії;

δS_α - поправка на нахил обмірюваної лінії до горизонту, що обчислюється за формулою:

$$\delta S_\alpha = L \sin^2 \alpha \quad (2.5)$$

Перевищення h між пікетними точками можна виміряти двома методами.

1-й метод - нівелювання горизонтальним променем за вертикально встановленою рейкою.

Для цього зорову трубу теодоліта встановлюють горизонтально за рівнем при трубі. Якщо нівелювання виконують з середини за двома рейками, то перевищення між ними обчислюють за формулою:

$$h = Z - П \quad (2.6)$$

де Z та $П$ - відліки за задньою і передньою рейками відповідно.

Якщо нівелюють з одного ріпкою, то перевищення між точками стояння теодоліта і рейки обчислюють за формулою:

$$h = I - П \quad (2.7)$$

де I - висота теодоліта - відстань від точки стояння до горизонтальної вісі.

2-й метод - обчислення з результатів вимірювання вертикального кута і відстані за формулою:

$$h = 0,5L \sin 2\alpha + I - v \quad (2.8)$$

де v - довжина відрізка рейки від її початку до штриха відповідної половини суми відліків за верхньою і нижньою далекомірних нитках сітки.

Доцільно наводити горизонтальну нитку сітки зорової труби на відлік, відповідний висоті I приладу, тоді перевищення h визначається першим доданком формули (2.8).

Для швидкості і зручності обчислення відстаней і перевищень необхідно користуватися відповідними тахеометричними таблицями.

Технічне обслуговування

Теодоліт слід утримувати в справності і постійній готовності до застосування. Дбайливе поводження з теодолітом забезпечує надійну роботу і тривалий термін служби без ремонту.

При експлуатації теодоліта необхідно дотримуватися таких правил:

– оберігати теодоліт від опадів і одностороннього нагрівання сонячними променями. При короткочасному дощі накривати теодоліт футляром або чохлом, при перервах у роботі закривати футляром і закріплювати замками;

– щоб уникнути конденсації вологи, що призводить до забруднення оптики, вносити теодоліт з холоду в тепле приміщення у футлярі і виймати з футляра не раніше через 2 год.;

– виносячи теодоліт на холод, слід виймати його з футляра не раніше ніж через 30 хв., щоб уникнути великих місцевих напружень в оптичних деталях, що призводять до роз'юстировки.

Необхідно дотримуватися правил транспортування і зберігання.

2.1. Перевірка технічного стану. Перевірка дозволяє своєчасно виявити, і усунути несправності теодоліта. Рекомендований перелік операцій і засобів перевірки технічного стану зазначений у таблиці 2.1.

2.1.1. Зовнішній огляд. Перевірити комплектність і переконатися у відсутності механічних ушкоджень, що впливають на експлуатаційні властивості, метрологічні характеристики або збереження приладу.

Спостереженням в окуляр відповідних оптичних систем перевірити чистоту поля зору зорової труби, відлікового мікроскопа, робочих поверхонь кутомірних кіл, якість нанесення штрихів на колах і сітці ниток.

Не допускаються дефекти, що заважають використанню теодоліта за своїм призначенням. При незадовільних результатах огляду виправити теодоліт або відправити в ремонт.

2.1.2. Перевірка взаємодії вузлів. Взаємодію вузлів теодоліта перевірити таким чином:

– випробувати плавність обертання зорової труби, алідади горизонтального кола, алідади разом з колом, навідних гвинтів, кремальєри, діоптрійних кілець окулярів зорової труби й мікроскопа, підйомних гвинтів підставки, роботу закріпних гвинтів зорової труби, алідади, горизонтального кола, підставки;

– перевірити, чи утримується дзеркало підсвічування у будь-якому наданому йому положенні.

Оцінити чіткість зображення штрихів лімбів і відлікових шкал в полі зору мікроскопа, опробуванням переконатися у відсутності паралаксу між ними або виміряти його значення таким чином:

- встановити найкращу видимість штрихів шкали в центрі поля зору обертанням діоптрійного кільця окуляра відлікового мікроскопа;
- змістити очі вправо в межах вихідної зіниці і взяти відлік по лімбу;
- змістити очі вліво і взяти другий відлік;
- порівняти різницю двох відліків.

Повторити вимірювання на різних ділянках лімба (через 60° для горизонтального і через 15° для вертикального) і обчислити середнє арифметичне значення різниць для кожного кола, яке не повинно бути більше 0,1 поділки шкали.

Випробувати роботу фокусуєчого пристрою зорової труби: переконатися, що при обертанні рукоятки кремальєри забезпечується різке зображення предметів, розташованих на відстані 1,5 ... 3 м і більше 200 м.

Перевірити футляр теодоліта, переконатися, що його замки справні, надійно скріплюють ковпак з основою.

При незадовільних результатах виправити теодоліт відповідно до інструкцій або відправити в ремонт.

2.1.3. Перевірка рівня при алідаді горизонтального кола.

Перпендикулярність вісі рівня вертикальній вісі теодоліта перевірити в такий спосіб. Повернути алідаду так, щоб вісь рівня розташувалася паралельно прямій, що сполучає два підйомних гвинти підставки, і обертанням цих гвинтів у протилежних напрямках вивести бульбашку рівня на середину. Повернути алідаду на 90° і третім підйомним гвинтом встановити бульбашку рівня на середину. Потім повернути алідаду на 180° і оцінити зміщення бульбашки від середнього положення. Якщо відхилення більше одного ділення, виконати юстування відповідно до п. 2.2.2 та повторити перевірку.

2.1.4. Перевірка стійкості штатива і підставки. Закріпити теодоліт на штативі, привести вертикальну вісь у прямовисне положення і навести зорову трубу на візирну мітку. Змістити візирну вісь теодоліта до обраної мітки приблизно на половину ширини бісектора сітки ниток, приклавши до головки штатива зусилля у горизонтальній площині. Після зняття зусилля перевірити, чи є залишкове зсув вертикального штриха сітки ниток теодоліта щодо зображення мітки. Повторити перевірку, повертаючи головку штатива в протилежному напрямку.

При наявності залишкових зміщень усунути їх, як зазначено в п. 2.2.3, після чого перевірити стійкість підставки, злегка повертаючи її корпус. При необхідності відрегулювати підставку відповідно до п. 2.2.3 та повторити перевірку.

2.1.5. Визначення нахилу сітки ниток зорової труби. Закріпити теодоліт на штативі і привести вертикальну вісь у прямовисне положення. Навести зорову трубу на візирну мітку, поєднати зображення мітки з лівим кінцем горизонтального штриха сітки ниток і, обертаючи колонку навідним гвинтом за азимутом, простежити, чи не сходять зображення мітки з правого кінця штриха

сітки ниток. Якщо воно сходить більш ніж на три ширини штриха, виконати юстування за п. 2.2.4 і повторити перевірку.

2.1.6. Визначення рена відлікового мікроскопа. Зображення одного поділу кутомірного кола повинно бути дорівнює 12 розподілам шкали мікроскопа. Різниця між ними називають **реном**.

Значення рена визначити наступним чином. Поєднати штрих А лімба з нульовим штрихом відлікової шкали мікроскопа і зняти показання по штриху (А - 1°). Обчислити різницю показань по штрихам А і (А-1 °), яка дорівнює Рену на даній ділянці лімба.

Рен вертикального лімба визначити на ділянках 0; 2; мінус 2° при колі ліворуч і праворуч, рен горизонтального кола - через 60 °.

Обчислити середнє арифметичне значення рена для кожного кола з шести визначень.

Розбіжність між значеннями рена для різних ділянок лімба не повинно перевищувати 30". При середньому значенні рена більше 15" справити його виправлення відповідно до п. 2.2.5 і повторити перевірку.

2.1.7. Визначення колімаційної похибки. Колімаційну похибка (не перпендикулярність візирної вісі зорової труби горизонтальній вісі) визначити наступним чином:

- навести зорову трубу при положенні теодоліта «коло зліва» на візирну мітку, віддалену не менш ніж на 50м, напрям на яку горизонтально (відхилення не більше 2°), і зняти показання L_1 з горизонтального лімба;
- повторити наведення при положенні теодоліта «коло справа» і зняти показання P_1 ;
- звільнити закріплювальний гвинт 5 (рисунок 2.4), повернути теодоліт на 180° і знову закріпити;
- навести зорову трубу на ту ж мітку при двох положеннях теодоліта і зняти показання L_2 і P_2 ;
- обчислити колімаційну похибка з за формулою:

$$c = 0,25 \left[\left(L_1 - \Pi_1 \pm 180^0 \right) + \left(L_2 - \Pi_2 \pm 180^0 \right) \right] \quad (2.9)$$

– повторити визначення і обчислити її середнє арифметичне значення.

Якщо середнє арифметичне значення колімаційної похибки перевищує 1', виправити його відповідно до п. 2.2.6 та повторити перевірку.

2.1.8. Визначення місця нуля вертикального кола. Значення місця нуля вертикального кола визначити візуванням на віддалену мітку при двох положеннях теодоліта і зняти відповідно показання L і Π по вертикальному колу. Перед наведенням перевірити положення бульбашки рівня при алідаді горизонтального кола і в разі зміщення вивести його в середнє положення підйомними гвинтами.

Місце нуля (MO) обчислити за формулою:

$$MO = 0,5(L + 1) \quad (2.10)$$

Повторити визначення MO і обчислити його середнє арифметичне значення.

Якщо середнє арифметичне значення місця нуля більше 1', виправити його відповідно до п. 2.2.6 та повторити перевірку.

2.1.9. Визначення нахилу горизонтальної вісі. Перпендикулярність горизонтальної та вертикальної вісей перевірити таким чином:

- встановити теодоліт на штативі за рівнем на відстані 2 ... 3 м від стіни;
- вибрати і відзначити на стіні точку (або зміцнити марку) під кутом $\alpha = 25 \dots 35^\circ$ до горизонту;
- навести на обрану точку (перехрестя марки) зорову трубу;
- нахилити зорову трубу на кут мінус $\alpha \pm 1^\circ$ і відзначити на стіні точку (укріпити другу марку) так, щоб зображення точки (перехрестя) точно збіглося з серединою бісектора сітки ниток;
- повернути алідаду на 180° , знову навести зорову трубу на верхню точку;
- нахилити зорову трубу вниз і визначити зміщення зазначеної точки (перехрестя марки) щодо середини бісектора сітки ниток у частках ширини бісектора;

– повторити перевірку і визначити середнє арифметичне значення зміщення нижньої точки з двох визначень.

Різниця між значеннями зсувів не повинна перевищувати 0,5 ширини бісектору.

При середньому значенні зміщення нижньої точки більш ніж на ширину бісектора (що відповідає нахилу горизонтальної вісі, рівному 30") рекомендується усунути його в майстерні.

Примітка. Якщо вимірювання виконуються повними прийомами, тобто при двох положеннях теодоліта - "коло зліва" і "коло праворуч", нахил горизонтальної вісі не впливає на результати вимірювань, і в теодолітах, що знаходяться в експлуатації, його значення можна допускати до 1'.

2.1.10. Перевірка коліматорного візира. Навести зорову трубу коліматорним візиром на верхнє перехрестя марки (або точку предмета) і оцінити зсув зображення марки (точки предмета) щодо перехрестя сітки ниток зорової труби. Якщо зображення нижнього перехрестя марки зміщене з перехрестя зорової труби більш ніж на 2,5 поля зору, виправити становище візира відповідно до п. 2.2.7 та повторити перевірку.

2.1.11. Перевірка паралельності вісі рівня при трубі візирної вісі зорової труби (кут i). Паралельність перевіряється методом нівелювання. Необхідно встановити нівелірну рейку на відстані 80 ... 120 м від теодоліта. Привести навідним гвинтом зорової труби бульбашку рівня в середнє положення. Виміряти висоту I_1 вісі обертання зорової труби. Зняти показання Π_1 по рейці. Поміняти місцями теодоліт і рейку, поставити їх на ті ж точки. Встановити бульбашку рівня в середнє положення, виміряти висоту I_2 вісі обертання зорової труби і зняти показання Π_2 по рейці.

Обчислити кут i за формулою:

$$i = \frac{(\Pi_1 + \Pi_2) - (I_1 + I_2)}{2S} \rho'' \quad (2.11)$$

де S - відстань до рейки;

$$\rho'' = 206000''.$$

При значенні кута і більше 30" справити його виправлення відповідно до п.2.2.8 та повторити перевірку.

2.1.12. Визначення похибок орієнтир-бусолі. Похибка орієнтування теодоліта за орієнтир-бусоллю щодо магнітного меридіана визначається у польових умовах. У радіусі 6 м від теодоліта не повинно бути великих магнітних мас.

Вибрати орієнтир, магнітний азимут якого відомий з визначень іншими методами, виміряти теодолітом з орієнтир-бусоллю дванадцятьма прийомами і обчислити середнє арифметичне значення.

Систематичну складову похибки орієнтування обчислити як різницю між відомим значенням азимута, що приймається за істинне, і середнім арифметичним.

Середнє квадратичне відхилення m випадкової складової похибки бусолі обчислити за формулою:

$$m = \sqrt{\frac{\sum v_i^2}{n-1}} \quad (2.12)$$

де v_i - відхилення результатів окремих вимірювань від їх середнього арифметичного значення;

n - кількість прийомів вимірювань.

Якщо значення систематичної похибки не відповідає точності виконуваної роботи, виправити бусоль, як зазначено в п. 2.2.9, і повторити перевірку.

При незадовільному значенні середнього квадратичного відхилення випадкової складової похибки замінити стрілку або шпиль бусолі в майстерні.

2.1.13. Визначення коефіцієнта нитяного далекоміра. Коефіцієнт нитяного далекоміра за кожною далекомірною (тахеометричною) рейкою рекомендується визначати в наступному порядку:

- розбити на рівній місцевості базис довжиною 130 ... 150м і розділити його на 6 ... 8 інтервалів;
- виміряти кожен інтервал з точністю не нижче 1:1500 і привести значення інтервалу до горизонту;

- встановити і відцентрувати теодоліт на одному кінці базису, а рейку - послідовно на всіх інших його точках;
- виміряти кожен інтервал 4 ... 6 прийомами, обчислити середні значення і виміряти кути нахилу;
- повторити вимір кожного інтервалу в зворотному ході, помінявши місцями теодоліт на рейку, і обчислити середні арифметичні значення інтервалів із прямого і зворотного ходів;
- обчислити різниці Δ_i за формулою:

$$\left. \begin{aligned} \Delta_1 &= (S_1^0 + \delta S_{\alpha_1}) - L_1 \\ \Delta_2 &= (S_2^0 + \delta S_{\alpha_2}) - L_2 \\ \Delta_n &= (S_n^0 + \delta S_{\alpha_n}) - L_n \end{aligned} \right\} \quad (2.13)$$

де S_1^0 - значення горизонтального прокладання інтервалу, прийняте за істинне;

δS_{α} - поправка на нахил обмірюваної лінії (вибирається з таблиць або обчислюється за формулою (2.5);

– нанести отримані різниці Δ_i на графік "к" (рисунок 2.12), відкладаючи по вісі абсцис відстані S_1^0 (м), а за віссю координат - значення Δ_1 (см)

– з'єднати точки між собою і усереднити ламану лінію прямої з рівності сум площ між ламаною і усередненою, розташованих вище і нижче усередненої. При цьому загальна сума площ повинна бути мінімальною. На графіку порівнювані площі заштриховані.

Точка перетину прямої з віссю ординат відзначить на ній значення постійного доданка далекоміра. У теодоліті постійний доданок практично дорівнює нулю, тому усереднена пряма пройде через початок координат.

Ставлення ординати Δ (см) будь-якої точки усереднювання прямій до її абсциси S (м) дорівнює відхиленню коефіцієнта далекоміра від 100, яке не повинно перевищувати 0,5.

При необхідності для введення поправок Δ у вимірювану відстань, або для обчислення коефіцієнта пропорційності k використовується графік "к". Поправкою служить ордината точки усереднювання прямої, яка відповідає вимірній відстані. Наприклад, при $L = 150$ м $\Delta = + 49$ см. Поправка додається до вимірних значень L зі своїм знаком.

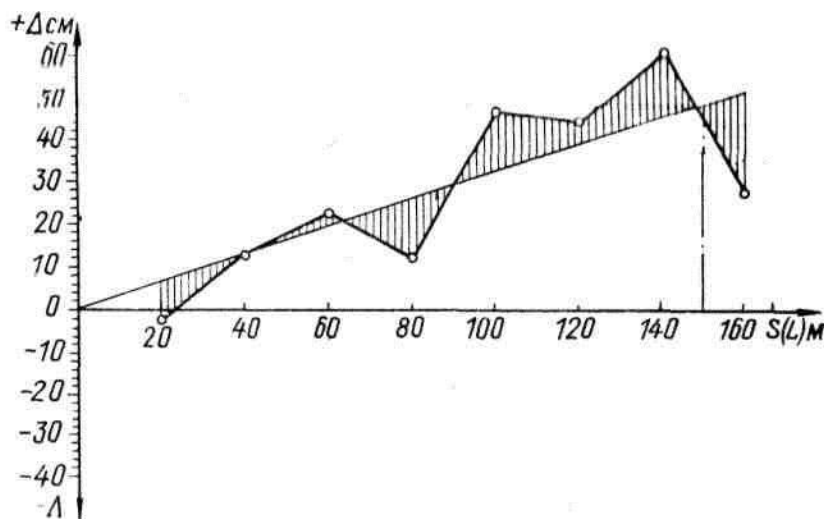


Рисунок 2.12 - Графік „к“.

Коефіцієнт пропорційності k обчислюється за формулою:

$$k = 1 + \frac{\Delta(\text{м})}{S(\text{м})} \quad (2.14)$$

Наприклад, при $S = 150$ м і $\Delta = 49$ см

$$k = 1 + \frac{0,49}{150} = 1,0033$$

На коефіцієнт k множиться вимірне значення L .

2.2. Юстировка теодоліту

2.2.1. *Регулювання рукоятки кремальєри.* Якщо при перевірці не забезпечується фокусування зорової труби на рівновіддалені предмети, докрутити гвинт, розташований на накатаній поверхні рукоятки кремальєри.

2.2.2. *Юстировка рівня при алідаді горизонтального кола.* Якщо при перевірці рівня зміщення його бульбашки результат перевищує одне ділення, половину зміщення виправити підйомним гвинтом підставки, другу половину – юстировочними гвинтами 7 (рисунок 2.13).

2.2.3. *Усунення залишкових зміщень штатива і підставки.* При наявності залишкових зміщень штатива затягнути гайковим ключем болти в шарнірах головки, кріпильні гвинти висувних планок ніжок з наконечниками і гвинти, що кріплять дерев'яні стрижні ніжок у верхній металевій обоймі.

При недостатній стійкості підставки відрегулювати хід підйомних гвинтів або загвинтити три гвинти, що кріплять пружину тригера основи підставки. Попередньо необхідно послабити контргайки.

Для регулювання ходу підйомного гвинта вигвинтити його до збігу отвору у втулці і в регулювальній гайці. В отвори вставити шпильку і, повертаючи нею гайку, відрегулювати хід підйомного гвинта.

2.2.4. *Усунення нахилу сітки ниток зорової труби.* Для усунення нахилу сітки ниток відгвинтити ковпачок 8 (рисунок 2.5), послабити чотири кріпильні гвинти окуляра і повернути окуляр так, щоб нитка сітки розташувалася горизонтально. Після юстування сітки закріпити окуляр і нагвинтити ковпачок.

2.2.5. *Усунення рана паралакса відлікового мікроскопа.* Паралакс усунути таким чином:

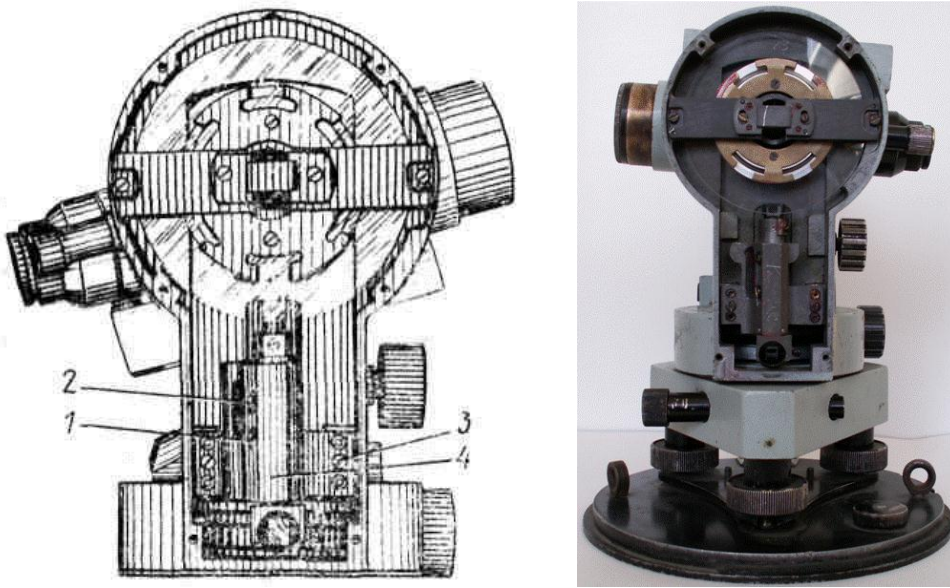
– зняти кришку 4, що відкриває доступ до двох кронштейнів, у яких закріплені лінзи об'єктивів відлікових пристроїв горизонтального, вертикального кіл (у передньому кронштейні - горизонтального кола, в задньому - вертикального);

– для усунення паралакса у відліковому пристрої горизонтального кола злегка відкріпити гвинт 2 (рисунок 2.13);

– спостерігаючи в мікроскоп, встановити окуляр по оку до отримання чіткого зображення відлікової шкали, вставити лезо викрутки в шліц відкріплення гвинта і змістити його разом з оправою лінзи уздовж прорізу в кронштейні до появи чіткого зображення штрихів горизонтального лімба. Закріпити гвинт у цьому положенні і повторити перевірку.

Аналогічне виправлення у відліковому пристрої вертикального кола виконати переміщенням лінзи, закріплювальний гвинт якої розташований у нижній частині заднього кронштейна. Доступ до гвинта через подовжній проріз на бічній частині переднього кронштейна.

Після усунення паралакса перевірити і при необхідності усунути рен.



1, 2 - гвинти кріплення лінз об'єктиву горизонтального кола; 3 - гвинт кріплення кронштейна; 4 - кронштейн.

Рисунок 2.13 - Теодоліт без бічної кришки.

Рен горизонтального і вертикального кіл виправити переміщенням обох лінз відповідного об'єктива. Якщо зображення кола необхідно зменшити, обидві лінзи потрібно видалити від кола, якщо збільшити - наблизити. Одночасно стежать за відсутністю паралакса між зображеннями штрихів лімба і шкали мікроскопа.

2.2.6. Виправлення колімаційної похибки і місця нуля вертикального кола

Зняти ковпачок 8 (рисунок 2.5), що закриває доступ до гвинта сітки ниток. Навести зорову трубу на вилучену візирну мітку і зняти показання L (або Π) по горизонтальному і вертикальному колам.

Обчислити виправлені показання для горизонтального кола за формулою:

$$L_{испр} = L - c \text{ (или } \Pi_{испр} = \Pi + c \text{)}$$

для вертикального кола за формулою:

$$L_{испр} = L - MO \text{ (или } \Pi_{испр} = \Pi - MO \text{)}$$

і встановити їх на відповідних колах.

Перемістити гвинт сітки ниток до суміщення її перехрестя з зображенням спостережуваної точки.

При юстировці місця нуля стежити за становищем бульбашки рівня і у випадку переміщення вивести її в середнє положення підйомними гвинтами підставки.

2.2.7. Юстировка колекторного візира. При незадовільних результатах перевірки злегка вигвинтити чотири гвинти, що скріплюють візир з горизонтальною віссю, навести зорову трубу на нижнє перехрестя марки (точку предмета) і повернути візир за азимутом до суміщення його вертикальної нитки з верхнім перехрестям марки (точкою предмета). При закріпленні візира послідовність вгвинчування гвинтів регулюється так, щоб горизонтальна нитка сітки візира також збіглася з візирної міткою.

2.2.8. Юстировка рівня при трубі. Якщо кут і перевищує встановлене значення, положення рівня виправити таким чином:

- використовуючи результати вимірювань величин I_1 I_2 , Π_1 Π_2 , обчислити поправку Δh за формулою:

$$\Delta h = \frac{(\Pi_1 + \Pi_2) - (I_1 + I_2)}{2} \quad (2.15)$$

- нахилом зорової труби встановити відлік за рейкою $\Pi_2 - \Delta h$, а юстированими гайками привести бульбашку ампули рівня у середнє положення.

2.2.9. Усунення систематичної похибки бусолі.

Встановити візирну вісь теодоліта, що перевіряється за напрямом магнітного меридіана, використовуючи значення магнітного азимута орієнтира, що приймається за істинне.

Послабити гвинти на нижній частині кронштейна 2 (див. рисунок 2.6) бусолі і розворотом її корпусу щодо кронштейна поєднати кінці стрілки з індексами бусолі. Закріпити гвинти.

2.3. Методи і засоби перевірки

Теодоліти, що знаходяться в експлуатації, періодично піддаються відомчій повірці, не рідше одного разу в два роки. У залежності від умов експлуатації цей термін уточнюється органами метрологічної служби.

Перед уведенням в експлуатацію нового теодоліта або теодоліта, що надійшов з ремонту зі складу після тривалого зберігання, проводять позачергову повірку.

Теодоліт, який пред'являється на перевірку, повинен бути попередньо від'юстованим.

2.3.1. Умови повірки та підготовка до неї.

2.3.1.1. Повірка повинна проводитися при температурі від 20 до 30С°.

2.3.1.2. До початку повірки теодоліт і допоміжне обладнання повинні бути витримані на робочих місцях не менше 2 год.

2.3.1.3. Коливання (якщо є) не повинні викликати коливань зображення візирної мітки, що перевищують ширину штриха сітки ниток зорової труби.

2.3.2. Операції повірки. При проведенні повірки повинні виконуватися операції, зазначені в таблиці 2.2. (див. паспорт «Теодоліт 2Т30»).

Таблиця 2.2 – Операції з повірки теодоліту

Найменування операцій (параметра)	Номер пункту методу повірки згідно паспорту
Зовнішній огляд	10.1
Випробування	10.2
Визначення метрологічних параметрів:	10.3
похибка вимірювання горизонтального кута	10.3а
похибка вимірювання вертикального кута	10.3б
паралельність вісі рівня при трубі візирної вісі	10.3в
коефіцієнт нитяного далекоміра	10.3г
похибки орієнтування у бусолі	10.3д
Примітка:	
1. При перевірці методом випробування допускається виправлення юстованих параметрів у відповідності з методами п.2.2.	
2. У теодолітах, що знаходяться в експлуатації, похибки орієнтування теодоліта по орієнтир-бусолі не перевіряють. Після ремонту перевірка здійснюється за заявкою споживача, який представив теодоліт на перевірку.	

Оснащення робочого місця:

Прилад «Теодоліт 2Т30», відкритий гідростатичний рівень, висок, рівень, крейда та мотузка.

Завдання:

Вивчити способи проведення просторових розмічувальних робіт, будову і порядок підготовки теодоліту до роботи та провести розмічувальні роботи за допомогою теодоліту.

ХІД РОБОТИ:

1. Вивчити способи проведення площинних і просторових розмічувальних робіт при монтажі потоково-технологічних ліній.
2. Вивчити будову, регулювання та правила експлуатації теодоліту;
3. Провести наладку теодоліту та підготувати його до роботи;
4. Провести за допомогою теодоліту та допоміжних матеріалів розмічування монтажних вісей у приміщенні;
5. Перевірити прямолінійність встановлених у лабораторії машин по відношенню до розмічених монтажних вісей приміщення.

Зміст звіту:

- 1) тема та мета роботи;
- 2) способи переносу монтажних вісей (рисунки 2.1, 2.2);
- 3) схема та будова теодоліту;
- 4) опис порядку проведення наладки та правил експлуатації теодоліту;
- 5) схема розмічування монтажних вісей у приміщенні з вимірними значеннями;
- б) висновки по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Призначення розмічувальних робіт при монтажі потоково-технологічних ліній на переробних підприємствах?
2. Які основні технічні засоби та спеціальні пристрої використовуються для проведення розмічувальних робіт при монтажі технологічного обладнання?

3. Що називають головними монтажними вісями машин та їх призначення?
4. Існуючі способи просторового і площинного перенесення монтажних вісей?
5. Яке призначення теодоліту при проведенні розмічувальних робіт?
6. Будова і принцип роботи теодоліту?
7. Порядок розмічування монтажних вісей за допомогою теодоліту?

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ:

1. На яку висоту над перекриттям повинні бути винесені монтажні осі?
 - а) близько 4 м;
 - б) близько 3 м;
 - в) близько 2 м;
 - г) близько 1 м.
2. Для натягнення сталеві струни головної монтажної осі підбирають масу вантажу, яка залежить від діаметру струни і складає:
 - а) $\frac{2}{3}$ розривного навантаження;
 - б) $\frac{1}{3}$ розривного навантаження;
 - в) $\frac{1}{2}$ розривного навантаження;
 - г) $\frac{1}{5}$ розривного навантаження.
3. При діаметрі струни 0,5 мм масу вантажу приймають:
 - а) 7 кг;
 - б) 12,5 кг;
 - в) 19,5 кг;
 - г) 2 кг.
4. Вертикальні осі на поверхи будівлі переносять за допомогою відвісів, які частково занурюють у в'язку рідину (масло, нафта, мазут) для:
 - а) запобігання коливанням;
 - б) зменшення тертя;
 - в) запобігання корозії;

г) збільшення міцності.

5. Головну монтажну вісь переносять через стіну у випадку:

- а) коли технологічна лінія розміщується на двох суміжних поверхах;
- б) коли технологічна лінія розміщується в двох суміжних приміщеннях;
- в) коли монтується негабаритне обладнання;
- г) коли монтують трубопровід.

6. У закритому гідростатичному рівні резервуар заповнений:

- а) водою або спиртом;
- б) бензином або соляркою;
- в) синтетичним або рослинним маслом;
- г) бензином або маслом.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Тема: Проектування фундаментів під машини та обладнання переробних підприємств.

Мета: Отримати практичні навички з проектування фундаментів під технологічне обладнання переробних підприємств.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Основи і фундаменти. Природні і штучні основи

Основою фундаменту називають товщу ґрунтів або елементи конструкцій міжповерхового перекриття, безпосередньо сприймаючих навантаження від дії сили тяжіння обладнання і фундаменту, а також додаткові зусилля, що виникають при роботі обладнання. Основи називають *природними*, якщо ґрунти при будівництві на них споруд і фундаментів не потребують будь якого попереднього поліпшення або зміцнення. Якщо ж необхідне попереднє закріплення або заміна ґрунтів, то основи називають *штучними*. Піски, що залягають ущільненим шаром достатньої товщини є доброю основою, причому, чим крупніше пісок, тим більше навантаження він може сприймати. При розробці котлованів у водонасичених пісках (особливо тонкозернистих) необхідно вживати заходів, що виключають можливість розпушування ґрунту під дією фільтруючих струменів води.

У багатьох випадках будувати доводиться на скельних породах, які так само є природними основами і являють собою гірські породи, що складаються з часток, міцно пов'язаних між собою і залягаючих у вигляді суцільного масиву.

Природні основи під фундаменти повинні задовольняти ряд вимог:

1. мати достатню несучу спроможність;
2. мати рівномірну стисливість;
3. не піддаватися пученню;
4. не розмиватися і не розчинятися ґрунтовими водами;
5. не допускати просідання і оповзнів.

Ґрунти розрізняються за складом, структурою і характером напластування. Несуча здатність ґрунту залежить від фізичних властивостей і характеризується величиною нормативного тиску R_H у $\text{кг}/\text{см}^2$.

«Будівельні норми і правила» (СНиП) передбачають наступну **класифікацію ґрунтів**.

Скельні ґрунти залягають суцільними масивами (за відсутності тріщин або пустот) і є найміцнішими природними основами. До скельних ґрунтів відносять кварц, пісковики, вапняк і ін.

Крупнообломочні ґрунти є незв'язаними уламками скельних порід, що містять понад 50% уламків крупніше 2мм, і діляться на щебінь, деревину, гальку і гравій. Вони не схильні до спучування, малостисливі, не розмиваються водою. Так само, як і скельні ґрунти, вони є надійною основою.

Піщані ґрунти складаються з часток розміром від 0,1 до 2мм і підрозділяються на гравійні, крупні, середньої крупності, дрібні і пилоподібні, а за мінеральним складом – на кварцові, сланцеві і вапняні.

Глинисті ґрунти складаються з найдрібніших часток лускової форми. До глинистих ґрунтів відноситься глина, супіски і суглинки.

Глиною називають глинистий ґрунт, що містить більше 30% глинистих часток, суглинком – ґрунт, що містить 10 – 30%, супіском – 3 – 10%.

Залежно від вологості глинисті ґрунти можуть знаходитися у твердому, пластичному або текучому стані. Несуча спроможність твердих глин більше, ніж у пластичних. Унаслідок невеликої швидкості ущільнення часток ґрунти володіють тривалим осіданням під навантаженням.

Крім перерахованих ґрунтів при дії фундаменти часто зустрічаються **рослинні ґрунти** (верхній гумусний шар). Ці ґрунти непридатні для підстав через неоднорідність складу і сильній стисливості під навантаженням. Зустрічаються насипні ґрунти, які також не є надійною основою.

Під дією навантаження від обладнання на ґрунти здійснюються стискаючі напруги, в результаті чого ґрунти ущільнюються та викликають осідання фундаменту. Величина можливого осідання перевіряється розрахунком і не

повинна перевищувати норми, яка допускається (80 – 150мм, що залежить від конструктивної жорсткості фундаменту).

СНиП встановлено нормативний тиск R_N на ґрунти:

- для скельних – $0,5\text{кг/см}^2$ тимчасового опору зразків ґрунту на стиснення у водонасиченому стані;
- для великообломкових – від 3 до 6кг/см^2 ;
- для піщаних (залежно від їх крупності і вологості) – від 1 до $4,5\text{кг/см}^2$;
- для глинистих (залежно від їх крупності і вологості) – від 1 до 6кг/см^2 .

Природною основою фундаменту під обладнання може бути пласт ґрунту, який захищений від вивітрювання, важко розмивається і володіє достатньою міцністю (малою і рівномірною стисливістю) і достатньою потужністю та нерухомістю.

Потужність пласта під подошвою фундаменту має особливо важливе значення і вважається достатньою у тому випадку, коли товщина його не менше ширини подошви. Це досягається шляхом спорудження під подошвою фундаменту або так званої подушки з піску чи бетону, або залізобетонної плити. У піщаній або бетонній подушці тиск розподіляється під кутом близько 45° , тому така подушка може бути ефективною тільки при малих розмірах подошви фундаменту при відносно великій товщині подушки. Більш ефективною буде залізобетонна плита, що допускає розподіл навантаження на більш значну площу. У тих випадках, коли ґрунт за своїми механічними властивостями непридатний для використання як природна основа, виникає необхідність у будові штучної основи.

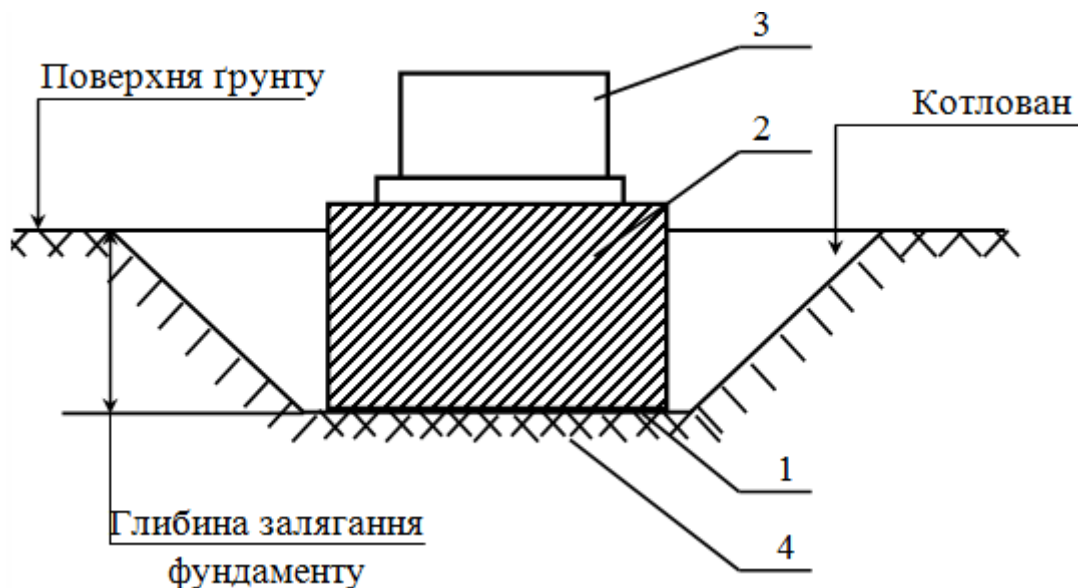
У найпростішому випадку **будова штучної основи** може бути досягнута ущільненням поверхні ґрунту за допомогою вібраторів і механічних трамбівок. У деяких випадках несучу спроможність ґрунту підвищують шляхом утрамбування у нього щебеню на глибину 100 – 150мм. Більш ефективними засобами є цементування – введення в ґрунт рідкого цементного розчину під тиском, силікатування – нагнітання у ґрунт силікатних розчинів (рідке скло і

хлористий кальцій), термічна обробка ґрунту – спалювання горючих продуктів (у свердловинах при зміцненні лісових ґрунтів, що просідають).

Будова фундаментів під обладнання

Фундаменти необхідно споруджувати після отримання обладнання або за кресленнями, приведеними в заводській технічній документації.

Фундаментом називають конструкцію опорної споруди, призначеної для передачі навантаження від обладнання до основи. Основні геометричні параметри фундаменту – глибина його залягання і ширина підшви (рисунок 3.1). *Підшвою фундаменту* називається його нижня поверхня, що сполучена з поверхнею основи. Відстань від планувальної поверхні землі до підшви називається *глибиною залягання фундаменту*.



1 – основа; 2 – фундамент; 3 – обладнання; 4 – підшва фундаменту.

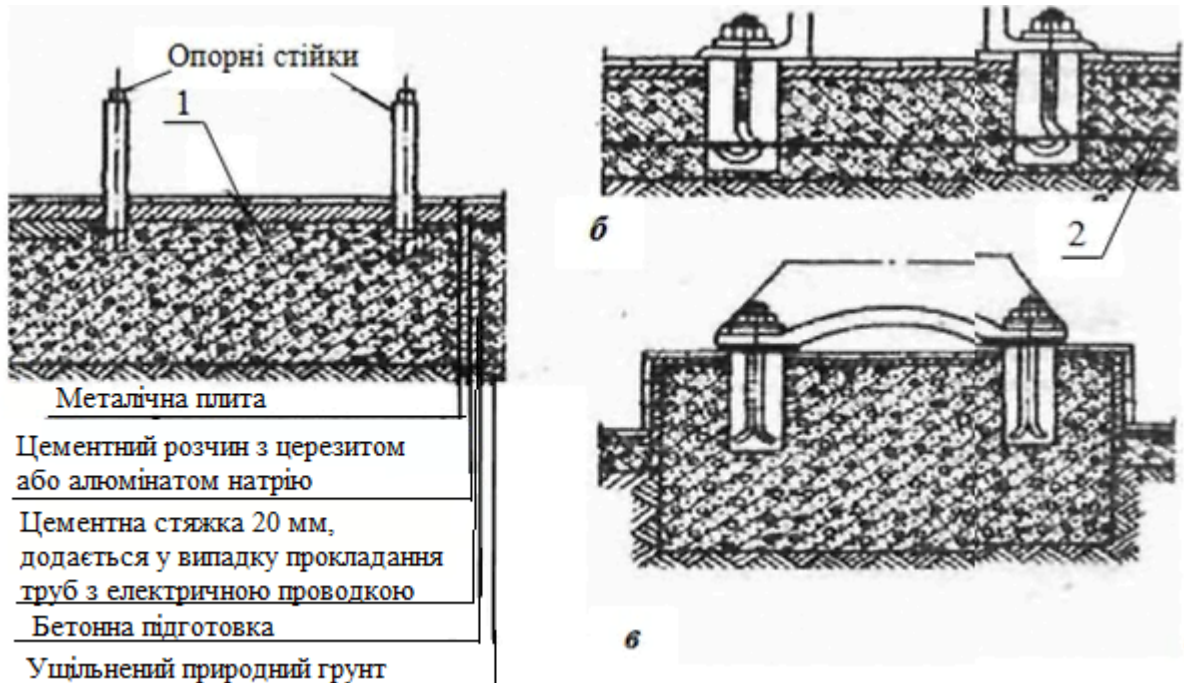
Рисунок 3.1 – Схема будови фундаментів

Основи і фундаменти (рисунок 3.2), споруджують спеціалізовані підрядні організації за договором із замовником відповідно попередньо затвердженого проекту. Це пов'язано з тим, що розрахунки фундаментів і їх основи є відповідальним етапом на стадії проектування нового або

реконструкції діючого підприємства. Вони базуються на знанні основ будівельної механіки, інженерної геології, гідрології і механіки ґрунтів. Тому їх виконують фахівці відповідної кваліфікації. Будь-які відхилення від проекту, пов'язані з роботою фундаментів і основ, абсолютно не припустимі і повинні бути узгоджені з проектною організацією.

Будівництво фундаментів передбачає виготовлення опалубки.

Опалубкою називають сукупність елементів і деталей, призначених для утворення форми монолітних бетонних або залізобетонних конструкцій і споруд, що зводяться на будівельному майданчику. Її виготовляють з дерева, металу, фанери і інших матеріалів.



a – закладення опорної рами у верхній шар підлоги на ґрунті;
б – анкерними болтами, закладеними в бетонну підготовку підлоги; *в* – на фундаменті поверх бетонної підготовки підлоги

1 – рама зі сталі, 2 – сітка з арматури.

Рисунок 3.2 – Способи кріплення обладнання на підлозі та фундаменті

Після затвердіння фундаменту і зняття опалубки монтажна організація приймає фундамент: перевіряють усі розміри в плані, розміри прив'язки фундаментних болтів, стан і геодезичне обґрунтування, тобто правильність

розташування плашок, що фіксують подовжні і поперечні вісі обладнання, і реперів, вказуючи висотні відмітки майданчиків фундаментів. Відхилення розмірів фундаментів від проектних повинні знаходитися у допустимих межах. Для запобігання проникненню води в ґрунт анкерні болти не повинні досягати гідроізоляційного шару. Якщо цього неможливо досягти, то в місцях проходу болтів гідроізоляція повинна бути ретельно закладена.

При будові фундаментів слід визначити вагу і особливості роботи обладнання. Якщо тиск під подошвою фундаменту не вище $0,5 \text{ кгс/см}^2$, то фундамент укладають поверх бетонної підготовки підлоги. В інших випадках фундамент заглиблюють до основного ґрунту залежно від його характеру (рисунок 3.2, в). Ванни, приймальні баки, насоси не вимагають фундаментів.

Вибір матеріалу для фундаменту залежить від типу і розмірів обладнання, наявності місцевих будівельних матеріалів і ґрунтів основи. Як будівельний матеріал можна використовувати бетон марки 90 (міцність на стиснення 90 кгс/см^2), бутобетон, залізобетон, бутовий камінь і обпалена або перепалена цегла марки не нижче 150. Фундамент з цегляної кладки робити на цементному розчині марки 500.

При споруді фундаменту у всіх місцях, де передбачено підведення електроенергії, повинні бути виведені кінці труб, закладених у підлозі для прокладки кабелів і дротів, або зроблені канавки для підведення до обладнання усіх необхідних комунікацій (електропроводів, водопроводу, каналізаційного трубопроводу і т.д.).

Про міцність бетону фундаментів орієнтовно судять за звуком при обстукуванні його молотком або зубилом, таблиця 3.1.

Фундаменти не повинні мати раковин, поверхневих тріщин і інших дефектів. Міцність бетону перевіряють, випробовуючи зразки, залиті одночасно із заповненням фундаменту, через 28 діб.

Різьби виступаючих кінців глухих болтів повинні бути чистими і покриті антикорозійним мастилом. Болти, виступаючі з фундаменту нижче встановленої відмітки, нарощують зваркою. Відхилення від вертикального положення болтів допускається до 5 мм/м.

Таблиця 3.1 – Результати перевірки міцності бетону

Марка бетону, МПа	Звук при ударі	Результати удару по поверхні бетону фундаменту	
		молотком	гострим зубилом
11–14	дзвінкий	Майже не залишається слідів	При легкій насічці залишається слабкий слід
6–9	глухий	Залишаються вм'ятини	Насікається на глибину 1–1,5мм
3-5	м'який	Виходять вм'ятини з краями, що обсипаються	Ріжеться і обсипається

При прийманні фундаменту звертають увагу на стан поверхонь, що стикаються з обладнанням. Готовий фундамент повинен бути вивірений по відношенню до колон будівлі і до фундаментів інших машин, а також обов'язково мати горизонтальну верхню поверхню.

Безпосередньо на фундамент без підливки встановлюють невеликі машини. Важкі машини, що працюють з ударними навантаженнями, безпосередньо на фундамент не встановлюють, оскільки важко виконати досить рівною опорну поверхню великого фундаменту. У зв'язку з цим відмітка верху фундаменту повинна бути на 25–40мм нижче за проектну відмітку, щоб між фундаментом і рамою машини можна було встановити підкладки.

Розташування і розміри колодязів для фундаментних болтів повинні допускати можливість зсування фундаментної плити машини на 10–12мм у будь-яку сторону.

Готовність фундаментів під монтаж обладнання оформляють актом, який підписують підрядчики (представники будівельної і монтажної організацій) і замовник.

Матеріали для бетонів і будівельних розчинів

Заповнювачі і вода

Заповнювачі для бетонів і розчинів за крупністю зерна діляться на дрібні (пісок розміром зерен 0,14-5 мм) і крупні (щебінь, гравій – 5-150 мм).

За походженням розрізняють заповнювачі природні, що утворилися у результаті руйнування (пісок, гравій і їх суміші) або роздрібнювана гірська порода (пісок, щебінь), і штучні (шлакова пемза, керамзит, аглопорит, металургійні і паливні шлаки, цегляний бій і ін.).

За об'ємною масою у сухому стані заповнювачі для бетонів і розчинів діляться на важкі (об'ємна маса щебеню і гравію більше 1000 кг/м^3 , піску 1200 кг/м^3), і легкі (об'ємна маса відповідно менше 1000 і 1200 кг/м^3).

За характером обробки вони бувають сортові (що піддаються розсіванню) і рядові (що не піддаються розсіванню).

Дрібні заповнювачі

Важкий пісок у природному стані залежно від зернового складу за ГОСТ 8736-67 ділять на чотири групи (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Характеристика піску за крупністю

Група піску	Повний залишок на ситі %	Модуль крупності
Крупний	Більше 50	Більше 2,5
Середній	30 – 50	2,5 – 2,0
Дрібний	10 – 30	2,0 – 1,5
Дуже дрібний	Менше 10	1,5 – 1,0

Для бетонів рекомендується застосовувати крупний і середній пісок модулем крупності $M_k=2-3,25$.

У піску, призначеному для бетонів, зерен гравію крупніше 10мм допускається не більше 0,5%, а кількість зерен розміром 5-10мм до 5% за масою. З піску, призначеного для розчинів, необхідно видалити зерна розміром більше 5мм.

Для забезпечення постійного якісного зернового складу піску до складу бетонної суміші включають фракційний пісок, складений з двох фракцій: крупної і дрібної, які роздільно дозуються при приготуванні бетонної суміші.

На якість бетону значний вплив має вміст у піску пилоподібних, мулистих і глинистих домішок. Кількість їх не повинна перевищувати 3% в природному піску і 5% в роздробленому, в тому числі глини не більше 0,5% маси. Кількість пилоподібних, мулистих і глинистих частинок у фракційному піску не повинна перевищувати 2%, у тому числі глини – 2% (ГОСТ 8736-67).

Пісок здатний різко змінювати об'ємну насипну масу і об'єм (рисунок 3.3), що необхідно враховувати при його прийманні і об'ємному дозуванні під час приготування бетону.

У сухому піску зерна розташовані щільно. При зволоженні вода змочує поверхню піщинок і водяні оболонки розсовують їх. У місцях зіткнення піщинок виникають капілярні сили, перешкоджаючи щільному укладанню зерен. Найменша об'ємна насипна маса піску відповідає вологості 5-7%.

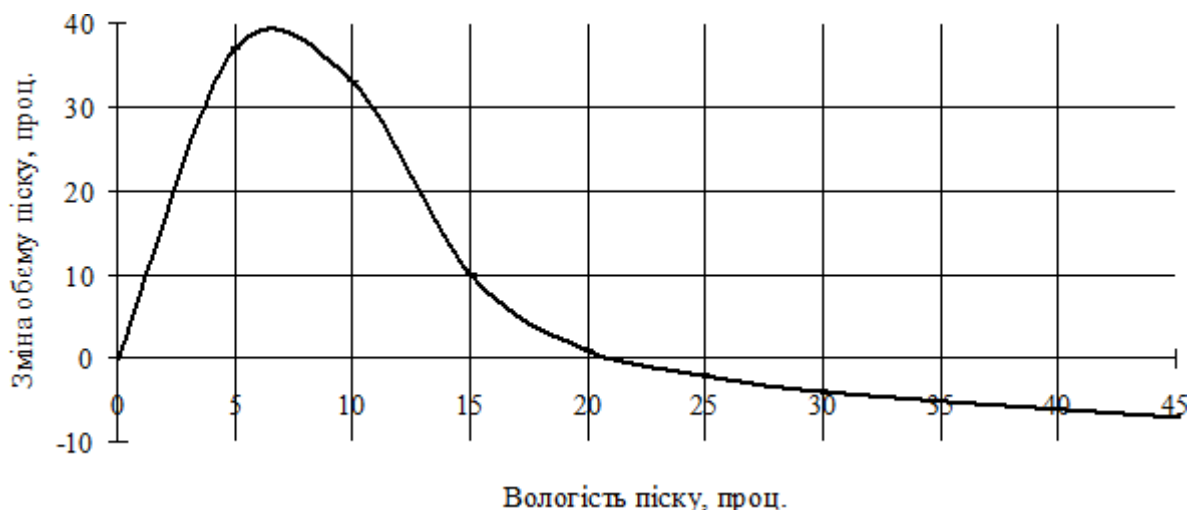


Рисунок 3.3 – Зміна об'єму піску залежно від вологості

Легкий пісок за крупністю зерна розділяють на фракції: дрібний (до 1,25мм) та крупний (1,25-5мм).

Крупні заповнювачі

У якості крупного заповнювача для бетонів застосовують гравій і щебінь. Зерна гравію мають округлу форму і гладку поверхню. Щебінь одержують дробленням гравію або вивержених, метаморфічних, щільних і водостійких осадових гірських порід (вапняних, піщаників і ін.). Зерна щебеню шорсткі,

бажано, щоб формою вони наближалися до куба. Тоді вони забезпечують якнайменшу питому поверхню заповнювача і внаслідок цього збільшують рухливість бетонної суміші і зменшують витрату суміші, що сприяє кращому їх зчепленню з цементним каменем. Тому для бетонів високих марок слід застосовувати щебінь, а не гравій.

Крупні щільні (важкі) заповнювачі (щебінь, гравій і щебінь з гравію) залежно від розмірів підрозділяють на фракції: 5-10, 10-20, 20-40, 40-70мм. Допускається поставка заповнювачів у вигляді двох суміжних фракцій. Поверхня зерен щебеню є більш шорсткою, ніж у гравію.

За формою зерен щебінь підрозділяється на три групи: кубовидний, поліпшений і звичайний. Вміст зерен пластинчастої та голкоподібної форм не повинен перевищувати у кубовидного – 15%, поліпшеного – 25% і звичайного – 35% за масою. До зерен пластинчастої і голкоподібної форми відносяться такі, товщина або ширина яких менше довжини в три рази і більш. За угодою із споживачем допускається випуск щебеню із вмістом більше 35% зерен пластинчастої і голкоподібної форми.

Кількість зерен слабих і вивітрених порід у щебені з природного каменя не повинна перевищувати для марок 1400 та 1200 – 5%; 1000, 800, 600, 400 – 10%, 300 і 200 – 15% за масою. У щебені вищої категорії якості вміст зерен слабих і вивітрених порід повинен бути не більше 5% за масою.

Марка щебеню з природного каменя, яка визначається за подрібненістю при стисненні в циліндрі початкової гірської породи, повинна бути вищою за марку бетону (ГОСТ 10268-70*):

Для бетону марок нижче 300 - не менше ніж у 1,5 рази

Для бетону марок 300 і вище - не менше ніж у 2 рази

Гравій і щебінь з гравію залежно від подрібненості при стисненні (роздавлюванні) в циліндрі підрозділяють на марки: Др8, Др12, Др16, Др25. Марки гравію і щебеню з гравію, які визначаються за подрібненістю при стисненні в циліндрі, для бетонів різних марок повинні відповідати вимогам таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Марки гравію і щебеню з гравію за подрібненням

Марка бетону	Марка заповнювача	Втрата маси після випробування, %
400 і вище	Др 8	До 8
300 і вище	Др 12	8 – 12
200 і вище	Др 16	12 – 16
200 і нижче	Др 24	16 - 24

Вода

Для затвердіння бетонної і розчинної сумішей слід застосовувати воду, яка не містить домішок, що затримують твердіння цементу або погіршують якість затверділого бетону чи розчину. При приготуванні бетонної або розчинної суміші рекомендується застосовувати водопровідну питну воду. Якщо доводиться використовувати воду з водоймищ або ґрунтову, необхідно заздалегідь оцінити якість води.

Вода для затвердіння бетону повинна бути чистою і некислою.

Водневий показник рН повинен бути не менше 4, тобто не повинен офарблювати синій лакмусовий папір у червоний колір. Крім того, вода не повинна містити більше 2700 мг/л сульфатів і 5000 мг/л усіх солей.

Морська вода, що містить солі у вказаних вище кількостях, може бути використана для затвердіння бетонних і розчинних сумішей, за винятком тих випадків, коли залізобетонні конструкції знаходяться в умовах жаркого клімату і піддаються періодичному зволоженню. Морську воду не можна застосовувати для затвердіння бетонної суміші при бетонуванні внутрішніх конструкцій житлових і суспільних будівель, де неприпустимі покриття сіллю лицьових поверхонь конструкцій.

Для приготування бетону на глиноземельному цементі не можна використовувати морську або іншу солону воду.

Не можна застосовувати для затвердіння бетонної і розчинної сумішей болотяну воду, багату органічними домішками, стічні і промислові води з домішками кислот. Природні стічні води і підземні води, що накопичуються у

котлованах, у яких повинні укладатися відповідальні залізобетонні конструкції, необхідно перевіряти. Для поливання залізобетонних виробів і конструкцій у початковий період твердіння на повітрі можна застосовувати будь-яку воду, визнану придатною для затвердіння бетонної суміші.

Мінеральні зв'язучі речовини

Мінеральні зв'язучі речовини діляться на повітряні і гідравлічні. Виділяють також групу зв'язучих автоклавного твердіння.

Повітряні зв'язучі тверднуть і довго зберігаються тільки на повітрі. До повітряних речовин відносяться гіпсові зв'язучі, магнезіальні зв'язучі, повітряне вапно, рідке скло і кислототривкий цемент.

Гідравлічні зв'язуючі речовини тверднуть не тільки на повітрі, але і у воді. До таких речовин відносяться вапно гідравлічне, романцемент, портландцемент і його різновиди, шлакопортландцемент, пуцолановий, глиноземистий цемент і ін.

Зв'язучі речовини автоклавного твердіння проявляють активність в умовах автоклавної обробки при температурі 175-200°C. До них відносяться: цемент вапняний, кварцовий, шлакові зв'язучі автоклавного твердіння та ін.

Гіпсові і магнезіальні зв'язучі

Сировиною для виробництва гіпсових зв'язучих речовин служить, як правило, природний гіпсовий камінь. Рідше використовують безводний гіпс – ангідрит, а також гіпсомісткі відходи хімічної промисловості (фосфогіпс, борогіпс і ін.). Гіпсові зв'язучі речовини одержують шляхом термічної обробки цих матеріалів з подрібненням їх до або після обробки.

За умовою випалювання, а також за швидкістю захоплення і твердіння гіпсові зв'язучі речовини діляться на дві групи: низькообпалювальні і високообпалювальні.

Цемент

Портландцементи (ГОСТ 10178-76*) – гідравлічна речовина, що твердне у воді і на повітрі, одержувана шляхом сучасного тонкого подрібнення клінкеру і гіпсу. Клінкер отримують у результаті випалення до спікання сировинної суміші глини і вуглекислого кальцію при температурі 1450-1500°C складу, що забезпечує переважання в клінкері силікатів кальцію. Портландцемент виготовляють без добавок або з активними мінеральними добавками до 15% маси цементу.

Залежно від вмісту основних клінкерних мінералів розрізняють портландцементи:

- алітовий – із вмістом трьохкальцієвого силікату більше 60%;
- белітовий – із вмістом більше 35% двохкальцієвого силікату;
- алюмінатний – трьохкальцієвий алюмінат, що міститься у кількості більше 12%;
- целітовий – із вмістом двохкальцієвого фериту і чотирьох кальцієвого алюмофериту більше 20%.

Кожний з цих різновидів портландцементу має особливості. Алітові цементи швидко тверднуть і набирають велику міцність; белітові менш активні і міцність їх наростає повільніше; алюмінатні і целітові цементи займають проміжне положення.

Портландцемент буває пластифікований, гідрофобний, швидкотвердіючий, сульфатостійкий.

Пластифікований портландцемент відрізняється від звичайного здатністю надавати розчинним і бетонним сумішам підвищену рухливість і здатність до укладання, а затверділим розчинам і бетонам – підвищену морозостійкість. Його виготовляють, вводячи в звичайний портландцемент при подрібненні клінкеру близько 0,25% (у перерахунку на суху речовину) пластифіковані поверхнево-активні добавки, які використовують сульфітно-дріжджову брагу. Буває наступних марок: 300, 400, 500.

Гідрофобний портландцемент відрізняється від звичайного зниженою гігроскопічністю, тому краще зберігається у вологих умовах; додає розчинам і бетонним сумішам підвищену рухливість і здатність до укладання, а затверділим розчинам і бетонам – підвищену морозостійкість. Виготовляють його шляхом введення у звичайний портландцемент при подрібненні 0,06-0,3% гідролізних добавок (у перерахунку на суху речовину), в якості якої застосовують асидоли, асидол-милонфт і милонфт (за ГОСТ13302-67*), олеїнову кислоту або окислений петролатум. Випускають до марки 410.

Швидкотвердіючий портландцемент володіє більш інтенсивним, ніж звичайний, наростанням міцності в початковий період твердіння, що досягається більш тонким подрібненням цементу і регулюванням його хімічного і мінерального складів. Відрізняється підвищеним вмістом трьохкальцієвого силікату і трьохкальцієвого алюмінату. При подрібненні допускається введення активних мінеральних добавок (не більше 10% маси цементу) і доменних гранульованих шлаків (не більше 15% маси цементу).

Сульфатостійкий портландцемент у порівнянні із звичайним володіє підвищеною сульфатостійкістю і пониженою екзотермією при сповільненому твердінні в початковий термін. Його виготовляють з клінкеру із вмістом трьохкальцієвого силікату не більше 50% і трьохкальцієвого алюмінату не більше 5%. Випускають двох марок – 300 і 400. Не повинен містити активних або інертних мінеральних добавок.

Шлакопортландцемент (ГОСТ10178-62*) – гідравлічна зв'язуюча речовина, одержувана шляхом сумісного тонкого подрібнення портландцементного клінкеру, природного гіпсу і доменного гранульованого шлаку (30-60%), або ретельного змішування тих же матеріалів, подрібнених окремо. У термін до 60 діб він твердне повільніше, ніж портландцемент. Проте надалі швидкість твердіння підвищується до 6-12 місяців, міцність його наближається до міцності портландцементу. Найміцніші шлакопортландцементи виготовлені на основі клінкеру з високим вмістом трьохкальцієвих силікату і алюмінату.

Шлакопортландцемент світліший за портландцемент. Щільність його $2,8\text{г}/\text{см}^3$, об'ємна маса в рихлому стані 900-1100, а при ущільненні 1400-1600 $\text{кг}/\text{м}^3$. Для отримання тесту нормальної густини необхідно 25-28% води, тобто дещо більше ніж для портландцементу.

Шлакопортландцемент буває швидкотвердіючий і шлаковий магнезіальний. Допустима заміна частини шлаку активною мінеральною добавкою (не більше 15% маси цементу). Випускають наступні марки: 200, 300, 400, і 500.

Швидкотвердіючий шлакопортландцемент володіє більш інтенсивним, ніж звичайний, наростанням міцності в початковий період твердіння. Кількість гранульованого доменного шлаку в ньому 30-50% маси цементу.

Шлаковий магнезіальний портландцемент – гідравлічна зв'язуюча речовина, що твердіє у воді і на повітрі, продукт сумісного тонкого подрібнення магнезіального портландцементного клінкеру, який одержаний на основі вапняно-магнезіальних та глинистих порід, гіпсу і доменного гранульованого шлаку (30-50% маси цементу).

Щуцолановий портландцемент – зв'язуюча речовина, одержувана шляхом сумісного тонкого подрібнення цементного клінкеру, природного гіпсу і активної мінеральної добавки (20-40% маси цементу), або ретельним змішуванням тих же матеріалів, подрібнених роздільно. Цей цемент володіє уповільненим зростанням міцності, високою водопотребою, підвищеною водонепроникністю, водостійкістю, зниженою повітрястійкістю.

Класифікація і основні властивості важкого бетону

Бетон класифікують за об'ємною масою, виду, за крупністю заповнювача, видом зв'язуючої речовини і за призначенням.

За об'ємною масою бетони підрозділяється на 4 види (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 – Класифікація бетонів по об'ємній масі

№	Вид бетону	Об'ємна маса
1.	Особливо важкі	більше 2500 кг/м ³
2.	Важкі (звичайні)	1800 – 2500 кг/м ³
3.	Легкі	500 – 1800 кг/м ³
4.	Особливо легкі	менше 500 кг/м ³ .

Залежно *від крупності використаного заповнювача* бетони бувають:

1. дрібнозернисті – з найбільшою крупністю заповнювача до 10мм;
2. крупнозернисті – більше 10мм.

Виготовляють також крупнопористий (безпіщаний) бетон із звичайного щільного або пористого крупного заповнювача без дрібного заповнювача – піску. Особливий різновид бетону - комірчастий, одержуваний з суміші зв'язуючої речовини, води, пороутворювача і, як правило, тонко дисперсного кремнеземного компоненту, що має рівномірно розподілені пори розміром 1-3мм.

За видом використаної зв'язуючої речовини бетони діляться на цементні, силікатні, вапняні, асфальтобетон, полімербетони і бетонополімери.

За своїм призначенням бетони підрозділяють на загальнобудівельні, гідротехнічні, дорожні, декоративні, жаростійкі, а також бетони для спеціальних захисних споруд.

Кожний з цих бетонів характеризується певними фізико-механічними і хімічними властивостями, що відповідають умовам їх експлуатації. Основні характеристики бетону визначаються нормативними марками, що задаються при проектуванні конструкцій. Марки бетону встановлюють залежно від характеру і умов роботи конструкції (таблиця 3.5).

Термін твердіння бетону, що відповідає його проектній марці за міцністю на стиснення, як правило, 28 діб. При цьому для монолітних масивних і залізобетонних конструкцій завжди слід враховувати можливий реальний термін їх завантаження проектними навантаженнями.

Таблиця 3.5 – Проектні марки бетонів

Характеристика бетону	Бетон	Марка
Міцність на стиснення, дан/см ²	Важкий	50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800
	На пористих заповнювачах	25, 35, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400
	Великопористий	15, 25, 35, 50, 75, 100
	Пористий	35, 50, 75, 100
	Комірчастий	15, 25, 35, 50, 75, 100, 150
Міцність на вісьове розтягування, дан/см ²	Важкий	10, 15, 20, 25, 75, 100, 150
	На пористих заповнювачах	10, 15, 20, 25, 30
Міцність при згинанні, дан/см ²	Важкий – для гідротехнічних споруд	15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55
Морозостійкість, цикли	Важкий	50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500
	На пористих заповнювачах	25, 35, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500
Водонепроникність, дан/см ²	Важкий і на пористих заповнювачах	2, 4, 6, 8, 10, 12

Властивості бетонної суміші

Основні властивості бетонної суміші: здатність до укладання, здатність утримувати воду, міцність і деформативність, зв'язність і однорідність.

Здатність до укладання оцінюється за показниками рухливості і жорсткості (таблиця 3.6).

Таблиця 3.6 – Класифікація бетонних сумішей за ступенем здатності до укладання

Суміш	Рухливість, см	Жорсткість, с
Наджорстка	0	Більше 600
Особливо жорстка	0	200 – 600
Жорстка	0	60 – 200
Помірножорстка	0	30 – 60
Малорухлива	1 – 5	15 – 30
Рухома	5 – 15	5 – 15
Лита	Більше 15	-

Здатність до укладання повинна відповідати прийнятим методам формування і інтенсивності ущільнення бетонної суміші. Необхідна здатність до укладання бетонної суміші досягається призначенням відповідного складу бетону і, в першу чергу, оптимальним вмістом води в суміші. Чим вище вміст води, тим вище жорсткість бетонної суміші і вище її рухливість. Зміна здатності до укладання бетонної суміші при зміні вмісту води показана в таблиця 3.7.

Таблиця 3.7 - Зміна жорсткості і рухливості бетонної суміші при зміні вмісту води

Зміна вмісту води при зміні жорсткості на 10 с, %	Жорсткість, с	Зміна вмісту води при зміні рухливості на 1см, л/м³	Рухливість
3,5	25 - 50	5	0 - 4
1,5	50 - 100	2,5	4 - 12
0,5	200 - 300	1,5	Більше 12

Зміна витрати цементу при даному вмісті води та вказаних межах майже не впливає на жорсткість або рухливість бетонної суміші. Нижня межа обмежується мінімальною витратою цементу, що забезпечує отримання суміші, яка не розшаровується. Величина його зменшується з підвищенням жорсткості суміші, граничної крупності заповнювача і зменшенням його загальної порожноті (таблиця 3.8).

Зміна вмісту піску в суміші заповнювачів при постійному вмісті води і витрат цементу в певних межах не впливає на жорсткість бетонної суміші. Чим вище витрата цементу і менше жорсткість суміші, тим ширше межі, в яких зміна вмісту піску не впливає на жорсткість. Якщо вміст піску вище за верхню межу, жорсткість бетонної суміші збільшується. При збільшенні вмісту піску до певної межі кількість розчину виявляється недостатньою для отримання зв'язної бетонної суміші і жорсткість її за рахунок розшарування також підвищується. У цих випадках необхідно збільшувати вміст води, вводячи її додаткову кількість, а також цементу. Збільшення граничної крупності

заповнювачів зменшує потребу води і жорсткість бетонної суміші. Заміна гравію тієї ж фракції викликає збільшення потреби води бетонної суміші на 8-12%. Використання подрібненого піску підвищує потребу води бетонної суміші в порівнянні з природним або фракційним піском тієї ж крупності на 10-15%.

Таблиця 3.8.- Мінімальна витрата цементу, що забезпечує отримання бетонної суміші, яка не розшаровується

Суміш	Мінімальна витрата	Витрати цементу, кг/м ³ , при граничній крупності		
	10	20	40	70
Наджорстка	150	140	130	120
Особливо жорстка	160	150	140	130
Жорстка	180	160	150	140
Малорухлива	200	180	160	150
Рухома	220	200	180	160
Лита	250	220	200	180

Наявність у піску або крупному заповнювачі пилоподібних, мулистих або глинистих частинок приводить до підвищення потреби води бетонної суміші на 1 - 2% на кожний відсоток частинок. Проте, для бетонних сумішей з витратою цементу менше 200 кг/м³ наявність найдрібніших частинок в заповнювачі навіть корисно, бо сприяє підвищенню зв'язності і густини бетонної суміші.

Водоспоживання бетонної суміші збільшується пропорційно підвищенню водопоглинання заповнювача і його вмісту в бетоні.

Підвищення нормальної густини цементу приводить до пропорційного збільшення потреби води бетонної суміші. Збільшення нормальної густини на 1% може викликати підвищення водоспоживання на 1 - 2%.

Водоутримуюча здатність бетонної суміші залежить від її загального вмісту воду, водоцементного співвідношення, водоутримуючої здатності цементу і поверхні заповнювача. Чим менше вміст води і більше жорсткість бетонної суміші, тим менше її водовідділення. Останнє також зменшується при збільшенні витрати і питомої поверхні цементу; введенні активних і інертних

тонкомолотих добавок; підвищенні питомої поверхні заповнювачів, у тому числі при збільшенні вмісту піску в суміші заповнювачів.

Водовідділення на межах розділу між цементною сумішшю і заповнювачами може бути усунено повторною вібрацією. Шкідливі наслідки поверхневого водовідділення за відсутності можливості підвищити жорсткість суміші або застосувати інші вказані вище технологічні прийоми можуть бути усунені присипкою поверхні бетонної суміші сухим цементом з дрібним піском і подальшою затіркою через 1-2 ч. Міцність бетонної суміші при незмінній жорсткості може бути підвищена збільшенням витрати цементу, граничної крупності заповнювачів, коефіцієнта ущільнення суміші і швидкості додавання зусиль.

Зв'язність і однорідності досягаються відповідним вмістом в'язкої речовини і дрібних фракцій заповнювача, оптимальним співвідношенням крупних фракцій заповнювача у складі бетонної суміші та її належним перемішуванням. Досягнуті при перемішуванні однорідність і зв'язність бетонної суміші повинні зберігатися при її транспортуванні, укладанні і ущільненні в бетонованому виробі.

Властивості затверділого бетону

Міцність при стисненні – одна з основних характеристик бетону. Вона залежить від активності і вмісту цементу, величини водоцементного співвідношення, якості заповнювача, температури і терміну твердіння, вологості середовища в період твердіння, тривалості і інтенсивності перемішування, ступеню ущільнення бетонної суміші і інших факторів.

Активність і вміст у бетоні цементу позначаються на міцності бетону. Збільшення вмісту цементу сприятливо діє тільки до певних меж, після яких міцність мало змінюється, а інші властивості бетону можуть погіршуватися. Так, з підвищенням витрати цементу збільшується усадка і повзучість бетону, а також його екзотермія у початковий період твердіння. Це може викликати появу усадкових і температурних тріщин. Підвищення активності цементу

дозволяє скоротити його витрату, за винятком випадків, коли вміст цементу призначається з умов густини бетону.

Залежність міцності бетону від водоцементного співвідношення пояснюється тим, що в цементній суміші, отриманій при замісі цементу з водою, у період схоплювання цемент взаємодіє лише з частиною введеної у бетонну суміш води. Решта води є надмірною і, випаровуючись, обумовлює пористу структуру цементного каменя. Тому міцність бетону багато в чому залежить від вмісту в ньому води зачинення.

Якість заповнювачів істотно впливає на міцність бетону. Зерновий і мінералогічний склад, наявність органічних домішок у піску або слабих зернах вивітрених порід можуть позначитися на міцності бетону. Чим дрібніше пісок, тим більшими будуть його питома поверхня, потреба води бетонної суміші і витрата цементу в бетоні. Для уявлення про величину можливої перевитрати цементу на рисунку 3.4 приведений графік приблизної залежності середньої витрати цементу в бетоні марки 150 від крупності піску за умови використання цементу марки 300 і однакової рухливості бетонної суміші.

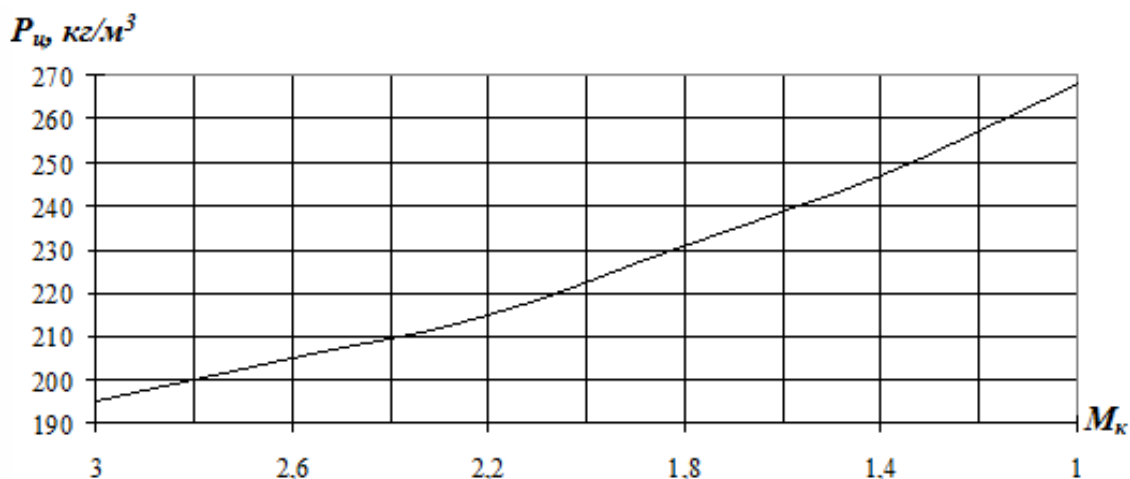


Рисунок 3.4 - Витрата цементу $P_{ц}$ на пісках різної крупності для бетону марки 150 (M_k - модуль крупності піску)

Пониження міцності бетону на дрібних і дуже дрібних пісках і пов'язана з цим перевитрата цементу залежать від марки вживаного бетону, активності і

тонкості помелу цементу. Для бетонів низьких марок на дрібному піску витрата цементу збільшується менше, ніж для бетонів середніх марок.

У бетонах високих марок у зв'язку з високим вмістом цементу перевитрата останнього при використанні дрібного піску значно нижче, ніж у бетонах середніх марок, за рахунок меншого вмісту піску в бетоні і підвищеній активності цементу, що характеризується більш тонким подрібненням. Останнє сприяє збільшенню об'єму цементного клею і зменшенню розсунення зерен піску, що сприятливо позначається на витраті цементу. У результаті в бетонах високих марок на дрібних пісках перевитрата цементу звичайно складає 10-15%.

Використання щебеню, гравію і щебеню з гравію, що не відповідають нормативним рекомендаціям за складом, приводить до збільшення порожнистості суміші крупного заповнювача і, як наслідок, до пониження міцності бетону на 5 - 16%. Крупність щебеню і гравію також робить значний вплив на міцність бетону. Чим більше крупність щебеню, тим менше потреба води бетонної суміші і вище міцність бетону.

Найбільша крупність заповнювача в бетоні визначається якнайменшим перетином конструкції, розташуванням в ній арматури і густиною армування. При цьому гранична крупність зерен не повинна бути більше $1/3$ якнайменшого розміру конструкції і більше $3/4$ відстані в світлі між стрижнями арматури. Використання гравію замість щебеню знижує міцність бетонів, особливо високих марок, на 10 - 20%.

Значний вплив на міцність бетону має співвідношення дрібного і крупного заповнювачів у ньому. Оптимальне таке співвідношення, при якому досягається якнайменша потреба води при заданій здатності до укладання суміші. Як правило, для рухомої бетонної суміші співвідношення між дрібним і крупним заповнювачами визначають виходячи з повного заповнення порожнин у крупному заповнювачі з деяким розсуненням зерен гравію або щебеню згідно даних таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 - Оптимальний вміст піску середньої крупності в рухомих бетонних сумішах

Орієнтовна витрата цементу, кг/м ³	Вміст піску (частини) в суміші заповнювачів (за масою)				Орієнтовна витрата цементу, кг/м ³	Вміст піску (частини) в суміші заповнювачів (за масою)			
<i>При використанні щебеню максимальної крупності зерен, мм</i>					<i>При використанні гравію максимальної крупності зерен, мм</i>				
	10	20	40	70		10	20	40	70
200	0,50	0,46	0,42	0,38	200	0,42	0,40	0,38	0,36
300	0,46	0,42	0,38	0,34	300	0,38	0,36	0,34	0,32
400	0,41	0,38	0,35	0,31	400	0,35	0,32	0,30	0,29
500	0,37	0,34	0,32	0,29	500	0,33	0,31	0,29	0,28

Вплив часу твердіння і температури навколишнього середовища на міцність бетону має вирішальне значення. Зростання міцності за сприятливих умов продовжується тривалий час, спочатку інтенсивно, а потім більш повільно.

Зростання міцності бетону в часі можливе тільки за певної температури та вологості, що виключає передчасне випаровування води з бетону (таблиця 3.10).

Таблиця 3.10 - Вплив умов твердіння на міцність бетону

Місце і умови твердіння бетону	Випаровування води за 30 діб від вмісту води зачинення, %	Міцність при стисненні (на 30 добу)	
		дан/см ²	%
На відкритому повітрі (на сонці), покритий перші 14 діб пергаментом	37	248	100
Те ж, покритий розчином бітуму в бензині	13	244	98,5
Те ж, шаром піску 3см впродовж 14 діб	47	224	90
У приміщенні при температурі +20 (±3)°C і відносній вологості 50% без укриття і поливання	70	148	59,5
На відкритому повітрі (в тіні під навісом) при температурі +20 (±3)°C без укриття і поливання	77	132	53

Чим раніше був захищений бетон від висихання, тим вище його кінцева міцність.

Великий вплив на швидкість твердіння бетону надають водов'язучий фактор і жорсткість бетонної суміші.

Швидкість твердіння бетону збільшується з підвищенням температури і зменшується з її пониженням. При температурі $-2 - 3^{\circ}\text{C}$ твердіння бетону без хімічних добавок припиняється.

З підвищенням інтенсивності і тривалості перемішування бетонної суміші збільшується міцність бетону. Так, міцність бетону, приготованого з жорсткої суміші в бетономішалках примусового перемішування, на 5 - 15% вище міцності бетону, отриманого в змішувачах гравітаційної дії вільного падіння. Ефективно також перемішування бетонних сумішей у вібромішалках. Із збільшенням жорсткості бетонної суміші, забрудненості піску, тривалості лежання цементу, із зменшенням його витрати і особливо, при скороченні тривалості твердіння бетону ефект віброперемішування підвищується. При використанні тонкомолотого цементу ефект віброперемішування знижується.

Віброперемішування може підвищити міцність бетону в ранні терміни твердіння на 20 - 30%. Повторна вібрація суміші підвищує міцність бетону.

Проектування складу важкого бетону

Розрахунок складу бетону полягає у встановленні співвідношення між складовими матеріалами (цементом, водою, піском, щебенем або гравієм), яке повинне забезпечити отримання бетонної суміші заданої рухливості або жорсткості, а також надання бетону необхідної міцності в задані терміни при мінімально можливій витраті цементу. Крім того, у ряді випадків залежно від умов експлуатації конструкцій бетон повинен відповідати вимогам підвищеної густини, водонепроникності, морозостійкості і ін.

Найбільш зручний і поширений метод розрахунку складу бетону за абсолютними об'ємами. При розрахунку за цим способом виходять з того, що сума абсолютних об'ємів матеріалів, що витрачаються на 1m^3 бетону, повинна

складати 1000л. Оскільки після розрахунку обов'язково виконують експериментальні лабораторні заміси з подальшим корегуванням складу, метод іноді називають розрахунково-експериментальним.

Склад бетону із заданими характеристиками (з урахуванням вимог, що витікають із умов і термінів експлуатації) визначають за наступною схемою:

1. Вибір початкових параметрів (здатність до укладання бетонної суміші, вид і марка цементу, крупність і міцність заповнювача).
2. Уточнення характеристики вихідних матеріалів (цементу, щебеню або гравію, піску).
3. Розрахунок витрати матеріалів на 1м^3 бетону.
4. Виготовлення пробних лабораторних замісів з корегуванням їх складу (при необхідності) для отримання бетонної суміші заданої рухливості.
5. Уточнення витрат матеріалів на 1м^3 бетону з урахуванням фактичних даних, отриманих при виготовленні лабораторних замісів (отриманий склад називається номінальним).
6. Виготовлення і випробування зразків.

Потім розраховують витрату матеріалу в стандартному (сухому) стані на один заміс робочої бетономішалки і вносять поправки на вологість. Здатність до укладання бетонної суміші приймають за проектом або відповідно до даних таблиць 3.11 і 3.12.

Вибирати вид і марку цементу слід відповідно до вказівок проекту, з урахуванням рекомендацій СНиП 386-74, приведених у таблиці 3.14.

Крупність заповнювача визначається наступними вимогами:

- найбільший розмір зерен крупного заповнювача не повинен перевищувати $1/3$ якнайменшого перетину конструкцій і $3/4$ якнайменшої відстані між стержнями арматури;
- при бетонуванні плит допускається використання крупного заповнювача з найбільшою крупністю зерен, рівній половині товщини плити.

При використанні гравію і щебеню з гравію заздалегідь оцінюють придатність їх (для бетонів різних марок) за міцністю (у відповідності з ГОСТ 10268-70*) і за величиною дроблення.

Перш ніж приступити до розрахунку складу бетону, необхідно зробити аналіз матеріалів і визначити наступні характеристики:

- для цементу - активність, питому масу (абсолютна щільність), об'ємну масу в насипному стані (щільність у насипному стані), нормальну щільність цементної суміші (цемент з водою);
- для піску - питому масу (абсолютну щільність), об'ємну масу, гранулометричний склад, модуль крупності і вологість;
- для щебеню - питому масу зерен щебеню, об'ємну масу, міжзернову порожнистість, склад зерен, найбільшу крупність зерен, вологість і міцність.

Методика розрахунку розмірів фундаменту під обладнання

При установці обладнання на фундамент, що спирається на ґрунт, необхідний зразковий розрахунок його основних показників, тобто знати його розміри.

Розрахунок починають із визначення маси фундаменту:

$$M_{\phi} = \kappa \cdot Q_m \quad (3.1)$$

де M_{ϕ} – маса фундаменту, кг;

κ – коефіцієнт навантаження на фундамент, який залежить від типу машини, $\kappa = 2,5 \dots 10$, на практиці приймають $\kappa = 2,5 \dots 3$;

Q_m – маса машини, кг (за варіантом).

За масою фундаменту визначають його об'єм:

$$V_{\phi} = \frac{M_{\phi}}{q_{\phi}} \quad (3.2)$$

де V_{ϕ} - об'єм фундаменту, м³;

q_{ϕ} – об'ємна маса бетону для фундаменту, кг/м³ (таблиця 3.4).

Знаючи об'єм фундаменту, визначають його розміри. При цьому довжину та ширину фундаменту приймають більше габаритних розмірів обладнання на 100 – 200 мм з кожної сторони. Отже:

$$a_{\phi} = 2 \cdot [a_m + (0,1 \dots 0,2)]; \quad (3.3)$$

$$b_{\phi} = 2 \cdot [b_m + (0,1 \dots 0,2)]; \quad (3.4)$$

де a_{ϕ} , b_{ϕ} - довжина та ширина фундаменту, м;

a_m , b_m - габаритні розміри обладнання (за варіантом), м.

Потім визначають висоту фундаменту за формулою:

$$H_{\phi} = \frac{V}{S} \quad (3.5)$$

де S - площа поверхні фундаменту, м²;

$$S = a_{\phi} \cdot b_{\phi} \quad (3.6)$$

Методика орієнтовного розрахунку витрати матеріалів на 1м³ бетонної суміші

- 1) Визначають водоцементне співвідношення, що забезпечує отримання бетону заданої міцності при використанні цементу визначеної марки:

$$\text{при } R_{\sigma} \leq 1,2 \cdot R_{\Pi} \quad \frac{B}{\Pi} = \frac{A \cdot R_{\Pi}}{R_{\sigma} + 0,5 \cdot A \cdot R_{\Pi}}, \quad (3.7)$$

$$\text{при } R_{\sigma} > 1,2 \cdot R_{\Pi} \quad \frac{B}{\Pi} = \frac{A_1 \cdot R_{\Pi}}{R_{\sigma} - 0,5 \cdot A_1 \cdot R_{\Pi}}, \quad (3.8)$$

де $\frac{B}{\Pi}$ - водоцементне співвідношення;

R_{σ} - проектна марка бетону (таблиця 3.5);

R_{Π} - марка (активність) цементу, визначувана за ГОСТ 310.4-76 (таблиця 3.14);

A, A_1 – коефіцієнти, які залежать від якості заповнювача (таблиця 3.13).

- 2) Визначають показники здібності до укладання (жорсткість або рухливість) бетонної суміші для фундаменту під монтаж обладнання (таблиці 3.11 і 3.12).
- 3) Вибрати вид крупного заповнювача та розмір його фракції (п.3.2.3)
- 4) Визначають орієнтовну витрату води B за жорсткістю або рухливістю бетонної суміші.
- 5) Витрату цементу обчислюють за вже відомими величинами витрати води (B) і водоцементного відношення (B/C)

$$C = \frac{B}{\left(\frac{B}{C}\right)}, \quad (3.9)$$

де C - витрати цементу на 1 м^3 бетонної суміші, кг;

B - орієнтовна потреба води, $\text{л}/\text{м}^3$.

- б) Витрати крупного заповнювача – щебеню або гравію визначають за формулою:

$$Ш = \frac{1000}{\left[\left(\frac{1000}{\gamma_3^{Ш}} \right) + \alpha \cdot \left(\frac{1000}{\gamma_H^{Ш}} \right) \right]} \cdot V_{\text{ПОР}}, \quad (3.10)$$

де $Ш$ - витрата щебеню (гравію) на 1 м^3 бетонної суміші, кг;

$\gamma_3^{Ш}$ - об'ємна маса зерен щебеню (гравію), $\text{кг}/\text{м}^3$, $\gamma_3^{Ш} = 2300 \text{ кг}/\text{м}^3$;

$\gamma_H^{Ш}$ - об'ємна насипна маса щебеню (гравію), $\text{кг}/\text{м}^3$, $\gamma_H^{Ш} = 1300 \text{ кг}/\text{м}^3$;

$V_{\text{ПОР}}$ - порожнистість щебеню (гравію), долі одиниці, $V_{\text{ПОР}} = 0,9$;

α - коефіцієнт розсунення зерен (таблиця 3.15).

- 7) Витрату піску визначають за формулою:

$$П = \left[1 - \left(\frac{C}{\gamma^C} \right) + \left(\frac{Ш}{\gamma_3^{Ш}} \right) + \left(\frac{B}{\gamma^B} \right) \right] \cdot \gamma^П, \quad (3.11)$$

де $П$ - витрата піску на 1 м^3 бетонної суміші, кг;

γ^C - питома маса цементу, $\text{кг}/\text{м}^3$, $\gamma^C = 3100 \text{ кг}/\text{м}^3$;

γ^B - питома маса води, кг/м^3 , $\gamma^B = 1000 \text{ кг/м}^3$;

$\gamma^П$ - питома маса піску, кг/м^3 , $\gamma^П = 1200 \text{ кг/м}^3$.

8) Потребу матеріалів для будови фундаменту під монтаж обладнання визначаємо за формулами:

$$M_B = B \cdot V_\phi \quad (3.13)$$

$$M_{Ц} = Ц \cdot V_\phi \quad (3.14)$$

$$M_{Щ} = Щ \cdot V_\phi \quad (3.15)$$

$$M_{П} = П \cdot V_\phi \quad (3.16)$$

де M_B , $M_{Ц}$, $M_{Щ}$, $M_{П}$ - маса матеріалів фундаменту, відповідно, води, цементу, щебеню (гравію) та піску, кг.

Після попереднього розрахунку складу бетону роблять пробний заміс бетонної суміші (як правило, об'ємом 10 л) і визначають її жорсткість та рухливість. Якщо бетонна суміш вийшла менш рухомою, ніж потрібно, то в розрахунок складу бетону вносять поправки - збільшують кількість цементу і води без зміни водоцементного відношення.

Таблиця 3.11 - Рухливість або жорсткість бетонної суміші, що приймається для встановлення типової норми при будові фундаментів і виготовленні залізобетонних конструкцій

Вид будівельного виробу	Рухливість бетонної суміші при способах формування				
	агрегатно-потоківому або конвеєрному		стендовому		
	на віброплощадках		у горизонтальному положенні з ущільненням глибинними та поверхневими вібраторами	у формах з навісними вібраторами при висоті бетонування	
	без додаткового навантаження	з додатковим навантаженням		до 80	більше 80
Те ж, при звичайних (помірних) вимогах до якості	20-40с	50 - 80с	1 - 3см	-	-

Панелі і настили з круглими, овальними і іншими пустотами	-	50-80 с	-	-	-
Рєбристі і кесонні плити, панелі і аналогічні їм елементи (стінні панелі, плити перекриттів, сходові майданчики)	1 -3см	20 - 40 с	1 - 3см	4 - 6см	4 - 6см
Блоки фундаментні, фундаменти литі, стінні і подібні їм вироби	20 - 40с	-	20-40с	20-40с	1-3см
Лінійні вироби простого профілю (ригелі, балки, колони і т.д.)	20-40 с	-	1 - 3см	1 - 3см	4 - 6см
Те ж при насиченні арматурою 150 кг/см ³	1 – 3см	-	4 – 6см	1 – 3см	4 – 6см
Лінійні вироби складного профілю (таврові і двотаврові балки, колони, опори і т.д.)	1 – 3см	-	4 – 6см	1 – 3см	4 – 6см
Те ж при насиченні арматурою 150 кг/см ³	4 – 6см	-	4 – 6см	4 – 6см	7 – 9см
Криволінійні елементи покриттів	1 – 3см	20 – 40см	1 – 3см	-	-

Таблиця 3.12 - Рухливість бетонної суміші (на місці укладання) для виготовлення монолітних конструкцій

Вид конструкцій	Осідання конуса, см
Підготовка під фундаменти і підлоги	0 - 1
Покриття доріг, підлог, масивні неармовані або малоармовані конструкції	1 - 3
Масивні плити, бачки, колони великого і середнього перетину	3 - 6
Залізобетонні конструкції насичені арматурою, тонкі стіни і колони, бункери, силоси, балки і плити малого перетину	6-10
Конструкції, які бетоновані в опалубці, що ковзає	6 - 10

Таблиця 3.13 - Значення коефіцієнтів A і A_1

Якість заповнювача	A	A_1
Висока	0,65	0,43
Середня	0,60	0,40
Низька	0,55	0,37

Таблиця 3.14 - Дані для вибору марки цементу при проектуванні складу бетонів

Проектна марка бетону	Марка цементу					
	Твердіння у нормальних умовах		Твердіння в умовах теплової обробки і відпускної міцності бетону, яка дорівнює			
			70% та менше від проектного		85 і 100% від проектного	
	рекомендовані	допустимі	рекомендовані	допустимі	рекомендовані	допустимі
100	300	200	300	200	не допускається до виробництва	
150	300	200, 400	300	200, 400		
200	400	300, 500	400	300, 500	400	500
250	400	300, 500	400	300, 500	400	500
300	400	500	400	500	500	400
350	400	500	400	500	500	400
400	500	600	500	600	500	600
450	500	600	500	600	600	500
500	600	500	600	500	600	500

Таблиця 3.15 - Коефіцієнт розсунення зерен α в бетонних сумішах різного способу укладання

Витрата цементу, кг	Значення коефіцієнта α при показниках способу укладання бетонної суміші		
	Осідання конуса, см		Жорсткість, с
	5 - 10	1 - 4	40 - 80
200	1,22	1,18	1,10
250	1,28	1,22	1,12
300	1,34	1,28	1,14
350	1,40	1,34	1,16
400	1,48	1,40	1,18
500	1,60	1,48	1,20

Оснащення робочого місця:

Зразки існуючих різновидів фундаментів, зразки існуючих фундаментних болтів, машина, встановлена на фундаменті, вимірювальні інструменти.

Завдання:

Вивчити будову та методику проектування фундаментів під технологічне обладнання переробних підприємств.

ХІД РОБОТИ:

1. Вивчити будову фундаментів і способи заливки.
2. Вивчити способи кріплення обладнання на фундаменті.
3. Ознайомитися із зразками існуючих різновидів фундаментів та фундаментальних болтів.
4. Провести за індивідуальним варіантом розрахунок розмірів фундаменту під технологічне обладнання переробного підприємства.
5. Розрахувати витрати необхідних матеріалів на 1 м^3 бетонної суміші;
6. Розрахувати потребу матеріалів згідно індивідуального варіанту для виробництва фундаменту під обладнання переробного підприємства.

Зміст звіту:

- 1) тема та мета роботи;
- 2) схема будови фундаменту під монтаж обладнання (рисунок 3.1);
- 3) схема способів кріплення обладнання на підлозі та фундаменті (рисунок 3.2);
- 4) методика та розрахунок розмірів фундаменту під монтаж обладнання (за індивідуальним варіантом);
- 5) методика та розрахунок витрат необхідних матеріалів на 1 м^3 бетонної суміші;
- б) методика та розрахунок потреби матеріалів для виробництва фундаменту під монтаж обладнання переробного підприємства;
- 7) висновки по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Яке призначення фундаменту?
2. Конструкції фундаментів та їх види?
3. Що таке основа фундаменту?
4. Що таке глибина залягання фундаменту і опалубка?
5. Як орієнтовно перевірити міцність бетону?
6. Які матеріали застосовуються для утворення бетонних сумішей?
7. Надайте коротку характеристику матеріалів бетонних сумішей?
8. Види бетонів?
9. Властивості бетонної суміші і затверділого бетону?
10. Способи заливки бетону?
11. Види анкерних болтів?
12. Основні характеристики анкерних болтів?
13. Види кріплення обладнання?

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ:

1. Фундамент укладають поверх бетонної підготовки підлоги, якщо тиск під подошвою фундаменту складає не більше:

- а) $0,5 \text{ кгс/см}^2$;
- б) $0,7 \text{ кгс/см}^2$;
- в) $0,9 \text{ кгс/см}^2$;
- г) $0,3 \text{ кгс/см}^2$

2. Маса 1 м^3 бетонного фундаменту складає:

- а) $q = 1000 \dots 1800 \text{ кг/м}^3$;
- б) $q = 2000 \dots 2800 \text{ кг/м}^3$;
- в) $q = 3000 \dots 3800 \text{ кг/м}^3$;
- г) до $q = 1000 \text{ кг/м}^3$

3. Довжина і ширина фундаменту приймається більшою розмірів основи, рами або плити машини на:

- а) 10-20 мм з кожного боку;
- б) 50-70 мм з кожного боку;
- в) 100-200 мм з кожного боку;
- г) 30-40 мм з кожного боку.

4. Якщо V – об'єм фундаменту, S – площа поверхні фундаменту, то висоту фундаменту H визначають по формулі:

- а) $H = \frac{V}{S}$;
- б) $H = V \cdot S$;
- в) $H = \frac{S}{V}$;
- г) $S = H \cdot V$.

5. Міцність бетону перевіряють, випробуючи зразки, залиті одночасно із заповненням фундаменту, через:

- а) 21 добу;
- б) 25 діб;

в) 28 діб;

г) 31 добу.

6. Розташування й розміри колодязів для фундаментних болтів повинні допускати можливість переміщення фундаментної плити машини при вивірці:

а) на 100 - 120 мм у будь-яку сторону;

б) на 15 - 20 мм у будь-яку сторону;

в) на 10 - 12 мм у будь-яку сторону;

г) на 40 - 80 мм у будь-яку сторону.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Тема: Встановлення, вивірка та закріплення машин і обладнання переробних підприємств і конструкцій за допомогою нівеліру.

Мета: Навчитися правильно встановлювати, вивіряти і закріплювати обладнання і конструкції. Отримати практичні навички з вивірки обладнання і конструкцій за допомогою нівеліру.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Призначення нівеліра

Нівелір Н-3 - точний прилад з рівнем і елеваційним гвинтом призначений для геометричного нівелювання III класу з середньою квадратичною похибкою не більше 3 мм на 1 км ходу в діапазоні температур від мінус 40°C до плюс 50°C.

Технічні дані

Зорова труба

Збільшення, кратність	30,5±1,5
Діаметр вільного отвору об'єктива, мм	39
Кут поля зору:	
по вертикалі	1°20'±4'
по горизонталі	55'±3'
Фокусна відстань телеоб'єктива, мм	50,01
Постійний доданок далекоміра, м	0,006
Коефіцієнт далекоміра	100±1%
Найменша відстань візування, м	1,8
Межа дозволу в центрі поля зору труби, не більше	4''

Рівні

Ціна поділки рівня при трубі на 2 мм, не більше	15±1,5''
Ціна поділки настановного рівня на 2 мм, не більше	5±1''

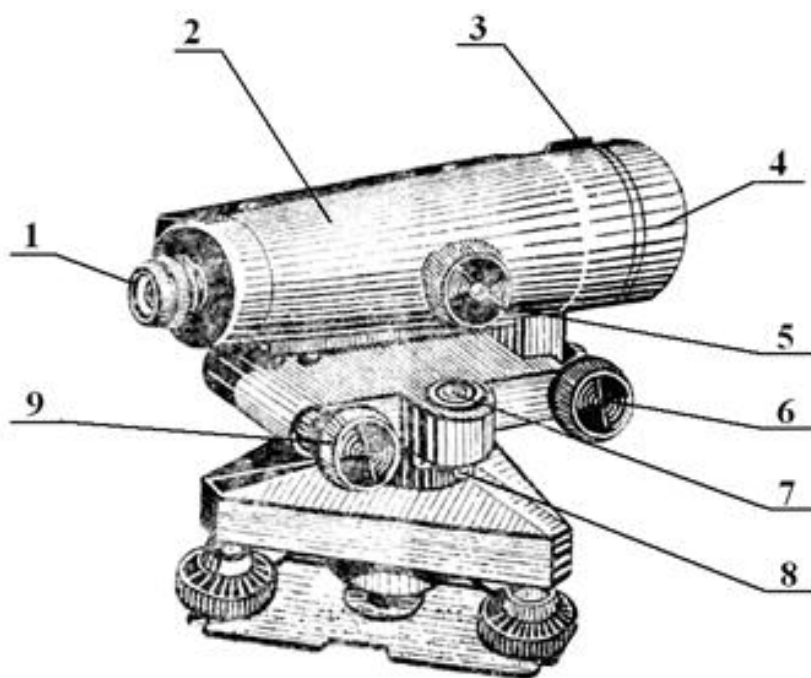
Розміри й маса

Довжина зорової труби, мм, не більше	175
Висота нівеліра, мм, не більше	156

Габаритні розміри футляра, мм, не більше	240x175x150
Довжина штатива зі зрушеними ніжками, мм, не більше	1000
Маса нівеліра, кг, не більше	2,0
Маса футляра, кг, не більше	2,5
Маса штатива, кг, не більше	4,0
Маса комплекту рейок, кг, не більше	7,0

Будова і принцип роботи нівеліра

Нівелір (рисунок 4.1 і 4.2) складається із двох основних частин: нерухомої нижньої і верхньої, що має можливість обертатися щодо нижньої на 360° і нахилитися у вертикальній площині на $\pm 20'$.

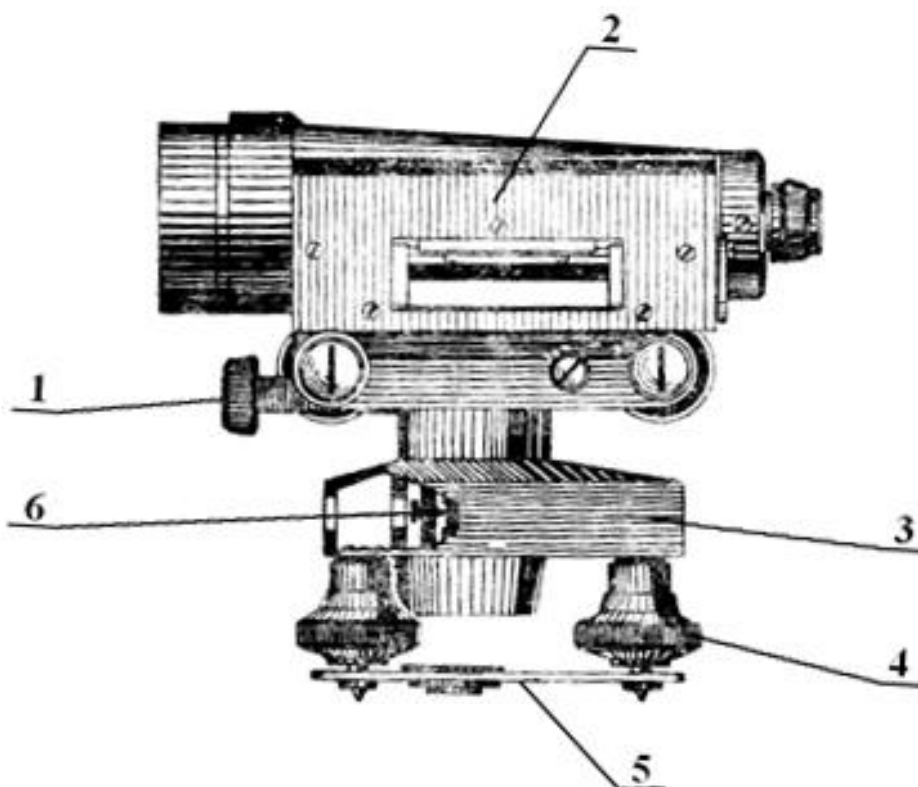


1 – окуляр; 2 - корпус труби; 3 - механічний візир; 4 - об'єктив; 5 - голівка трибки, 6 - навідний гвинт, 7 - настановний рівень, 8 - виправний гвинт настановного рівня, 9 - елеваційний гвинт

Рисунок 4.1. - Нівелір Н-3 (з боку трибки фокусуєної лінзи)

Верхня й нижня частина нівеліра з'єднані гвинтом 6 (див. рисунок 4.2). Нижня частина являє собою підставку 3 з трьома піднімальними гвинтами 4, на

яких закріплена пружиняча пластина 5 зі втулкою, що має різьблення під становий гвинт, який призначений для закріплення нівеліра на штативі.



1 - закріпний гвинт, 2 - коробка рівня, 3 - підставка, 4 - піднімальний гвинт, 5 - пружиняча пластина зі втулкою, 6 - гвинт

Рисунок 4.2 - Нівелір Н-3 (з боку рівня при трубі)

Підставка несе втулку, у яку входить вертикальна вісь обертання нівеліра, жорстко пов'язана з його верхньою частиною.

У верхній частині розташовані: зорова труба, що має внутрішнє фокусування, контактний рівень при трубі з призматичною системою; система нахилу зорової труби у вертикальній площині, настановний рівень 7 (див. рисунок 4.1), пов'язаний з вертикальною віссю обертання; навідний 6, елеваційний 9 (див. рисунок 4.1), закріпний 1 (див. рисунок 4.2) гвинти.

Навідний і елеваційний гвинти, голівка трибки 5 (див. рисунок 4.1), настановний рівень розташовані з правої сторони об'єктива, а з лівої - розташовані контактний рівень при трубі з системою призм, закритих коробкою рівня 2 (див. рисунок 4.2).

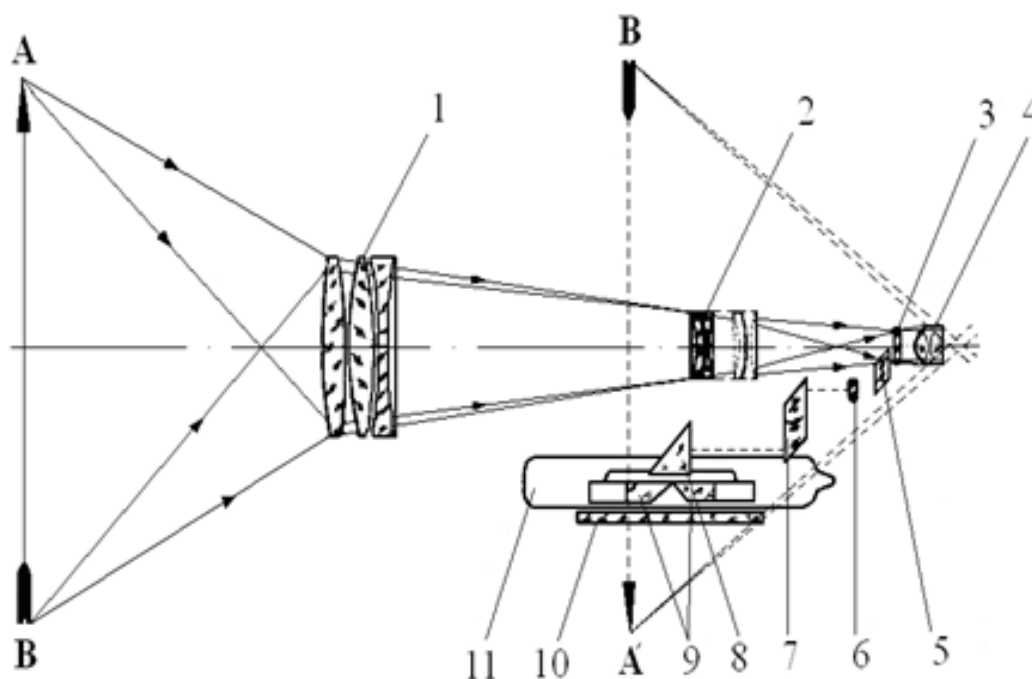
Система призм рівня при трубі забезпечує передачу зображень кінців пухирця рівня у полі зору окуляра 1 (див. рисунок 4.1) зорової труби. Окуляр зорової труби має розхід у діапазоні ± 5 діоптрій.

При горизонтуванні нівеліра зображення кінців пухирця рівня при трубі отримуємо за допомогою елеваційного гвинта.

Зорова труба складається з об'єктива 1 (рисунок 4.3), фокусууючої лінзи 2 і окуляра 4 з сіткою 3.

У полі зору (рисунок 4.4) зорової труби видні перехрестя із двома далекомірними штрихами для виміру відстаней і бічне вікно, у яке передається зображення кінців пухирця рівня при трубі.

Принцип роботи нівеліра полягає у приведенні в горизонтальне положення візирної вісі зорової труби за допомогою елеваційного гвинта і рівня при трубі й знятті відліку за нівелірними рейками, розташованими на точках, між якими визначається перевищення.



1 - об'єктив, 2 - фокусууюча лінза, 3 - сітка, 4 - окуляр, 5 - призма, 6 - об'єктив мікроскопа, 7 - призма, 8 - прямокутна призма, 9 - призми, 10 - захисне скло, 11 - рівень

Рисунок 4.3 - Оптична схема нівеліра Н-3



Рисунок 4.4 - Поле зору зорової труби

Підготовка нівеліра до роботи

Перевірка ходу піднімальних, навідного і елеваційного гвинтів.

Піднімальні гвинти 4 нівеліра (рисунок 4.2) повинні обертатися при щільно загвинченому становому гвинті легко й плавно. Відрегулюйте хід гвинтів, якщо обертання їх ускладнене або, навпаки, занадто легке. Для цього, не знімаючи нівелір зі штатива, вигвинтите по черзі піднімальні гвинти настільки, щоб збіглися отвори втулки й головки піднімального гвинта. Вставте в ці отвори шпильку й поверніть втулку в ту або іншу сторону, тим самим послабляючи або роблячи більш тугим хід піднімального гвинта. Здійсніть регулювання поступово шляхом декількох виправлень і проб ходу кожного гвинта.

При тугому або занадто вільному ході навідного 6 (рисунок 4.1) або елеваційного 9 гвинтів у отвори регулювальної гайки, наявної на кожному гвинті, вставте шпильку і обертанням гайки доможіться плавного ходу гвинтів.

Перевірка плавності обертання зорової труби навколо вертикальної вісі

Якщо обертання зорової труби навколо вертикальної вісі відбувається занадто туго, зробіть чистку вісьової системи і змініть мастило. Для цього відверніть гвинт 6 (рисунок 4.2) доти, поки він не звільнить вісь. Потім вигвинтите навідний гвинт до відмови й, притримуючи гільзу пружинного пристрою навідного гвинта, вийміть циліндричну вісь разом з верхньою частиною із втулки. Протріть вісь і втулку чистою серветкою, злегка змоченою

чистим гасом, витріть потім сухою чистою серветкою насухо й ретельно видаліть з вісі й втулки волокна тканини, що залишилися. Змастіть вісь маслом з маслянки, провівши стержнем маслянки 3-4 смужки уздовж вісі. Вставте вісь у втулку, стежачи за тим, щоб шпилька й гільза пружинного пристрою навідного гвинта потрапили у відповідні заглиблення хомутика, після чого загвинтіть гвинт 6 до упору.

Чищення й змащення вісі нівеліра робіть у закритому приміщенні.

Польові перевірки нівеліра і їх послідовність

Перевірка установки сітки ниток

При правильно встановленій сітці вертикальна нитка її повинна строго збігатися з виском.

Наведіть вертикальну нитку сітки на підвішений на шнурі важкий висок, розташований на відстані 20-25 м від нівеліра. Якщо вертикальна нитка сітки не збігається з виском, зробіть виправлення. Відгвинтіть три гвинти, якими окулярна частина прикріплена до корпусу зорової труби, і зніміть цю окулярну частину з труби. При цьому стає видна оправа з сіткою, також прикріплена трьома гвинтами. Відпустіть викруткою верхній і нижній гвинти на повний оберт, а середній - на чверть оберту. Поверніть оправу пальцями, одягніть окулярну частину на трубу, і, не пригвинчуючи її гвинтами, перевірте положення вертикальної нитки. Якщо нитка не змінила свого первісного положення, то знову, знявши окулярну частину, відпустіть ще трошки середній гвинт оправи. Поверніть оправу з сіткою. Таким шляхом доможіться того, щоб вся вертикальна нитка строго сполучилася з виском. Після того, знявши окулярну частину, загвинтіть спершу середній, а потім верхній і нижній гвинти оправи сітки, одягніть окулярну частину і, переконавшись, що правильне положення нитки не змінилось, пригвинтіть окулярну частину до корпусу труби трьома гвинтами. Після виправлення положення сітки перевірте обов'язково і, у випадку потреби, виправте кут "і" нівеліра способом, зазначеним нижче.

Перевірка настановного рівня

Вісь настановного рівня повинна бути паралельна вісі обертання нівеліра.

Установіть зорову трубу паралельно лінії, що проходить вздовж двох піднімальних 4 (рисунок 4.2) гвинтів. Приведіть піднімальними гвинтами пухирець настановного рівня на середину. Поверніть верхню частину нівеліра на 180° . Якщо пухирець рівня при цьому сходиться з середини, тоді на половину відхилення перемістіть його виправними гвинтами рівня, а на іншу половину - піднімальними гвинтами, після чого знову поверніть верхню частину нівеліра на 180° і у випадку зсуву пухирця з середини зробіть повторне виправлення. Після виправлення надійно закріпіть середній гвинт, що скріплює рівень з підставою.

Перевірка установки рівня при трубі (перевірка кута "i")

Візира вісь труби й вісь рівня при трубі повинні бути паралельні між собою.

На віддалі 50-75 м один від одного забийте два кілки (точки 1 і 2). Нівелір установіть над точкою 1, приведіть у робоче положення, виміряйте з погрішністю не більше 1 мм його висоту H (відстань від центра окуляра до кілка) і візьміть відлік l по рейці, яка встановлена в точці 2. Потім поміняйте нівелір і рейку місцями і, виконавши аналогічні описаному вище дії, отримаєте значення H і l . Значення кута "i" обчисліть за формулою:

$$i = \frac{[(H_1 + H_2) - (l_1 + l_2)] \cdot \rho''}{2S}$$

де H_1 і H_2 - висота нівеліра над точками 1 і 2, мм;

l_1 і l_2 - відліки за рейкою, мм;

S - відстань між точками 1 і 2, мм;

$\rho'' = 206205$

Виміри, зазначені вище, повторіть не менш трьох разів. Розбіжності між окремими значеннями кута "i" не повинні перевищувати 5". За остаточний результат визначення кута "i" візьміть середнє арифметичне значення із всіх вимірів, визнаних придатними.

Виправте положення рівня, якщо кут "i" виявився більше 8". Для цього встановіть зорову трубу за допомогою елеваційного гвинта на відлік

$$\left(l_2 + \frac{d_1}{\rho''} \right).$$

Кут "i" беріть з його знаком. Сполучіть, діючи виправними гвинтами, зображення кінців пухирця рівня. Зробіть потім одним прийомом контрольне визначення кута "i". Повторіть виправлення, якщо виявиться, що кут "i" більше 8".

Рекомендується перевірку й виправлення установки рівня виконувати в похмуру погоду; якщо доводиться робити це в сонячну погоду, необхідно захистити нівелір від прямих сонячних променів.

Порядок роботи нівеліра

Установка нівеліра

Установіть штатив таким чином, щоб відстані між кінцями ніжок були не менше половини довжини ніжки, і вдавіть наконечники в ґрунт. Установіть нівелір на штативі так, щоб наконечники піднімальних гвинтів увійшли в пази на голівці штатива, і закріпіть становим гвинтом. Закріплюйте нівелір на штативі помірковано, щоб не ускладнювати ходу піднімальних гвинтів.

Порядок роботи на станції

Встановіть вісь нівеліра в прямовисне положення за допомогою настановного рівня.

Наведіть трубу нівеліра на чорну сторону задньої рейки, сполучіть кінці пухирця рівня при трубі елеваційним гвинтом, зробіть відлік по середній і далекомірній нитках.

Наведіть трубу на чорну сторону передньої рейки, сполучіть кінці пухирця рівня при трубі елеваційним гвинтом, зробіть відлік по середній і далекомірній нитках.

Наведіть трубу на червону сторону передньої рейки, сполучіть кінці пухирця рівня при трубі елеваційним гвинтом, зробіть відлік по середній нитці.

Наведіть трубу на червону сторону задньої рейки, сполучіть кінці пухирця рівня при трубі елеваційним гвинтом, зробіть відлік по середній нитці.

Технічне обслуговування і особливості експлуатації нівеліра

Установлюйте штатив з прикріпленим до нього нівеліром обережно, не піддаючи нівелір різким поштовхам.

Якщо на нівелір потрапили краплі вологи, дайте їм висохнути і тільки після цього протріть нівелір.

Не піддавайте нівелір різким перепадам температур.

Якщо робота проводилась при низькій температурі, нівелір після внесення в тепле приміщення залишіть на 2-3 години в закритому футлярі і тільки після цього його вийміть і протріть.

Нівелір має просвітлену оптику, тому чистку оптичних деталей при їхньому забрудненні робіть обережно, чистою серветкою, не додаючи значних зусиль, щоб уникнути ушкодження покриття, що просвітлює.

Не проводьте роботу, якщо рухливі частини або гвинти нівеліра не плавно обертаються. З'ясуйте й усуньте причини цього.

При неплавному обертанні труби на вертикальній вісі змажте заново вертикальну вісь, як описано в розділі "Підготовка нівеліра до роботи".

Віддайте нівелір у майстерню при необхідності змащення всіх інших рухливих механізмів (навідного, елеваційного і піднімального гвинтів, окуляра, фокусуєчого пристрою).

Застосовуйте для змащення вісьової системи масло, яке знаходиться у маслянці. Не робіть змащення занадто рясним, тому що воно швидко забруднюється.

Не загвинчуйте занадто туго виправні й інші гвинти нівеліра, щоб не зірвати різьблення і не створити зайвих натягів.

Кладіть у футляр нівелір, інструменти й приладдя при перевезеннях і зберіганні. Вберігайте при перевезеннях футляр з нівеліром щоб уникнути розладу юстировок і поломок від сильних поштовхів, ударів, падінь і різких струшувань.

Зберігаєте комплект нівеліра в сухому опалювальному приміщенні при температурі не нижче +5°C. Добові коливання температури не повинні бути різкими і викликати підвищення відносної вологості більш ніж до 70%.

Перед тривалим зберіганням комплект нівеліра потрібно піддати ретельній консервації. Змажте всі незабарвлені зовнішні поверхні гарматним або іншим консерваційним мастилом.

Консервація повинна проводитися у сухому і чистому приміщенні з температурою повітря не нижче $+15^{\circ}\text{C}$. Протріть перед консервацією поверхні тампоном, змоченим сумішшю, що складається з 80...90 об'ємних частин петролейного ефіру і 10...20 об'ємних частин ректифікованого спирту або авіаційним бензином, а потім протріть чистою ганчіркою. Підігрійте консерваційне мастило до $+25^{\circ}\dots 30^{\circ}\text{C}$ і нанесіть тампоном або пензлем тонким шаром на поверхні, які потрібно консервувати.

Не допускається потрапляння мастила на поверхні оптичних деталей. Зробіть про виконану консервацію у паспорті відповідний запис.

Перед початком експлуатації комплект нівеліра необхідно розконсервувати. Для цього зніміть із законсервованих поверхонь дрантям шар мастила і протріть їх тампоном, змоченим у спирто-ефірній суміші або в авіаційному бензині.

Чохол, наявний у комплекті, слугує для захисту нівеліра в курну або дощову погоду.

Оснащення робочого місця:

- 1) Набір інвентарних клинових підкладок.
- 2) Набір плоских металевих підкладок;
- 3) Пристрій для безпідкладкового монтажу;
- 4) Самоанкеруючі болти і наставні гайки;
- 5) Віброзахисні пристрої;
- 6) Набір слюсарного інструменту для виконання лабораторної роботи.
- 7) Обладнання переробного підприємства.
- 8) Прилад «Нівелір Н-3», нівелірна рейка РН-3, фундамент під машину.
- 9) Необхідні для виконання роботи вимірювальні інструменти.
- 10) Рекомендована література.

Завдання:

Вивчити будову нівеліру та провести наладку і підготовку приладу до роботи.

ХІД РОБОТИ:

1. Вивчити будову, регулювання та правила експлуатації нівеліру Н-3;
2. Провести наладку нівеліру та підготувати його до роботи;
3. Провести за допомогою нівеліру та візирної рейки нівелювання поверхні фундаменту машини (на прикладі костодробарки КДУ-2);
4. Розрахувати відхилення точок кріплення машини (костодробарки) на фундаменті;
5. Зробити висновок щодо горизонтальності поверхні перевіреного фундаменту.

Зміст звіту

- 1) тема і мета роботи;
- 2) -схеми кріплення обладнання на фундаментах і підставках;
- 3) схеми пристосувань для вивірки обладнання по висоті;
- 4) короткий перелік відхилень, що допускаються, при установці і вивірці обладнання;
- 5) схеми віброзахисних пристроїв;
- 6) схема та будова нівеліру (рисунок 4.1-4.2);
- 7) опис порядку проведення наладки та правил експлуатації нівеліру;
- 8) схема нівелювання поверхні фундаменту з виміряними значеннями;
- 9) методи перевірки площинності і прямолінійності встановленого обладнання.
- 10) висновки за роботою.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Яке призначення нівеліра при проведенні монтажних робіт?

2. Будова і принцип роботи нівеліра
3. Як перевірити та відрегулювати хід піднімальних, навідного і елеваційного гвинтів?
4. Як перевірити та налагодити плавність обертання зорової труби навколо вертикальної вісі?
5. Як перевірити правильність установки сітки ниток нівеліру?
6. Як перевірити та налагодити настановний рівень нівеліру?
7. Як відрегулювати кут установки "i" при трубі?
8. Який порядок роботи нівеліру?
9. Технічне обслуговування і особливості експлуатації нівеліру?
10. Який порядок нівелювання горизонтальності поверхні фундаментів машин при монтажу?

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ:

1. При вивірянні обладнання регулювальні гвинти в початковому положенні повинні виступати нижче поверхні обладнання на однакову величину, але не більше ніж:

- а) на 10 мм;
- б) на 20 мм;
- в) на 30 мм;
- г) на 15 мм.

2. В процесі вивіряння обладнання відхилення від горизонтальності повинно бути:

- а) не більш ніж 10 мм на 1 м;
- б) більш ніж 10 мм на 1 м;
- в) не більш ніж 0,1 мм на 1 м;
- г) більш ніж 15 мм на 1 м.

3. Число підкладок в пакеті повинне бути мінімальним і не перевищувати:

- а) десяти;
- б) трьох;

в) п'яти;

г) семи.

4. Металеві підкладки встановлюють на можливо близькій відстані від фундаментних болтів і розташовують одну від іншої через:

а) 150-200 мм;

б) 300-800 мм;

в) 30-80 мм;

г) 80-150 мм.

5. Товщина шару підливки під обладнання складає:

а) 50 - 60 мм;

б) 5 - 6 мм;

в) 30 - 40 мм.

г) 10-20 мм.

6. Величина моменту при остаточному затягуванні болтів повинна складати при діаметрі різьблення болта М 16:

а) 30-60 $H \cdot m$;

б) 12- 24 $H \cdot m$;

в) 130-250 $H \cdot m$;

г) 70-120 $H \cdot m$.

7. Стрижні болтів повинні виступати за поверхню гайок (контргайок):

а) на 2,5-3 нитки різьблення;

б) на 0,5-1,5 нитки різьблення;

в) на 1,5-2 нитки різьблення;

г) на 3-4 нитки різьблення

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Тема: Вібродіагностика якості монтажу обладнання переробних підприємств.

Мета: Отримати практичні навички з вібродіагностики обладнання харчових виробництв при їх закріпленні в проектному положенні.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Аналіз можливих методів неруйнівного контролю у робочих умовах на перше місце ставить віброконтроль, тобто вимір частотних спектрів вібрації і їх порівняння з "еталонними" величинами, які встановлюють поточний технічний стан і дозволяють оцінити динаміку регресу, а також прогнозувати залишковий ресурс відцентрових насосів.

Вібромоніторинг відцентрових насосів завдяки проведеному заздалегідь кінематичному аналізу основних частот збудження вібрації, відстежуванню рівня спектральних складових як на кінематичних частотах, так і в смугах частот із залученням вібростандартів ISO і UDF дозволяє оперативно виявляти технічний стан і прогнозувати залишковий ресурс складових частин і усього насосного агрегату в цілому.

Рівні окремих спектральних складових або їх сукупності нормуються міжнародними і вітчизняними стандартами.

Отримана група даних є ідентифікаційним кодом при віброметрії і аналізі технічного стану відцентрових насосів типу ЦНС 300 або ЦНСШм 300. До неї повинна бути приєднана інформація про норми на рівні вібрації і виділена зона гранично допустимих її величин для різних діючих джерел. Проведений аналіз за нормуванням вібрації у динамічних насосах показав їх рівнозначність. Тому базовою прийнята оцінка вібронавантаженості насосних агрегатів згідно із стандартами ISO 2372 і VDI 2056. Межі і нормування величин вібрації за вказаними стандартами ISO 2372 і VDI 2056 з вказівкою граничного стану приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Кінематичні частоти збудження вібрації насоса ЦНСШм
300 на робочій оборотній частоті 25 Гц (1500об/хв)

№ гармоніки	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Насос										
Оборотна частота, Гц	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
Частота лопаточна, Гц, 7 лопаток	175	350	525	700	875	1050	1225	1400	1575	1750
Направляючий апарат, Гц, 6 лопаток	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500
Втулочно-пальцева муфта МУВП-350										
6 пальців	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500
8 пальців	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
10 пальців	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500
Підшипник №3618 ГОСТ 5721										
Радіальний проміжок, Гц	175	350	525	700	875	1050	1225	1400	1575	1750
Сепаратор, Гц	10,1	20,2	30,3	40,4	50,5	60,6	70,7	80,8	90,9	101
Тіла кочення, Гц	62,1	124,2	186,3	248,4	310,5	372,6	434,7	496,8	558,9	621
Зовнішнє кільце, Гц	141,3	282,6	423,9	565,2	706,5	847,8	989,1	1130	1272	1413
Внутрішнє кільце, Гц	206,3	412,6	618,9	825,2	1032	1238	1444	1650	1857	2063

Прийнято нормувати середньоквадратичне значення віброшвидкості V -мм/с у частотному діапазоні 10...1000 Гц або амплітудне значення віброзміщення S -мкм на оборотній частоті ротора насоса (25 Гц).

Категорії нормування - "відмінно", "добре", "гранично допустимо", "неприпустимо" (рисунок 5.1).

V - мм/с (10... 1000 Гц) - середньоквадратичне значення



3 - мкм (25 Гц) – амплітуда

Рисунок 5.1 - Норми стандартів ISO 2372 і VDI 2056 для вібромоніторингу корпусно-секційних динамічних машин

При агрегуванні на загальній рамі насоса і приводного електродвигуна, а також приєднуванні напірного і всмоктуючого трубопроводів потрібне для пониження віброактивності агрегату виконання наступних умов :

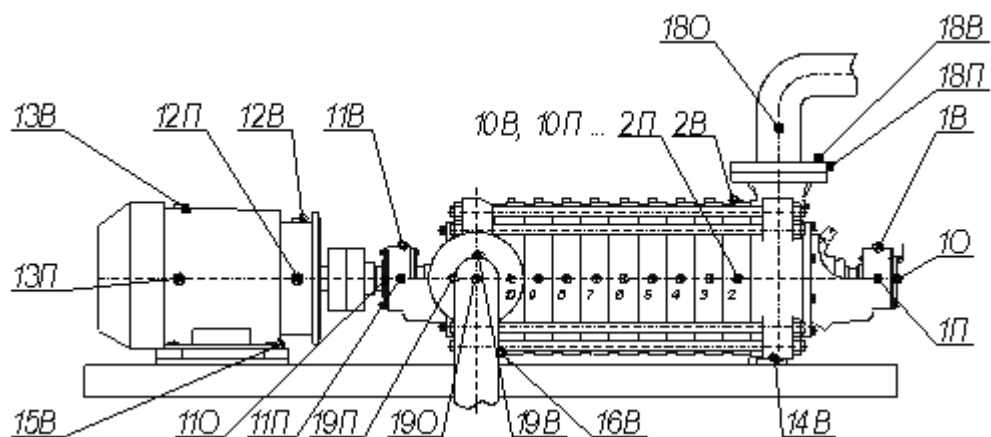
- трубопроводи приєднуються до насоса так, щоб вони передавали на патрубки мінімальні зусилля і не викликали б додаткову вібрацію насоса. Забороняється притягувати трубопроводи до насосних агрегатів. Допустима непаралельність фланців у з'єднанні на кожні 100 мм діаметра трубопроводу і тиску 60 МПа має бути не більше 0,05мм.

- близько 50% дефектів промислового устаткування пов'язані з неякісним центруванням роторів машин агрегатів. Вимір віброшвидкості в радіальному і осьовому напрямках з фіксацією спектральних складових на оборотній частоті і її першій гармоніці - чутливі діагностичні ознаки розцентрування. Для швидкості обертання $n = 1000 - 2000$ об/хв нормується відносно розташування напівмуфт : кутова неспіввісність (мм/100мм) "відмінно" - 0,05мм, "допустимо" - 0,08мм; паралельне зміщення (мм) "відмінно" - 0,05мм, "допустимо" - 0,1мм.

- необхідно забезпечити жорстке кріплення насоса і двигуна до монтажної рами і фундаменту. Динамічна жорсткість фундаменту і підшипника вважається задовільною, якщо величина віброшвидкості, виміряна на лапі насоса (двигуна) не перевищує 50% величини віброшвидкості підшипника, причому обидва виміри проводяться в одному і тому ж напрямі (вертикальному і поперечному).

При виконанні вищеперелічених умов необхідно приступати до власне вібромоніторингу. Точки виміру вібропараметрів (місця установки п'єзоакселерометра) приведені на рисунку 5.2.

Ремонтні дії необхідно застосувати при збільшенні вібрації у 2 - 3 рази, тобто, в нашому випадку, при 5,6 - 8,4 мм/с, причому при досягненні рівня віброшвидкості 11,2 мм/с потрібно негайно зупинити двигун.



П- напрям установки п'єзоакселерометра для виміру поперечних коливань; У- напрям установки п'єзоакселерометра для виміру вертикальних коливань; О- напрям установки п'єзоакселерометра для виміру осьових коливань.

Рисунок 5.2 - Точки виміру вібрації на насосному агрегаті при моніторингації

Вібромоніторинг власне відцентрового корпусно-секційного насоса здійснюється у точках 1В...11О. 14В, 16В, 18П, 19П (рисунок 5.2). Вимірюються спектральні характеристики віброшвидкості в частотному діапазоні до 200 Гц. Для зіставлення спектральних ліній і технічного стану насоса, тобто для розшифровки спектру складається перелік кінематичних частот збудження вібрації (таблиця 5.1), в якій представлені основні частоти і їх гармоніки : оборотна частота, частота направляючого апарату, частота лопатки, а також підшипникові частоти.

У першу чергу перевіряється стан підшипників по рівню ударних імпульсів, генерованих ними, вимір яких забезпечується застосуванням спеціального датчика на його резонансній частоті близько 28 кГц, що входить у стандартний комплект сучасних цифрових віброспектроаналізаторів, приміром, прилад 795М (НПП "Машинобудування" м. Дніпропетровськ).

У спектроаналізатор вводиться значення внутрішнього діаметру підшипника, оборотна частота і реєструється рівень (у дБ) ударних імпульсів,

відомий номінальний рівень, що перевищує заздалегідь відомий номінальний рівень для нового підшипника, що функціонує у штатному режимі. Тоді для перевищення номінального рівня не більше ніж на 20 дБ - стан підшипника хороший, при 20...40 дБ - задовільний, при більше 40 дБ - потрібна заміна.

Нормування середньоквадратичного значення віброшвидкості згідно стандарту ISO в діапазоні частот 10...1000 Гц вказує на величину не більше 4,5 мм/с для допустимого стану з гранично допустимим значенням 11,2мм/сек. У переважній більшості випадків основна частотна складова вібрації доводиться на оборотну, для якої стандарт VDI 2056 нормує гранично допустиму амплітуду віброзміщення величиною не більше 100мкм.

Спектральний аналіз вібрації дозволяє відстежувати кінематичну недосконалість насосного агрегату, в оперативному порядку визначати і усувати її. Нижче наводяться найбільш характерні випадки прояву дефектів, технологічної або кінематичної недосконалісті, розцентрування і таке інше виявлені при вібромоніторингу насосних агрегатів.

На рис. 3 приведена спектрограма віброшвидкості у вертикальному напрямі (точка 10В) у районі всмоктуючого патрубку насосного агрегату ЦНС 300-480. Рівень оборотної складової віброшвидкості - 4,4 мм/с на частоті 25 Гц (1500 об/хв) переважаючий, величина амплітуди віброзміщення складає 28,0 мкм, що відповідає категорії нормування "добре". Час напрацювання агрегату на момент зняття характеристики $T = 1680$ годин.

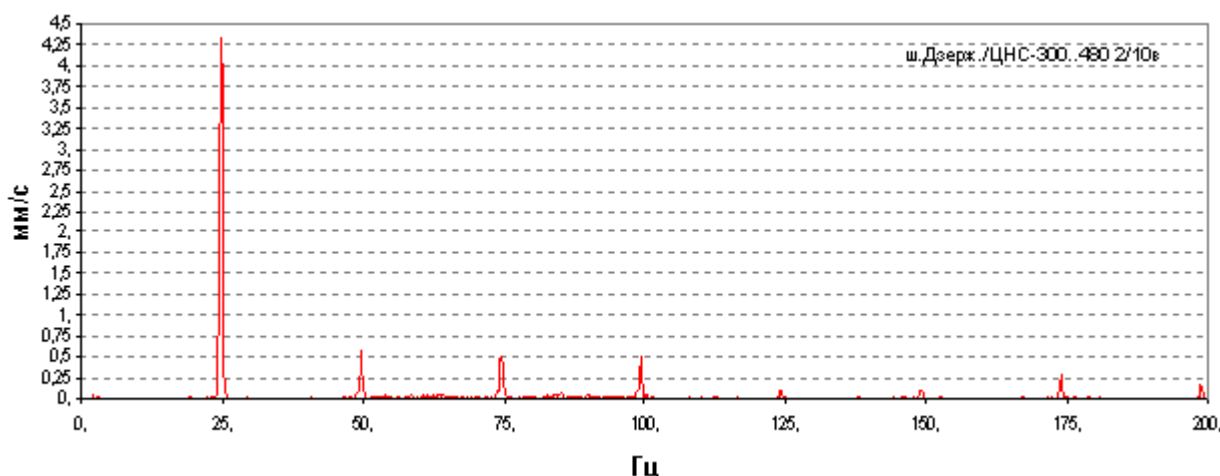


Рисунок 5.3 - Спектральне представлення дисбалансу ротору насоса

На рисунку 5.4 представлена явно виражена неспіввісність роторів насоса і двигуна насосного агрегату ЦНС 300-600 (точка 30 рисунок 5.2): рівень другої гармоніки (50Гц) оборотної частоти - 2,7 мм/с, а середньоквадратичне значення віброшвидкості в діапазоні 2...200Гц складає 4,7мм/с, що за ISO 2372 нормується як "гранично допустимо" ($4,5 < 4,7 < 11,2$). Вимагаються негайні заходи по центруванню валів насоса і електродвигуна.

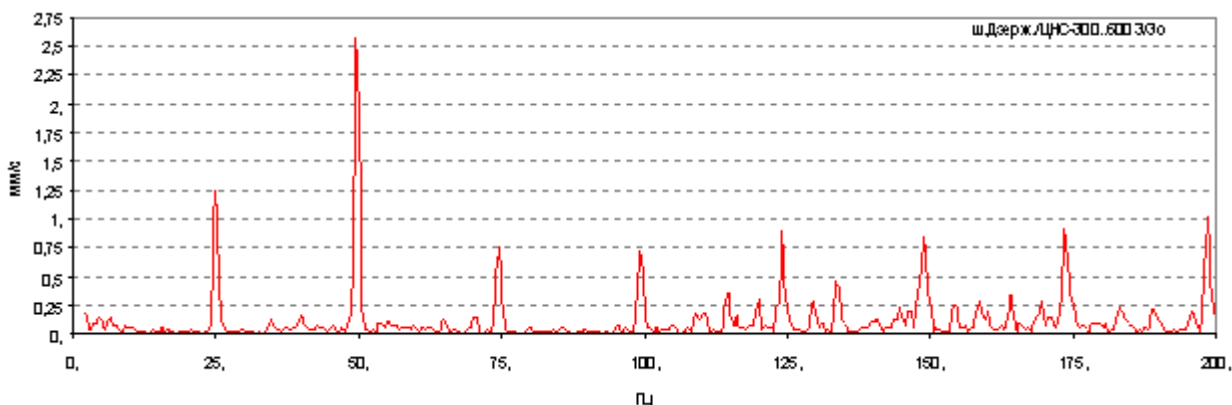


Рисунок 5.4 - Спектральне представлення порушення співвісності роторів насоса і електродвигуна

Збільшений радіальний проміжок підшипника №3618 ГОСТ 5721 проявляється на частоті (таблиця 5.1) 175Гц і представлений на рисунку 5.5, величина віброшвидкості - 2,3 мм/сек. Приведена спектрограма віброшвидкості у вертикальному напрямі (точка 1В рис.2) в зоні опорного вузла заднього кронштейна насосного агрегату ЦНС 300-480. Час напрацювання агрегату на момент зняття характеристики $T = 1680$ годин. Рівень оборотної складової віброшвидкості 1,75 мм/с.

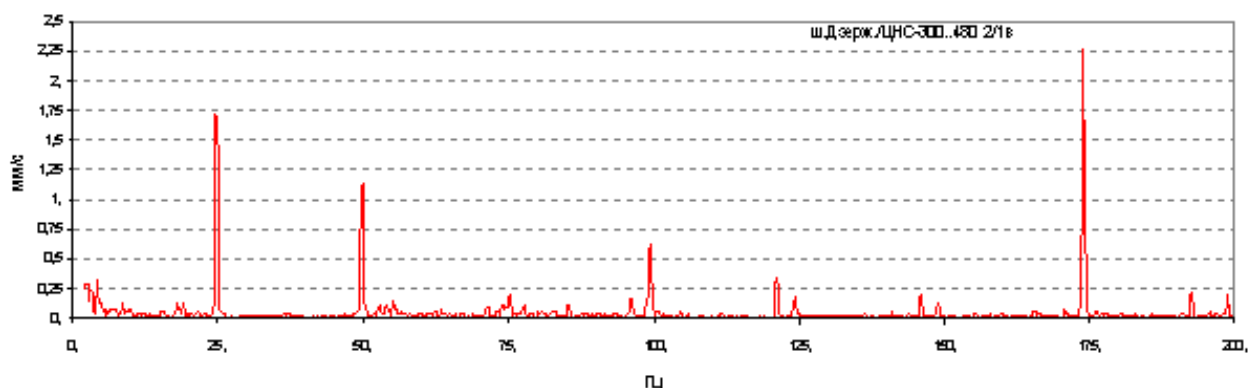


Рисунок 5.5. - Спектральне представлення підвищеного радіального проміжку підшипника №3618

Комбінація дефекту зовнішнього кільця (частота 141 Гц) підшипника і збільшеного його радіального проміжку (частота 175 Гц) представлена на рисунку 5.6 і є, окрім рівня оборотної частоти найбільш значущими складовими спектру. Контроль стану в зоні опорного вузла заднього кронштейна насосного агрегату ЦНС 300-480. Час напрацювання агрегату на момент зняття характеристики $T = 2756$ годин.

Загальний рівень віброшвидкості дорівнює 3,7 мм/с. Категорія нормування - "добре" ($1,8 < 3,7 < 4,8$). Потрібне проведення періодичного вібромоніторингу опорного вузла з можливою заміною підшипника.

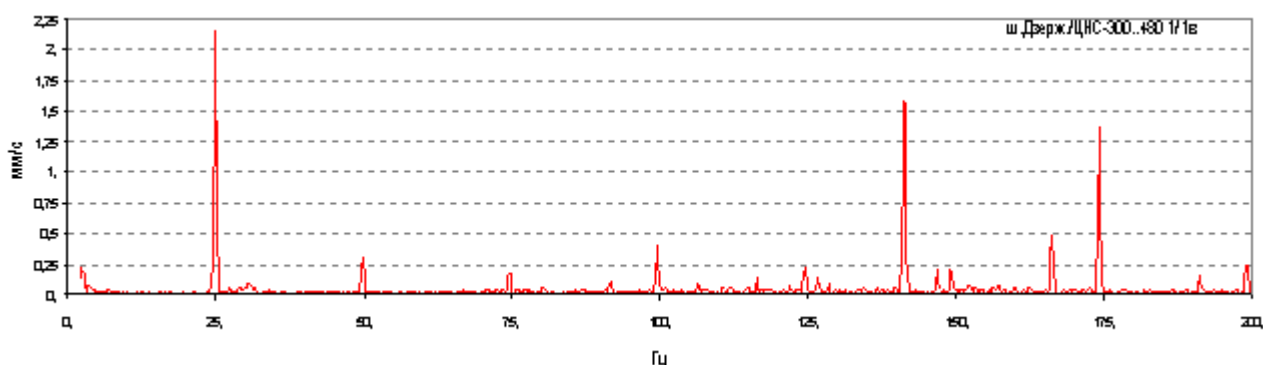


Рисунок 5.6 - Спектральне представлення дефекту зовнішнього кільця і збільшеного радіального проміжку підшипника №3618

Випадок зачіпання ротором насоса щілинних ущільнень представлений на рисунку 5.7 і викликаний великим дисбалансом (рівень оборотної частоти становить 7 мм/с - 44,8 мкм) і проявляється в діапазоні 120...175 Гц. Насосний агрегат ЦНС 300-480. Час напрацювання агрегату на момент зняття віброхарактеристик $T = 1027$ годин. За стандартом VDI 2056 вібростан насоса "гранично допустимо" ($40 < 44,8 < 100$).

Нерівномірність гідродинамічного навантаження за периметром насосного колеса проявляється з ростом глибини амплітудної модуляції складової вібрації лопатки. Хоча для насоса ЦНС 300 частота радіального проміжку підшипника і лопатки співпадають (див. таблицю 5.1), за видом спектру в околиці частоти 175 Гц - розширенню спектрального піку і появі бічних частот можна виявити зривні потоки рідини - джерело гідродинамічної

нестабільності (рисунок 5.8). Насосний агрегат ЦНС 300-600, час напрацювання агрегату на момент зняття віброхарактеристики $T = 8796$ годин.

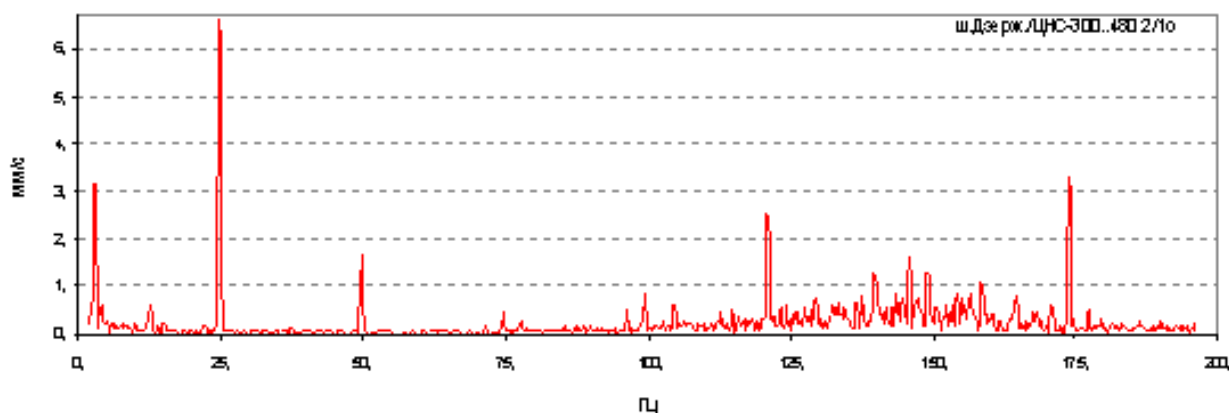


Рисунок 5.7 - Спектральне представлення зачіпання ротором насоса кільцевих щілинних ущільнень

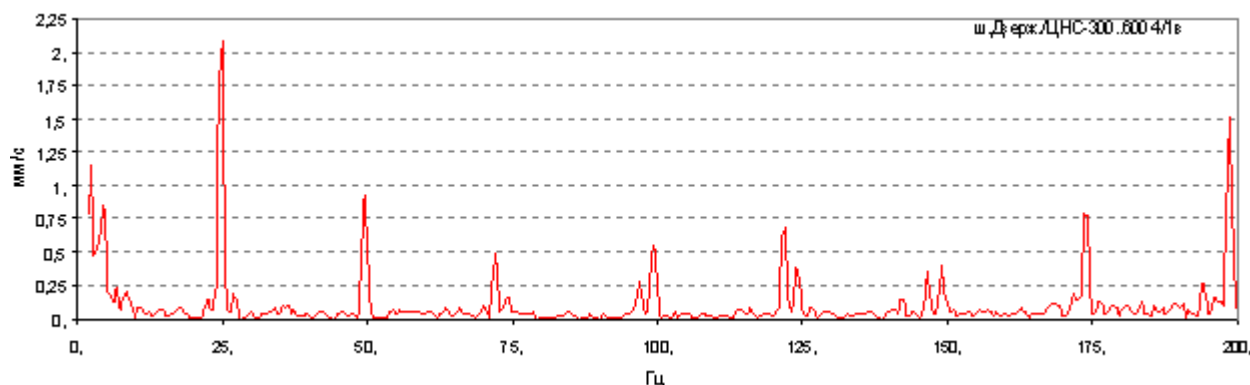


Рисунок 5.8 - Спектральне представлення нерівномірності гідродинамічного навантаження

У сукупності приведені випадки і також аналіз вібропараметрів, проведений більш ніж з 160 агрегатами, показує можливості оцінки стану відцентрових насосів і оперативного ухвалення рішення при діагностиці і прогнозуванні їх ресурсу.

Вібродіагностика дозволяє мінімізувати втрати продуктивності внаслідок несподіваних поломок шлангонасосів і простоїв на ремонт. У поєднанні з динамічним балансуванням колес вібродіагностика істотно подовжує термін служби насосного агрегату.

Оснащення робочого місця:

Паспорти та робоче креслення насоса; комп'ютер з необхідним програмним забезпеченням, датчик вібрації, мікрокалькулятор; креслярські інструменти; необхідна довідкова література.

Завдання:

Здійснити вібродіагностику якості монтажу лабораторного відцентрового насоса при різних способах його кріплення.

ХІД РОБОТИ:

1. Вивчити загальні відомості процесу вібродіагностики обладнання;
2. Вибрати варіант і уточнити всі дані для проведення діагностування;
3. Зняти вібраційні характеристики лабораторного насоса при різних способах кріплення;
4. Зробити необхідні висновки та рекомендації.

Зміст звіту:

- 1) тема та мета роботи;
- 2) вихідні дані для виконання роботи;
- 3) конструкційна схема вузла обладнання та кріплення датчиків;
- 4) ескізи вібраційних характеристик обладнання;
- 5) висновки по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. У чому сутність і мета вібродіагностики?
2. Які параметри можна визначити в ході проведення вібродіагностування?
3. У які точки необхідно кріпити вібродатчики?
4. Як необхідно кріпити трубопроводи при монтажі насосів?
5. Які вимоги необхідно виконати при кріпленні насоса до фундаменту і монтажної рами? Яку умову треба при цьому виконувати?

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ:

1. Вимір частотних спектрів вібрації і їх порівняння з "еталонними" величинами, які встановлюють поточний технічний стан і дозволяють оцінити динаміку регресу, а також прогнозувати залишковий ресурс, називають

- A) Вібродіагностуванням
- B) Технічним діагностуванням
- C) Діагностуванням показників продуктивності
- D) Діагностуванням показників зношення деталей

2. Для вібродіагностування необхідною є інформація про

- A) Усе перелічене є необхідним
- B) Норми рівнів вібрації
- C) Зони гранично допустимих рівнів вібрації
- D) Точки заміру вібрації

3. Перед проведенням вібродіагностики необхідно приєднання трубопроводів таким чином, щоб вони

- A) передавали на патрубки мінімальні зусилля
- B) передавали на патрубки максимальні зусилля
- C) торкалися насосного агрегату
- D) Стискали насосний агрегат

4. Перед проведенням вібродіагностики відцентрового насоса необхідно

A) забезпечити жорстке кріплення насоса і двигуна до монтажної рами і фундаменту

- B) забезпечити жорстке кріплення насоса і двигуна до монтажної рами
- C) забезпечити жорстке кріплення насоса і двигуна до фундаменту
- D) ослабити гайки кріплення насоса і двигуна до монтажної рами

5. Вібродіагностика відстежує дані про

- A) Усі перелічені
- B) Розцентрування з'єднань обертових деталей
- C) Зношення підшипників
- D) Зношення ущільнень валів

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Тема: Переміщення обладнання і конструкцій у межах підприємства за допомогою лебідки.

Мета: Отримати практичні навички з вибору і розрахунку вантажопідйомних механізмів, що використовуються при монтажі обладнання.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Засоби для переміщення, монтажу і випробування технологічного обладнання і інженерних комунікацій

До засобів для переміщення і монтажу обладнання і конструкцій у монтажній зоні відносять самохідні стріловидні крани (автомобільні, гусеничні, пневмоколісні), баштові, козлові крани, автотранспортувачі, трубоукладачі, трактори, автомобільні тягачі і причепи-тяжковози, транспортери на гусеничному ході. Підйом і установку технологічного обладнання виконують також за допомогою проектних (штатних) мостових кранів і електротельферів.

Монтажні блоки застосовують при підйомі і переміщенні вантажів (вантажні) і для зміни напрямку руху канатів (відведення). За конструкцією блоки розділяють на одно- і багатороликові (до семи роликів). Однороликові блоки служать для підйому вантажу невеликої маси і для відведення. Багатороликові блоки використовують для пристрою поліспастів, призначених для підйому важких вантажів. Однороликові блоки випускають без відкидної щоки і з відкидною щокою, що має шарнір у вигляді петлі. Багатороликовий блок складається з тяги з отворами для вісі, на яку насаджені ролики. На траверсі поміщений вантажний крюк (скоба). Ролики відокремлені один від одного а також від тяги щоками, що оберігають канат від сковзання з роликів. Між щоками встановлені втулки розпорів, які фіксують необхідну відстань для вільного обертання роликів. Всі деталі корпусу блоку сполучені на стягнутих болтах. Вантажний крюк вільно обертається навколо вісі. При виборі найменшого діаметру блоку, що допускається, враховують діаметр канату і

коефіцієнти, залежні від типу підйомного пристрою, режиму його експлуатації і конструкції канату. Діаметр роликів блоку повинен складати не менше 16-20 діаметрів канату.

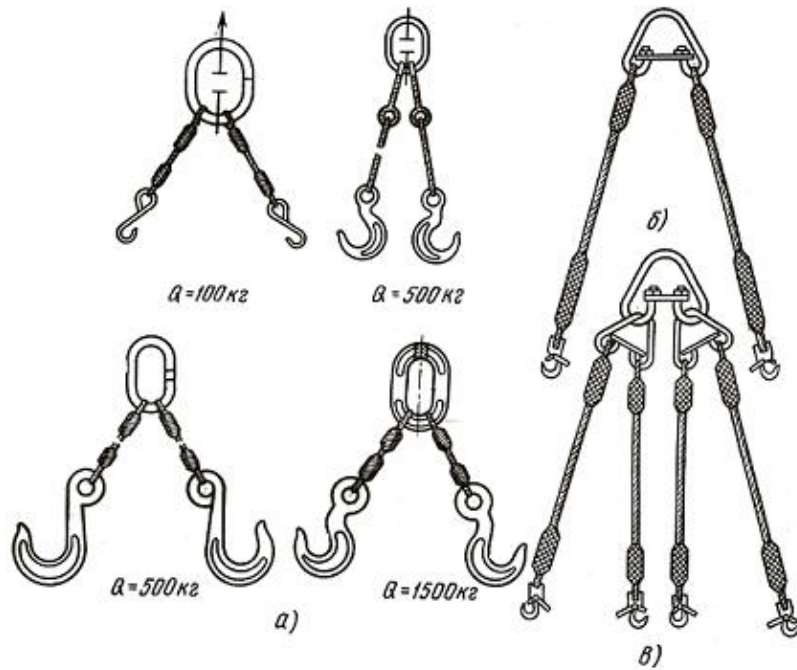
Поліспасти застосовують для виграшу в силі при підйомі і переміщенні вантажів, маса яких перевищує вантажопідйомність механізму. Поліспаст складається з підвісного блоку з крюком для вантажу і нерухомого блоку з сережкою для підвіски до опори. По роликах блоку пропущений канат, створюючий робочі нитки поліспасти. Нитка поліспасти, що йде на лебідку, називається такою, що збігає, а решта ниток — робочими. Вільний кінець канату закріплюють як на рухомому блоці, так і на нерухомому. Для підбору поліспасти необхідно знати масу вантажу, що піднімається, і вантажопідйомність лебідки, а також зусилля у канаті, що набігає на барабан лебідки, і коефіцієнти тертя, що виникають у підшипниках роликів блоків.

Стропом називають вантажозахватний пристрій для підвішування вантажів до крюків вантажопідйомних машин і механізмів і траверс. Значна частина обладнання для підйому забезпечена спеціальними пристроями (рим-болтами, скобами, проушинами, крюками). Вантажні канатні стропи призначені також для строповки вантажів обв'язуванням.

Строп є відрізком сталевого канату (троса) або ланцюга, замкнутого в кільце, або утворюючого петлю. Стропи вантажні канатні випускають наступних типів (рисунок 6.1): 1 СК, 2СК, 3СК, 4СК - відповідно одно-, двух-, трьох-, чотирьохгілкові.

До допоміжних матеріалів, вживаних при монтажі, відносять болти, гайки, шайби, прокладки і набивочні, змащувальні, обтиральні і абразивні матеріали.

Самоанкеруючі болти для кріплення обладнання і металоконструкцій безпосередньо до чистих підлог без пристрою фундаментів є кріпленнями розтискного типу, при розклинюванні яких у навколишньому масиві створюються значна напруга стиснення і реактивний тиск, що утримує їх від висмикування. Ці болти застосовують для кріплення обладнання, що працює із статичними і незначними динамічними навантаженнями.



a – двухгількові з корінним кільцем ; *б* – те ж, з підйомною скобою;
в – чотирьохгільковий з підйомною скобою.

Рисунок 6.1 - Стропи вантажні канатні

Величина динамічних навантажень для болтів обмежується величиною коефіцієнта асиметрії циклу навантаження $\xi = 0,8$, визначуваного за формулою

$$\xi = P_{min} / P_{max}, \quad (6.1)$$

де P_{min} P_{max} - навантаження на болт при динамічній дії, відповідно, мінімальне і максимальне.

Мінімальне навантаження рівне зусиллю попереднього затягування, тобто $P_{min} = V_3$

Максимальне навантаження

$$P_{max} = V_3 + xP_{вн} \quad (6.2)$$

де x - коефіцієнт основного навантаження, що характеризує приріст зусилля у болті від зовнішніх силових дій (при установці обладнання на чисту підлогу $x=0,45$);

$P_{вн}$ - зовнішнє навантаження (розрахункове) на болт, кг.

Зовнішнє навантаження на самоанкеруючі болти визначають за загальноприйнятою методикою розрахунку фундаментних болтів у груповому з'єднанні. Розрахунок ведуть для найбільш навантажених болтів. Діаметр d (у см) останніх визначають за номінальною площею поперечного перетину болта в його різьбовій частині F_n :

$$d = \sqrt{4F_n/\pi} \quad (6.3)$$

F_n розраховують за залежностями, що приймаються для затягнутих різьбових з'єднань:

$$F_n = P_{max}/R_p^d = (V_3 + xP_{вн})/R_p^d, \quad (6.4)$$

де V_3 - зусилля затягування болта (приймають рівним 100 МПа (1000 кгс/см²))

R_p^d - розрахункова напруга, що допускається при розтягуванні (приймають рівною 140 МПа (1400 кгс/см²)).

Для кріплення обладнання і опор до будівельних конструкцій застосовують самоанкеруючі болти типів I і II. Довжина шпильок (у мм)

$$L = l + b + 2d \quad (6.5)$$

де l - глибина анкерівки, мм;

b - товщина опорної плити (лапи) обладнання, мм;

d - діаметр болта, мм.

Самоанкеруючий болт типу I складається з шпильки з конічною частиною і цанги, яка внизу має чотири подовжні прорізи. Верхня суцільна частина цанги служить для обмеження величини розпору. Діаметр різьблення для болтів М8 – М36.

Самоанкеруючий болт типу II складається з шпильки з конічною частиною і розрізної трубчастої цанги з трьома подовжніми прорізами в нижній частині. Діаметр різьблення шпильки болта М12 – М24. Для установки цих болтів отвори діаметром до 16 мм просвердлюють за допомогою електричних

ручних перфораторів марки ИЭ-4709 і ИЭ-4712, отвори діаметром до 10 мм - за допомогою електросвердлувальних ручних машин С-455, ИЭ-101, ЕР-16.

Для кріплення обладнання і металевих конструкцій до несучих будівельних конструкцій натомість традиційно вживаних фундаментних болтів і заставних металевих деталей використовують дюбелі - втулки розпору. Останні є металевими виробами, що складаються з двох елементів - втулки розпору з внутрішнім різьбленням і чотирма прорізами, і конічного елемента, що встановлюється у отвір втулки. Втулку розпору потовщеним кінцем встановлюють у отвір, заздалегідь пробурений у матеріалі будівельного елемента. Потім в отвір втулки розпору поміщають конічний елемент. При цьому відбувається розсовування конічної частини втулки і її вмивання у стінки отвору несучого будівельного елемента. Обладнання або металеві конструкції закріплюють за допомогою стандартних болтів або шпильок, угвинчених у різьбові отвори відповідних втулок розпорів.

Основним показником дюбелів-втулок розпорів є розрахунковий опір дії осьових розтягуючих навантажень. Величина цього показника для кожного розміру різьблення дюбеля-втулки розпору рівна значенню розрахункового опору розтягуванню відповідного фундаментного болта. Металоємність дюбелів-втулок розпорів у 10-15 разів менше металоємності відповідних фундаментних болтів.

Переміщення обладнання і конструкцій у межах підприємства, що будується або реконструюється

До початку такелажних робіт на монтажному майданчику повинні бути споруджені дороги, що ведуть до монтажної зони, влаштовані під'їзди від залізничних колій до майданчиків для укрупненої збірки і підйому технологічного обладнання. До початку використання стріловидних самохідних кранів вмонтовують виносні майданчики в монтажних отворах багатоповерхових будівель підприємств.

Найбільш продуктивним і поширеним є переміщення обладнання, конструкцій і монтажних заготовок механізованим способом з використанням автотранспорту, навантажувачів, тракторів і трайлерів, а також підйом і установка його в проектне положення за допомогою штатних мостових кранів і електротельферів, самохідних стріловидних і козлових кранів. Переміщення вантажів здійснюють за допомогою лебідок.

Обладнання з складу подають на майданчик для укрупненої збірки і до місця монтажу автотранспортом або на спеціальних санях, рідше - на сталевому листі, що має відгин, за допомогою трактора або ТГС.

Для переміщення обладнання усередині цеху або відділення застосовують спеціальні візки вантажопідйомністю від 0,5 до 3 т з гумованими колесами. Візки пересувають уручну, а при великому навантаженні - навантажувачами або лебідками. Від майданчика для укрупненої збірки або з складу обладнання переміщається до місця установки автонавантажувачем або гусеничним краном, або за допомогою тракторів, або лебідок (якщо неможливо використовувати тягач).

Тягове зусилля, необхідне для перевезення важкого обладнання, а також переміщення його лебідкою (у Н)

$$P = Q \cdot f, \quad (6.6)$$

де Q - маса вантажу, включаючи сани або лист, т;

f - коефіцієнт тертя ковзання.

Тягове зусилля при перевезенні з підйомом більш 15°

$$P = Q \cdot (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) \quad (6.7)$$

де α - кут підйому, рад (град).

При куті $\alpha < 15^\circ$ значення $\cos \alpha$ близьке до 1 і формула (6.7) може бути спрощена:

$$P = Q \cdot (\sin \alpha + f), \quad (6.8)$$

З огляду на те, що коефіцієнт тертя спокою у середньому в 1,5 рази більше коефіцієнта тертя руху, розрахункове тягове зусилля необхідно збільшити на 50% при зрушенні вантажу з місця:

$$P_{\text{доб}} = 1,5 \cdot P.$$

Значення коефіцієнта f залежать від матеріалу дотичних поверхонь. Так, при поверхнях сталь по бетону $f = 0,45$, сталь по сталі $f = 0,15$, дерево по бетону $f = 0,5$.

При переміщенні обладнання на катках з труб необхідне тягове зусилля визначають за наступними формулами:

- по горизонтальній поверхні

$$P = Q \cdot (K_1 + K_2) / d;$$

- по похилій поверхні ($\alpha < 15^\circ$)

$$P = Q[\sin \alpha + \cos \alpha (K_1 + K_2) / d],$$

де d - діаметр катків, см; K_1 і K_2 - коефіцієнти тертя кочення відповідно між поверхнею кочення і катками і між катками і вантажем (для сталі по бетону 0,06; для сталі по сталі 0,05; для сталі по дереву 0,07).

При куті $\alpha < 15^\circ$ тягове зусилля

$$P = Q[\sin \alpha + (K_1 + K_2) / d].$$

За знайденими зусиллями P розраховують тяговий канат або поліспасти і підбирають тяговий механізм.

Для переміщення обладнання усередині будівлі найчастіше застосовують електричні і ручні важільні лебідки.

Для кріплення лебідок до будівельних конструкцій роблять підрахунок несучої здатності конструкції з урахуванням місця додатку навантаження і погоджують кріплення лебідки з проектною організацією або генпідрядником (замовником).

Зусилля, що перешкоджає горизонтальному зсуву лебідки

$$P = S - T_c, \tag{6.9}$$

де S - зусилля в канаті, що йде на барабан лебідки, Н;

T_c - сила тертя рами лебідки об опорну поверхню, Н.

$$T_c = (Q_n + Q_o) \cdot f \tag{6.10}$$

де Q_n - маса лебідки, т; Q_o - маса баласту (якщо він є), т.

Для зміни напрямку руху тягового канату (троса) встановлюють відвідні блоки, які кріплять так, щоб канат тягової лебідки підходив до них у горизонтальному або близькому до горизонтального положенні. Відвідні блоки повинні бути встановлені від лебідки на відстані, більшій двадцятикратної довжини барабана лебідки. Кут сходу канату з лебідки повинен бути не менше 0,105 рад (6 град), що забезпечує нормальне укладання канату на барабан.

Зусилля, що сприймається будівельними конструкціями в точці кріплення відвідного блоку, більше тягового зусилля лебідки

$$P = 2 \cdot S_k \cdot \cos \alpha / 2 \quad (6.11)$$

де S_k - натягнення канату, Н

α - кут між гілками канату, град (рад)

При використанні барабанних лебідок невеликої вантажопідйомності в умовах, де відсутні будівельні конструкції для їх закріплення, для сприйняття перекидаючого моменту застосовують баласт, що укладається на раму лебідки. Маса баласту для забезпечення стійкості лебідки (у т)

$$Q_b = K \cdot \frac{P \cdot h - Q_l \cdot l}{l_1} \quad (6.12)$$

де K - коефіцієнт стійкості лебідки, що приймається рівним 2;

P - зусилля у канаті, що набігає на барабан лебідки, Н;

h - висота від низу рами лебідки до канату, що набігає на барабан, м;

l_1, l - відстань від ребра перекидання рами до вісі, що проходить відповідно через центр тяжіння лебідки і через центр тяжіння баласту, м.

Для підйому вантажів, маса яких перевищує тягове зусилля лебідки (барабанної або важільної), використовують поліспасти, що дають вигреш у силі (рисунок 6.2).

Тягове зусилля, необхідне для переміщення візка з вантажем похилими тимчасовими рейковими шляхами

$$P = Q \cdot (\sin \alpha + f_0 \cdot \cos \alpha) \quad (6.13)$$

де Q - маса візка з вантажем, т;

α - кут нахилу рейкового шляху до горизонту;

f_0 - коефіцієнт тяги.

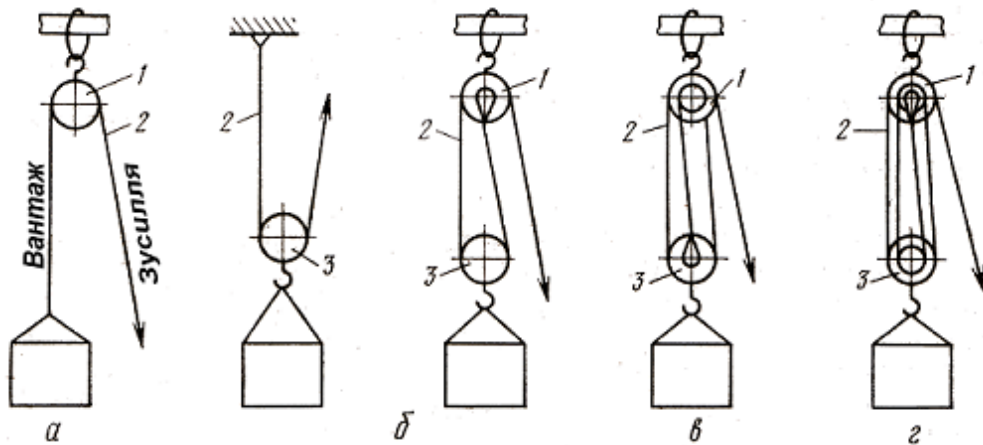
$$f_0 = \frac{f \cdot d - 2 \cdot K}{D} \quad (6.14)$$

де f - коефіцієнт тертя ковзання у цапфах вісей візка;

d - діаметр цапф вісей візка, см;

K - коефіцієнт тертя кочення для коліс, рівний 0, 05;

D - діаметр колеса, см.



a – без поліспада; $б$ – з використанням двократного поліспада; $в$ - з використанням трикратного поліспада; $г$ - з використанням чотирьократного поліспада; 1 – нерухомий блок; 2 – канат; 3 – рухомий блок.

Рисунок 6.2 - Приклади використання системи поліспастів для підйому вантажів

Коефіцієнт тяги для візків з підшипниками кочення приблизно приймають рівним 0,01, з підшипниками ковзання - 0,02. Для зрушення візка з вантажем з місця розрахункове тягове зусилля збільшують на 50%.

Розрахунок міцності сталевих канатів проводять за методом коефіцієнтів запасу: максимальні розрахункові зусилля у гілках канатів визначають за нормативними навантаженнями (без урахування коефіцієнтів динамічності і перевантаження), помножують на коефіцієнт запасу міцності і порівнюють з розривним зусиллям канату в цілому.

Розрахунок сталевих канатів на міцність проводять за формулою:

$$P_k / S \geq K_3, \quad (6.15)$$

де P_k - розривне зусилля канату в цілому, що приймається по сертифікатом або за ГОСТом;

S - найбільше натягнення гілки канату (без урахування динамічних навантажень);

K_3 - коефіцієнт запасу міцності (для вантажних канатів з ручним приводом 4, з машинним 5-6; для поліспаств 3,5-5; для розчалок і відтяжок 3-5; для стропів 5-6)

Найбільше натягнення для канатів поліспаства, розчалок і стропів

$$S = \alpha \cdot P;$$

$$S = P / \cos \alpha \cdot n,$$

де P - розрахункове навантаження, прикладене до рухомого блоку поліспаства (розчалки, стропів);

α - кут між віссю дії розрахункового зусилля і гілкою канату;

n - загальне число гілок канату.

Сталеві канати слід призначати залежно від їх маркувальної групи за тимчасовим опором розриву і розривному зусиллю.

Розрахунок стропів із сталевих канатів проводять з урахуванням числа гілок n і кута нахилу їх до вертикалі α за формулою

$$S = (1 / \cos \alpha) \cdot (Q / n) = m(Q / n) \quad (6.16)$$

де S - натягнення гілки стропу;

Q - маса вантажу, кг;

m - коефіцієнт, при $\alpha = 0^\circ, 30^\circ$ і 45° рівний відповідно 1; 1,15 і 1,42.

При використанні навантажувачів слід враховувати, що їх вантажопідйомність для вантажів рівної маси, але різної ширини неоднакова, оскільки вона залежить від розташування центру тяжіння вантажу щодо переднього моста навантажувача.

Вантажопідйомність (у кН) навантажувача в даному випадку

$$G = M / [K(\alpha + l)] \quad (6.17)$$

де M - момент стійкості навантажувача ($M = Gn \cdot v$; Gn - маса навантажувача, кН);

u - відстань від переднього моста навантажувача до горизонтальної проекції центру його тяжіння, м, що приймається рівною 10 -12 кН*м;

K - коефіцієнт стійкості навантажувача ($K = 1,3-1,5$);

α - відстань від центру тяжіння вантажу до вертикальної стінки вилок, м;

l - відстань від вісі переднього моста навантажувача до вертикальних стінок вилок, м (приводиться у технічному паспорті навантажувача).

Залежність вантажопідйомності навантажувача від розташування центру тяжіння вантажу на вилках у вигляді графіка приводиться у технічному паспорті навантажувача, а також у кабіні або на його стрілі. Навантажувач для виробництва такелажних і навантажувально-розвантажувальних робіт вибирають виходячи з габаритів і маси переміщуваних вантажів.

Підйом і установка обладнання і конструкцій за допомогою оснащення такелажу

Підйом і установку обладнання і конструкцій за допомогою оснащення (стріл, монтажних щогл, поліспаств) такелажу виконують в окремих випадках, коли неможливо застосувати прогресивні і економічні вантажопідйомні машини і механізми.

При невеликих об'ємах робіт, пов'язаних з реконструкцією, технічним переозброєнням і капітальним ремонтом обладнання, на багатоповерхових підприємствах для підйому обладнання і конструкцій використовують переносні монтажні стріли. Стрілу можна повертати вручну в горизонтальній площині на кут до 180° (3,141 рад) або за допомогою стріловидного поліспаства у вертикальній площині, змінюючи виліт.

Стріли необхідно перевіряти на навантаження, що виникають при їх роботі залежно від розташування монтажної стріли і стріловидного поліспаства щодо горизонтальної площини.

При горизонтальному розташуванні стріли і похилому розташуванні стріловидного поліспаства (рисунк 6.3 а) сумарне навантаження на оголовок стріли (T):

$$Q = q_1 k + q_n + q'_n / 2 + q_{cmp} / 2 \quad (6.18)$$

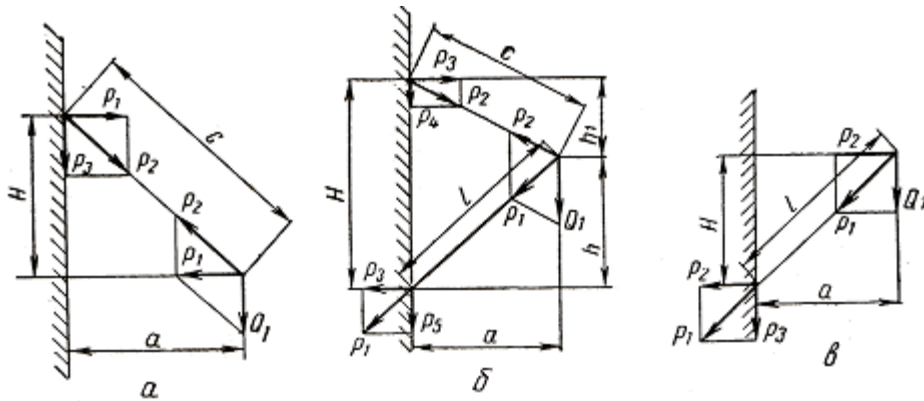
де q_1 - маса вантажу, що піднімається, т;

k - коефіцієнт динамічності ($k = 1,1$);

q_n - маса вантажного поліспада, т;

q'_n - маса стріловидного поліспада, т;

q_{cmp} - маса стріли, т.



a - стріла горизонтальна, стріловидний поліспад нахилений; b - стріла і стріловидний поліспад нахилені; v - стріла нахилена, стріловидний поліспад горизонтальний.

Рисунок 6.3 - Розрахункові схеми підйому вантажу

Зусилля у стрілі P_1 знаходиться у наступній залежності від сумарного навантаження Q :

$$P_1 = Qa / H, \quad (6.19)$$

де a - виліт стріли, м; H - відстань від місця кріплення стріли до точки кріплення стріловидного поліспада, м.

Зусилля у стріловидному поліспасті

$$P_2 = Qc / H \quad (6.20)$$

де $c = \sqrt{a^2 + H^2}$

Вертикальна реакція у точці кріплення стріловидного поліспада $P_3 = Q$.
Сумарна вертикальна реакція у точці підвісу стріловидного поліспада

$$N_1 = P_3 + S_1 \quad (6.21)$$

де S_1 - зусилля у збігаючій нитці стріловидного поліспада.

Сумарне зусилля, що стискає стрілу

$$N_2 = P_1 + S_2 \quad (6.22)$$

де S_2 - зусилля у збігаючій нитці вантажного поліспада.

У разі, коли монтажна стріла і стріловидний поліспад нахилений (рисунок 6.3 б), сумарне навантаження Q на оголовок стріли визначають за формулою (6.18). Зусилля у стрілі від навантаження Q

$$P_1 = Ql / H \quad (6.23)$$

де l - довжина стріли, м.

Зусилля у стріловидному поліспаді P_2 розраховують за формулою (6.20), в якій

$$c = \sqrt{a^2 + h_1^2} .$$

де h_1 - відстань по вертикалі від оголовка стріли до точки кріплення стріловидного поліспада, м :

$$h_1 = H - h . \quad (6.24)$$

де h - відстань по вертикалі від оголовка стріли до точки кріплення стріли, м.

$$h = \sqrt{l^2 - a^2} . \quad (6.25)$$

Горизонтальна складова реакції у точці підвісу стріловидного поліспада рівна горизонтальній складовій в опорі стріли:

$$P_3 = Qa / H . \quad (6.26)$$

Вертикальна складова реакції у точці підвісу стріловидного поліспада

$$P_4 = Qh_1 / H . \quad (6.27)$$

Сумарна вертикальна реакція у точці кріплення стріли (п'яті стріли)

$$P_3 = Qh / H + Qc / 2 + S_2 \quad (6.28)$$

Сумарна вертикальна реакція у точці підвісу стріловидного поліспада

$$N_1 = P_4 + S_1 . \quad (6.29)$$

Сумарне зусилля, що стискає стрілу

$$N_2 = P_1 + S_2. \quad (6.30)$$

Якщо монтажна стріла нахилена, а стріловидній поліспасти горизонтальний (рисунок 6.3, в), сумарне навантаження на оголовок стріли і зусилля у стрілі визначають аналогічно варіанту з похилим розташуванням стріли і стріловидного поліспасти (див. рисунок 6.3, б).

Зусилля у стріловидному поліспасті P_2 знаходять за формулою (6.20). Вертикальна реакція у точці кріплення стріли $P_3 = Q$. Сумарна вертикальна реакція у точці кріплення стріли

$$P_4 = P_3 + Qc / 2 + S_2. \quad (6.31)$$

Вертикальна реакція у точці підвісу стріловидного поліспасти $N_1 = S_1$.

Сумарне зусилля, що стискає стрілу

$$N_2 = P_1 + S_2 \quad (6.32)$$

При підйомі вантажів одним поліспастом, підвішеним до будівельних конструкцій з відтяжкою його, під час роботи зусилля у вантажному поліспасті, вертикальну і горизонтальну складові реакцій у точці його підвісу визначають залежно від напрямку відтяжки. Коли відтяжка направлена вниз (рис. 4, а), зусилля у вантажному поліспасті

$$P_1 = q_1 b \sqrt{a^2 + h^2} / (bh_1 - ah). \quad (6.33)$$

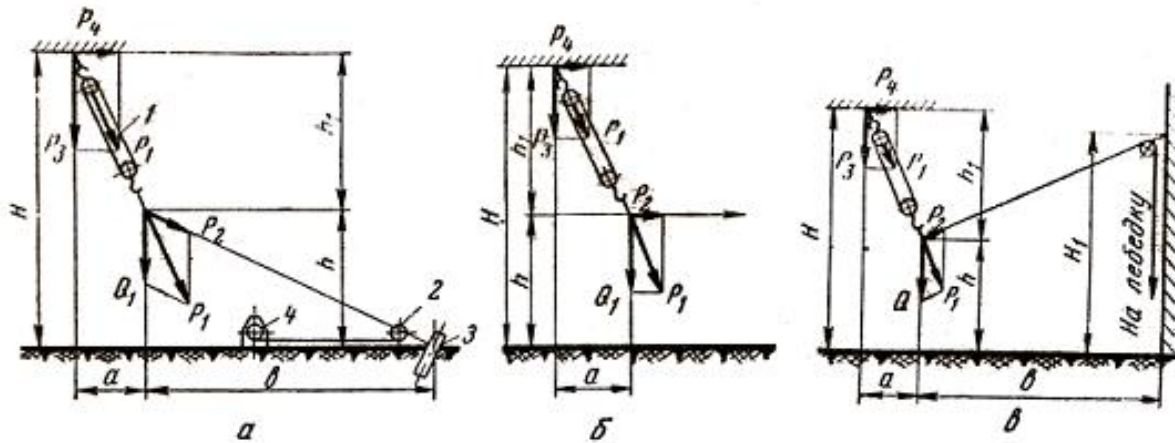
де q_1 - маса вантажу, що піднімається, з урахуванням маси оснащення такелажу, т;

b - відстань по горизонталі від точки кріплення відтяжки до вантажу до якоря відтяжки при максимальному зусиллі у відтяжці, м;

a - відстань по горизонталі від точки підвісу вантажного поліспасти до точки кріплення відтяжки до вантажу при її максимальному значенні, м;

h_1 - відстань по вертикалі від точки підвісу вантажного поліспасти до точки кріплення відтяжки до вантажу при її максимальному значенні, м ;

h - відстань по вертикалі від точки кріплення відтяжки до вантажу до поверхні землі (підлоги), м.



a - відтяжка направлена вниз (1 – поліспасти; 2 – відвідний блок; 3 – якір; 4 – барабанна лебідка); $б$ – відтяжка розташована горизонтально; $в$ - відтяжка направлена вгору

Рисунок 6.4 - Схема підйому вантажу за допомогою поліспасти, підвішеного до будівельних конструкцій

Зусилля у відтяжці

$$P_2 = q_1 a \sqrt{b^2 + h_1^2} / (bh_1 - ah). \quad (6.34)$$

Вертикальна складова реакції

$$P_3 = P_1 h_1 \sqrt{a^2 + h_1^2}. \quad (6.35)$$

Горизонтальна складова реакції у точці підвісу вантажного поліспасти

$$P_4 = P_1 a \sqrt{a^2 + h_1^2}. \quad (6.36)$$

При горизонтальному розташуванні відтяжки (рисунку 6.4, $б$) зусилля у вантажному поліспасти

$$P_1 = Q \sqrt{a^2 + h_1^2} / h_1. \quad (6.37)$$

Зусилля у відтяжці

$$P_2 = q_1 a / h_1. \quad (6.38)$$

Вертикальна складова реакції $P_3 = q_1$, а горизонтальна реакція P_4 , що становить в точці підвісу вантажного поліспасти, визначається за формулою (6.38).

Коли відтяжка направлена вгору (рисунок 6.4, в), зусилля у вантажному поліспасти

$$P_1 = q_1 b \sqrt{a^2 + h_1^2} / [a(H_1 - h) + bh_1] . \quad (6.39)$$

де H_1 - відстань по вертикалі від поверхні землі (підлоги) до точки кріплення відвідного блоку відтяжки, м:

Зусилля у відтяжці

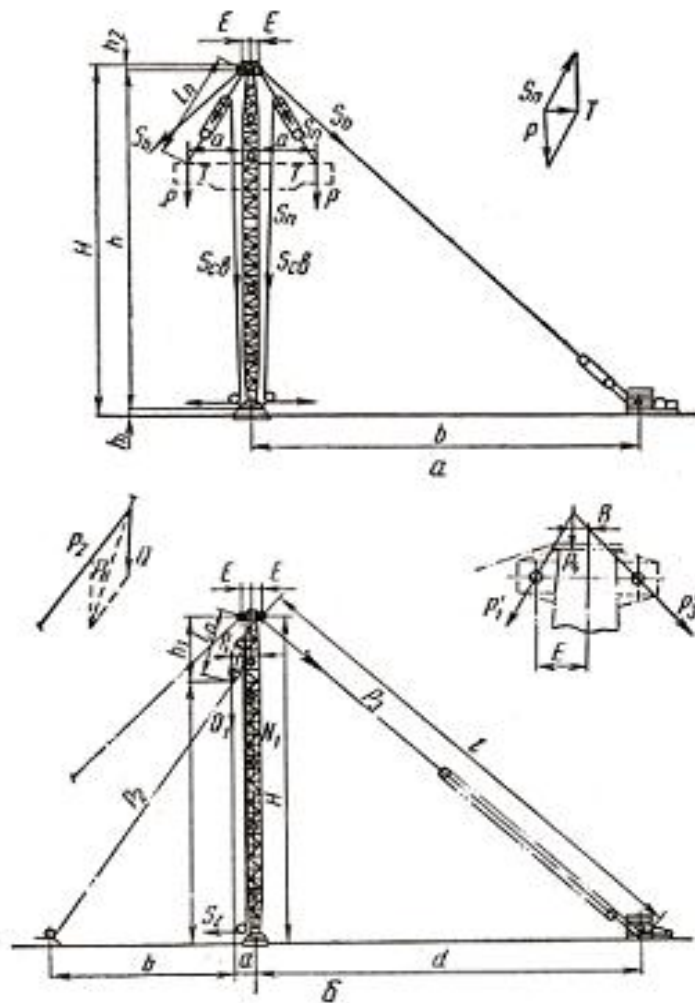
$$P_2 = q_1 a \sqrt{b^2 + (H_1 - h_1)^2} / [a(H_1 - h) + bh_1] . \quad (6.40)$$

Вертикальну P_3 і горизонтальну P_4 реакції, що становлять в точці підвісу вантажного поліспасти, визначають за формулами (6.35) і (6.36).

При підйомі обладнання і конструкцій монтажними щоглами (коли неможливо використовувати крани) необхідно дотримувати правильність складання розрахункової схеми і визначення зусиль в оснащенні; вибрати висоту і нахил щогли, що забезпечують зазор близько 500 мм у світлі між вантажем, що піднімається, і самою щоглою при верхньому положенні вантажу; підібрати вантажопідйомність верхнього і нижнього блоків вантажних поліспасти, а також відвідних блоків відповідно до максимальних фактичних зусиль, що виникають при підйомі вантажу; вибрати тип, діаметр, довжину і розривне зусилля канатів з урахуванням нормативних коефіцієнтів запасу міцності, а також кріплення канатів до вісей і проушин; визначити місце прив'язки нижнього відвідного блоку і його положення; вибрати лебідку за типом, вантажопідйомністю, канатоємністю і її положення; визначити конструкцію пристрою підстави під щоглу і лебідки з урахуванням максимального допустимого і питомого тиску на ґрунт; вказати місця строповки вантажу і можливість їх розстроповки після підйому і установки; визначити місця розташування і вантажопідйомність якорів; розробити вказівки про порядок виробництва робіт за даною схемою підйому обладнання або конструкцій.

При підйомі вантажів щоглою (рисунок 6.5, а), що вертикально стоїть, необхідно правильно визначити центр тяжіння вантажу, що піднімається;

врахувати при розрахунку можливе перевантаження на одну сторону в 20%;
врахувати при виборі вант і якорів навантаження, що виникають при підйомі самої щогли, і розрахунок вести за найбільшим навантаженням, що доводиться на оснащення такелажу (вітрове навантаження приймати при неробочому стані, а при робочому стані — з урахуванням перевантаження на одну сторону в 20%.



a – при симетричному навантаженні ($S_{сб}$ - зусилля у збігаючій гілці поліспасти; S_n - зусилля у поліспасті; $S_с$ - зусилля у ванті; l_n - довжина поліспасти); *б* – при консольному навантаженні з відтяжкою вантажу (S_2 - зусилля у горизонтальній гілці до якоря)

Рисунок 6.5 - Схема підйому вантажу вертикальною монтажною щоглою

При підйомі вантажів щоглою, що вертикально стоїть, при її консольному навантаженні з відтяжкою вантажу (рисунок 6.5, б) основну робочу ванту

закріплюють за основну вісь консолі щогли. Задня ванта, вісі щогли і поліспасти і відтяжки знаходяться в одній площині. Якщо задню ванту не можна розташувати в цій площині, треба дві задні ванти встановити симетрично щодо вказаної площини.

Вантажопідйомність якоря задньої ванти і зусилля в задній ванті визначають за найбільшим зусиллям, що виникає при підйомі вантажу з урахуванням дії відтяжки і вітрового навантаження робочого стану. Зусилля у передній і бічних вантах і вантажопідйомність якорів відповідних вант обчислюють за вітровим навантаженням неробочого стану з урахуванням попереднього натягнення і власної маси гвинта.

Оснащення такелажу розраховують таким чином. Сумарне розрахункове навантаження на металоконструкції монтажної щогли з урахуванням коефіцієнта динамічності

$$Q_p = q_1 K + q / 2 . \quad (6.41)$$

де q_1 - маса вантажу т;

K - коефіцієнт динамічності (зазвичай 1,1);

q - маса вантажного поліспасти, кг.

Сумарне розрахункове навантаження на верхній блок вантажного поліспасти і ванти без урахування коефіцієнта динамічності

$$Q_p = q_1 + q / 2 , \quad (6.42)$$

Сумарна вертикальна складова від попереднього натягнення вант

$$P_0 = (S_1 n H) / l , \quad (6.43)$$

де S_1 - зусилля попереднього натягнення однієї ванти;

n - число вант монтажної щогли;

H - висота монтажної щогли, м;

l - довжини вант, м.

$$l = \sqrt{H^2 + a^2} . \quad (6.44)$$

Зусилля попереднього натягнення бічних вант знаходиться у залежності від вантажопідйомності монтажної щогли (таблиця 6.1).

Таблиця 6.1 - Зусилля попереднього натягнення бічних вант

Вантажопідйомність монтажної щогли, т	10	15	20	25	30	40	50
Зусилля попереднього натягнення бічних вант, т	1,5	1,5	1,5	2	2	3	3

Зусилля у вантажному поліспасти

$$P_1 = Q_p b \sqrt{a^2 + h_1^2} / (bh_1 - a_1 h) \quad (6.45)$$

де b - відстань від якоря відтяжки до вертикальної вісі вантажу, м;

a_1 - відстань до якоря відтяжки вантажу від вісі монтажної щогли, м;

h_1 - висота від горизонтальної вісі оголовка монтажної щогли до точки підвісу вантажу, м ;

h - висота від рівня земля до точки підвісу вантажу, м.

Зусилля, що діє на оголовок щогли

$$P'_1 = Q'_p P_1 / Q_p \quad (6.46)$$

де Q'_p - розрахункове навантаження на оголовок щогли.

Зусилля у відтяжці

$$P_2 = Q_p a \sqrt{b^2 + h^2} / (bh_1 - ah). \quad (6.47)$$

Зусилля у робочій ванті

$$P_3 = P_1 a l \sqrt{a^2 + a_1 h_1^2} \quad (6.48)$$

де a_1 - відстань від вертикальної вісі монтажної щогли до вісі якорів вант, м.

Зусилля, що діє на оголовок монтажної щогли від робочої вант

$$P'_3 = Q'_p P_3 / Q_p. \quad (6.49)$$

Зусилля у монтажній щоглі від натягнень вантажного поліспасти і вант, що знаходиться у площині вантажу і відтяжки

$$P_4 = P'_1 h_1 / \sqrt{a^2 + h^2} + P'_3 H / l \quad (6.50)$$

Зусилля у підставі щогли

$$N_1 = P_4 + q_m + P_0 \quad (6.51)$$

де q_m - маса монтажної щогли, т.

Сумарне зусилля у середині висоти щогли

$$N_2 = P_4 + q_m / 2 + P_0 + S_2 \quad (6.52)$$

де S_2 - зусилля у збігаючій нитці вантажного поліспасти.

Мінімально допустимий діаметр сталевго канату слід вибрати за стандартом на сортамент відповідної конструкції канату за розрахунковим розривним зусиллям у цілому (у Н):

$$R_T = SK_3 \quad (6.53)$$

де S - найбільше розтягуюче зусилля у гілці при витку канату, Н;

K_3 - коефіцієнт запасу міцності.

Розривне зусилля канату R , вибраного за стандартом на сортамент відповідної конструкції канату, повинне бути не менш розрахункового R_T . Значення K_3 канатів монтажних лебідок і поліспасти слід приймати залежно від співвідношення діаметрів канатного блоку, зміряного по дну канавки, або барабана (D) і канату (d): при D/d від 12 до 15-3,5; при D/d понад 15-3.

Таблиця 6.2 - Значення коефіцієнта запасу міцності сталевих канатів

Призначення канату	Привід і режим роботи	Коефіцієнт запасу міцності K_3
Вантажний канат кранів, лебідок, поліспасти	Ручний	4,5
	Машинний:	
	легкий	5,0
	середній	5,5
	важкий	6,0
Стропи	Стропи, що мають на кінцях інвентарні деталі кріплення до вантажів і для строповки вантажів масою більше 50 т	6,0
	Стропи, що закріплюються на вантажі обв'язуванням і для строповки вантажів масою до 30 т	8,0
Ванти і відтяжки		3,5

Значення K , залежно від призначення канату приводу і режиму його роботи приведене в таблиці 6.2. Співвідношення діаметрів D/d відвідних канатних блоків для багатогілкових нерегульованих по довжині під навантаженням расчалок повинно бути не менше 10.

Оснащення робочого місця:

Консольний кран; лабораторна установка для переміщення технологічного обладнання; дерев'яний і залазобетонний щити, сталевий лист.

Завдання:

Вибрати такелажне оснащення для переміщення технологічного обладнання та провести його розрахунок.

ХІД РОБОТИ:

1. Ознайомитися з видами вантажопідйомних механізмів для монтажу машин;
2. Провести експериментальні дослідження на лабораторній установці по переміщенню обладнання за різними матеріалами підлоги за допомогою лебідки;
3. Провести розрахунок вибраного вантажопідйомного механізму.

Зміст звіту:

- 1) тема та мета роботи;
- 2) основні теоретичні відомості про використання вантажопідйомних механізмів при монтажі обладнання і конструкцій;
- 3) схема лабораторної установки для переміщення обладнання;
- 4) розрахункові дані;
- 5) висновки по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Які матеріально-технічні ресурси використовуються при постачанні обладнання на об'єкти монтажу?
2. Які існують технічні засоби механізації для підйомно-транспортних операцій?
3. Яке використовується обладнання, пристосування, інвентар, засоби малої механізації монтажних робіт і індивідуального захисту?
4. Які машини і механізми використовуються при проведенні такелажних робіт?
5. Які вимоги до основних елементів оснащення такелажу?
6. Які вихідні дані необхідно знати для розрахунку навантажених елементів оснащення такелажу?
7. За якими ознаками прийнято класифікувати вантажопідйомні машини?
8. На які групи за режимом роботи розділяють вантажопідйомні машини?
9. Які запаси міцності приймають при розрахунку дротяних канатів?

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ:

1. Однороликові блоки служать для
 - A) Підйому вантажів невеликої маси
 - B) Підйому вантажів великої маси
 - C) Підйому вантажів будь-якої маси
 - D) Пересування важких вантажів
2. Для підйому вантажів великої маси використовують
 - A) Багатороликові монтажні блоки
 - B) Однороликові монтажні блоки
 - C) Одно і багатороликові монтажні блоки
 - D) Трубоукладачі
3. Діаметр роликового блоку повинен бути
 - A) не менше 16-20 діаметрів канату
 - B) не менше 10 діаметрів канату
 - C) не менше 5 діаметрів канату
 - D) не менше 2 діаметрів канату

4. Для виграшу в силі при підйомі і переміщенні вантажів, маса яких перевищує вантажопідйомність механізму, застосовують

- A) Поліспасти
- B) Однорічкові монтажні блоки
- C) Мостові крани
- D) Баштові крани

5. Для підбору поліспасти необхідно знати

- A) Усі перелічені параметри
- B) Маса вантажу
- C) Вантажопідйомність лебідки
- D) Зусилля у канаті

6. Вантажозахватний пристрій для підвішування вантажів до крюків вантажопідйомних машин називається

- A) Стропом
- B) Крюком
- C) Поліспастом
- D) Лебідкою

7. Кріпленнями розтискного типу для кріплення обладнання і металокаркасній безпосередньо до чистих підлог без пристрою фундаментів, при розклинюванні яких у навколишньому масиві створюються значна напруга стиснення і реактивний тиск, що утримує їх від висмикування, це

- A) Самоанкеруючі болти
- B) Болти
- C) Прокладки
- D) Канати

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

Тема: Підйом і установка машин за допомогою такелажного обладнання.

Мета: Оволодіти методикою планування технічних заходів для проведення монтажних-технологічних робіт.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Для забезпечення проведення монтажних-технологічних робіт використовуються:

підйомно-транспортні механізми:

1. Талі

- ручні (з шестеренчастим і черв'ячним механізмами): підвісні та пересувні;
- електричні.

2. Електротельфери

3. Лебідки: ручні та електричні.

4. Домкрати: гвинтові, рейкові, клинові, гідравлічні.

підйомно-транспортні машини:

1. Завантажувачі: електричні та автомобільні.

2. Підйомні крани: баштові, козлові, автомобільні, самохідні (пневмоколісні та гусеничні).

Для проведення монтажу обладнання необхідно виконати комплекс монтажних-технологічних робіт, який зможе це забезпечити.

Комплекс організаційно-технічних заходів включає у себе такі роботи:

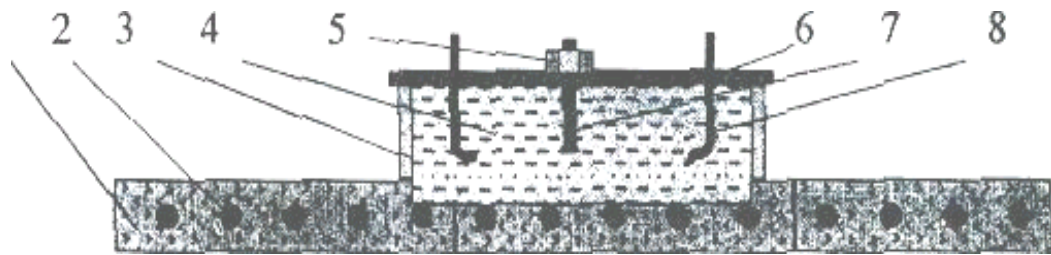
1. Підготовка монтажних майданчиків.

- приймання у монтаж фундаменту на першому поверсі, фундаментного майданчика (рисунок 7.1) на перекритті;
- підготовка опорних конструкцій і тимчасових опор (рисунок 7.2);
- розмітка місць установки обладнання без фундаменту.

2. Підготовка технологічного обладнання до монтажу.

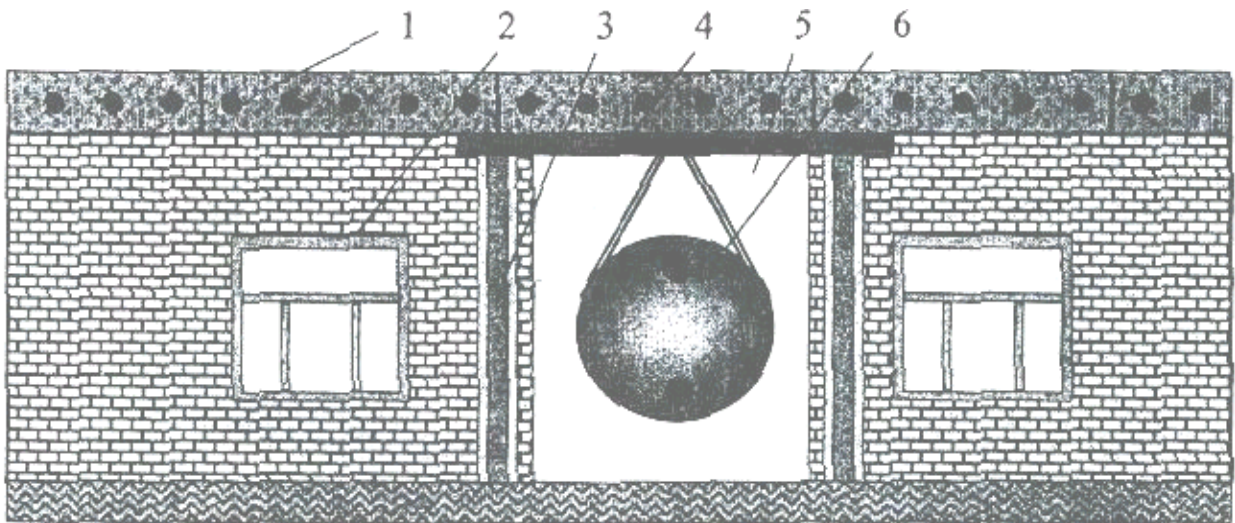
- перевірка комплектності;

- передмонтажна ревізія (перевірка технічного стану вузлів і деталей);
- часткове розбирання для зменшення ваги і габаритів.



1 - плита перекриття; 2 - арматура перекриття; 3 - плитка лицювальна; 4 - фундаментний майданчик; 5 - гайка; 6 - фундаментна плита; 7 - анкер плити; 8 - фундаментний болт.

Рисунок 7.1 - Фундаментний майданчик на перекритті



1 - плита перекриття; 2 - вікно; 3 - опорна стійка; 4 - балка; 5 - отвір у стіні; 6 - технологічне обладнання, що подається у цех.

Рисунок 7.2 - Тимчасова опора в отворі несучої стіни

3. Підготовка підйомно-транспортних засобів.

- вибір такелажного оснащення;
- вибір вантажопідйомних механізмів;
- вибір і встановлення вантажопідйомних машин.

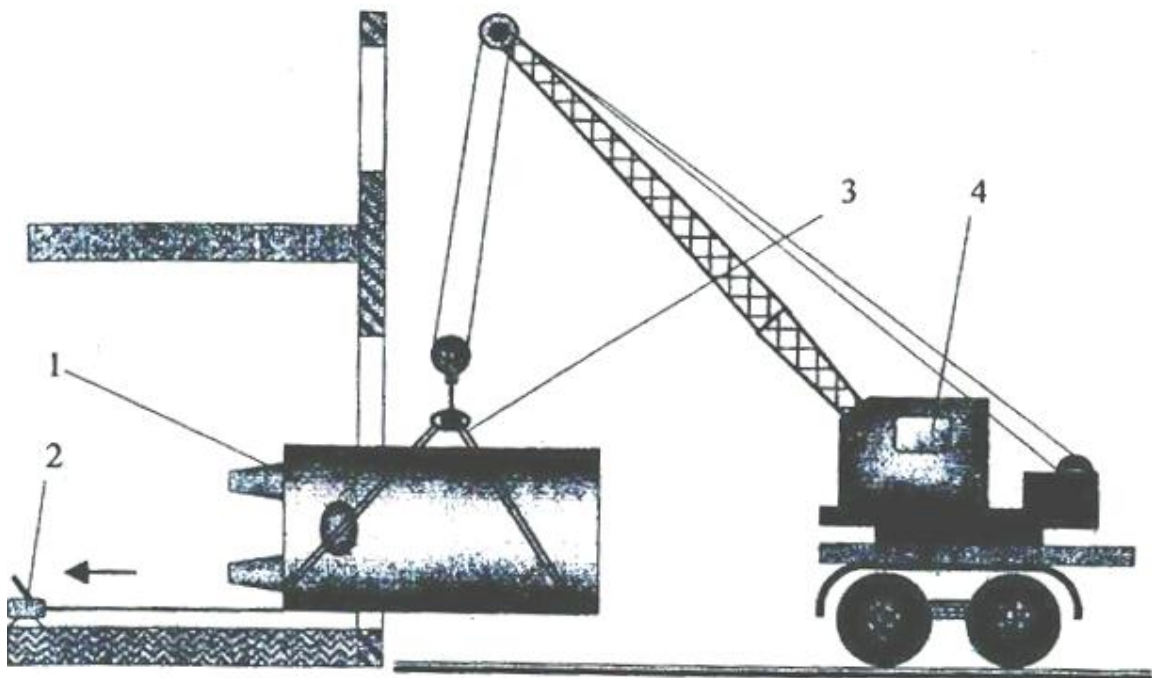
Таблиця 7.1 - Підйомні крани

Тип крана	Вантажо підйомність, кН	Висота підйому, м	Довжина стріли, м	Виліт стріли, м
Самохідні гусеничні				
СКГ-40	80, 54, 31	14,6	15, 20, 40	14, 18, 23
ДЕК-50	500	13,3	30	4,5
Е-2508	600, 200, 120	13, 29, 39	15, 30, 40	-
СКГ-63	122	8,6	15	14
Самохідні пневмоколісні				
К-102	100,75,20	9,5,16,19	10,18,18	10,17,10
К-106	100,55,22	9,5,15,18	10,18,18	10,14,14
К-123,К-124	120,110,55,50	9.16,5,20	10,18,18	10,10,17
К-161	160,90,40	11,5	10,25	10,23
МКП-18	160,90	10,5,18	10,18	10,16
МКП-26	250	13,8	15	15
Автомобільні				
К-2,5-1-1 ЕА9 (ГАЗ-51)	14	3,8	5,75	5,0
К-32 (ЗИЛ-150)	30	6,6	6,2	2,5
АК-32 (ЗИЛ-150)	15	6,4	6,2	3,5
ЛАЗ-690 (ЗИЛ-130)	10	5,9	6,2	4,5
К-75-500 (ЗИЛ-130)	75	7,0	7,35	3,8
АК-5 (ЗИЛ-164)	50	6,5	6,2	2,5
АК-5Г (ЗИЛ-164)	50	7,2	6,2	2,5
ДЕК-51 (МАЗ-200)	50	7,0	7,5	3,8
К-52 (МАЗ-200)	50	7,0	7,5	3,8
К-51 (МАЗ-200)	50	7,0	7,35	3,8
К-4056 (МАЗ-500)	63	7,0	8,2	3,0
КС-2562 (МАЗ-500)	63	8,0	8,2	3,5
К-68А (МАЗ-200)	52	11,7	12,4	5,2
К-53 (МАЗ-200)	75	7,0	7,5	3,8
СМК-10 (МАЗ-500)	85	9,0	8,5	4,0
КС-3512 (МАЗ-500)	100	10,0	10,0	4,0
К-10 (ЯАЗ-210)	100	9,5	10,0	4,0

Примітка: при підборі підйомних кранів (таблиця 7.1) слід керуватись їх вантажно-висотними характеристиками, об'ємом монтажних робіт та умовами під'їзду до будівлі.

4. Монтаж обладнання.

- подача обладнання на монтажний майданчик (рисунок 7.3);
- пересування до місця встановлення;
- встановлення на відмітці монтажу (на фундаменті, або на підлозі);
- вивірення і закріплення обладнання;
- приєднання до комунікацій і електромережі;
- пробний пуск і випробування;
- оформлення монтажної-технологічної документації.



1 - технологічне обладнання, що подається у цех; 2 - лебідка; 3 - стропа; 4 - автокран.

Рисунок 7.3 - Схема подачі обладнання у цех

Оснащення робочого місця:

Паспорти технологічного обладнання; характеристика приміщення для монтажу; креслярські інструменти; необхідна довідкова література.

Завдання:

Згідно з варіантом (таблиця 7.2) розробити комплекс організаційно-технічних заходів для проведення монтажних робіт.

Таблиця 7.2 - Варіанти даних для розробки технічних заходів

№ варі- анту	Характеристика обладнання			Характеристика приміщення		
	Марка	Вага, кН	Габаритні розміри <i>a x b x c</i> , м	Поверх	Розміри вікна <i>a x b</i> , м	Висота, м
1	B2-ОМГ-10	28	2 x 2 x 3,2	2	1,8 x 2,2	3,8
2	A1-ОГМ-10	18,5	1 x 1,2 x 1,5	2	1,6 x 1,4	3,6
3	Д7-ОСА-1	42,5	2,1 x 3,5 x 2	2	1,6 x 2,0	3,2
4	A1-ОКЛ-10	22,4	0,5 x 2,8 x 1,2	2	1,8 x 2,4	3,4
5	B2-ОМВ-6,3	32,9	2,2 x 2,2 x 3,6	2	2,2 x 2,4	4,2
6	M6-АРТ	25,5	1,5 x 1,8 x 1,6	2	1,6 x 2,6	3,8
7	B2-ОСВ-5	48,6	2,5 x 4,0 x 2,5	2	1,8 x 2,0	3,2
8	M6-ОРЕ	14,8	1,5 x 1,8 x 3,4	2	1,6 x 1,8	3,4
9	B2-ОПН/1	34,6	1,4 x 2,6 x 2,4	2	2,0 x 1,6	4,2
10	ОСН-С	12,8	0,8 x 0,6 x 1,6	2	1,4 x 1,8	4,0

ХІД РОБОТИ:

1. Вивчити загальні відомості про проведення монтажно-технологічних робіт;
2. Згідно варіанту та технічного паспорту і робочих креслень визначити особливості монтажу заданого технологічного обладнання;
3. Виконати ескіз схеми кріплення обладнання на фундаменті (якщо обладнання встановлюється на фундаменті);
4. Виконати ескіз опорних конструкцій у монтажному отворі несучої стіни;
5. Виконати ескіз схеми подачі обладнання у цех.

Зміст звіту:

- 1) тема та мета роботи;
- 2) вихідні дані для виконання роботи;
- 3) комплекс організаційно-технічних заходів для проведення монтажу обладнання;

- 4) ескіз схеми кріплення обладнання на фундаменті (встановлення без фундаменту на підлозі);
- 5) ескіз тимчасових опорних конструкцій;
- 6) ескіз схеми подачі обладнання у цех;
- 7) висновки по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Особливості приймання фундаменту і фундаментного майданчика?
2. Які заходи необхідно здійснити при спорудженні фундаментного майданчика, якщо за розрахунком плита перекриття не витримує навантаження?
3. У чому відмінність методики підбору вантажопідйомних машин від вантажопідйомних механізмів?
4. Які опорні конструкції застосовуються у процесі виробництва монтажних-технологічних робіт?
5. Які підйомно-транспортні механізми необхідно застосовувати при подачі обладнання у цех?
6. Запобіжні заходи безпечного проведення монтажних-технологічних робіт.

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ:

1. Ручні (з шестеренчастим і черв'ячним механізмами): підвісні та пересувні – це види
 - A) Талей
 - B) Електротельферів
 - C) Лебідок
 - D) Домкратів
2. Гвинтові, рейкові, клинові, гідравлічні – це види
 - A) Домкратів
 - B) Електротельферів
 - C) Лебідок
 - D) Талей

3. Баштові, козлові, автомобільні, самохідні – це види
- A) Підйомних кранів
 - B) Електротельферів
 - C) Лебідок
 - D) Домкратів
4. Підготовка опорних конструкцій і тимчасових опор – є етапом робіт, який називається:
- A) Підготовка монтажного майданчика
 - B) Підготовка технологічного обладнання до монтажу
 - C) Підготовка підйомно-транспортних засобів
 - D) Монтаж обладнання
5. Часткове розбирання обладнання для зменшення ваги і габаритів – є етапом робіт, який називається:
- A) Підготовка технологічного обладнання до монтажу
 - B) Підготовка монтажного майданчика
 - C) Підготовка підйомно-транспортних засобів
 - D) Монтаж обладнання
6. Вибір і встановлення вантажопідйомних машин – є етапом робіт, який називається:
- A) Підготовка підйомно-транспортних засобів
 - B) Підготовка монтажного майданчика
 - C) Підготовка технологічного обладнання до монтажу
 - D) Монтаж обладнання
7. Пробний пуск і випробування – є етапом робіт, який називається:
- A) Монтаж обладнання
 - B) Підготовка монтажного майданчика
 - C) Підготовка технологічного обладнання до монтажу
 - D) Підготовка підйомно-транспортних засобів

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

Тема: Розробка технології монтажу обладнання переробного підприємства.

Мета: Отримати практичні навички з розробки технологічних карт на монтаж технологічного обладнання.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Технологічна карта на монтаж розробляється для кожного виду обладнання і представляє конкретизовану частину проекту виробництва робіт, що стосуються правил і вимог по монтажу даної машини, апарата або металоконструкції (рисунок 8.1). Вона регламентує порядок, технічне забезпечення, структуру і зміст операцій по монтажу конкретного обладнання, а також умови і технологію виконання всіх робіт.

За призначенням технологічна карта є основним керівним матеріалом для безпосередніх виконавців монтажних робіт по їх організації і проведенню. Вона включає наступні 10 основних розділів.

1. Загальна частина, в якій повинно бути:

- назва, марка, тип, призначення і область використання машини, апарата або металоконструкції, що монтується;
- монтажна нормаль з представленням загального виду, габаритних і приєднувальних розмірів, план розташування отворів у перекритті;
- перелік монтажних блоків, вузлів і деталей, що доставляються роздільно в зону монтажу, їх габаритні розміри і маса;
- схеми укрупнювальної збірки, манкіровки і методи контролю якості виконаної роботи;
- схеми строповки, горизонтального і вертикального такелажу;
- вказівки послідовності подачі обладнання у зону монтажу і етапність виконання робіт;
- креслення засобів кріплення обладнання до фундаментів, підставок і перекриттів або посилення на них у проекті виробництва робіт;

- схеми змащення з найменуванням елементів змащення і вказівкою виду, стандарту, кількості і періодичності використання мастильних матеріалів, а також способів їх використання;

- схеми підключення обладнання до силових, гідравлічних і пневматичних комунікацій підприємства.

2. Технічне забезпечення монтажних робіт з вказівкою:

- найменування транспортних засобів і вантажопідйомних механізмів, їх установки, розташування, зони дії;

- марки або типу засобів механізації робіт, їх технічної характеристики і тривалості використання;

- переліку пристроїв, оснащення і інвентарю, їх марки;

- кількості, стандарту або посилання на креслення у проекті виробництва робіт;

- списку інструментів і контрольно-вимірювальних приладів, їх призначення і порядку використання.

3. Матеріальні ресурси, необхідні для забезпечення монтажу даного виду обладнання:

- промивальні матеріали (уайт - спірит, бензин, гас, розчинники і ін.) для очищення, розконсервування і миття деталей і елементів машини;

- матеріали підкладок, картон, гума листова технічна, прядивні канати, азбест листовий і т.д.;

- допоміжні матеріали, абразивні пасти, шкурка шліфувальна, притиральні мастики і ін.

- обтиральні матеріали, технічні серветки, ганчірка, пакля і т.д.;

- змашувальні матеріали, засоби для консервації і мастила;

- вироби метизів, болти, шайби, гайки, штифти, шплінти і інші матеріали.

- для всіх матеріалів вказується марка, тип, ГОСТ і необхідна кількість.

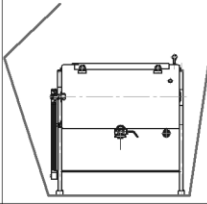
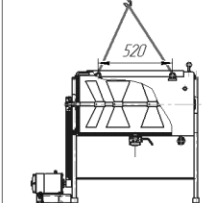
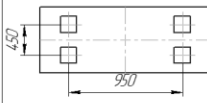
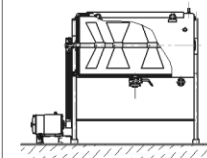
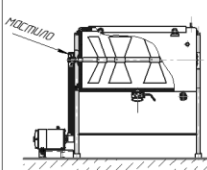
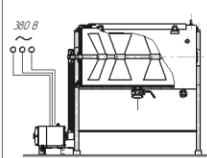
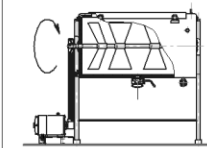
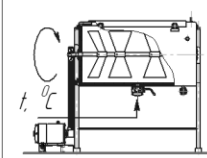
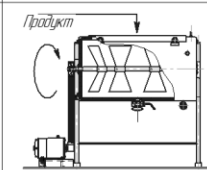
№	Найменування операції	Схема монтажу, строповки	Технологічні вимоги	Інструмент та прилади	Матеріали	Такелаж	Професія і розряд робітника	Трудо-місткість операції, год/год	Примітка
1	Приймання, розпакування і розконсервація		Не повинно бути слідів консерванту та пошкодження зовнішньої поверхні	Лом, щітки, шкредки, молоток	Еластичний скребок, уайт-спирит, сада, лом	-	Інженер-механік Слюсар 3-4 р.	2,0	Наявність змащення
2	Доставка машини до місця монтажу		Комплектність відповідно паспорту машини	-	Паспорт машини	Навантажувач	Водій навантажувача Слюсар 3-4 р.	1,0	-
3	Розмітка машини під монтаж		Відхилення розмірів між контрольними точками ± 5 мм	Рулетка, лінійка, трикутник, теодоліт, мотузка, отв'іс	Крейда або вуголь	-	Механік Слюсар 3-4 р.	1,0	-
4	Встановлення машини у проектне положення		Вибірка в горизонті регулюванням по висоті опор відхилення по висотним точкам не припустиме	Рівень, нівелір або теодоліт, нівелірна рейка	Креслення схеми встановлення	Навантажувач	Механік, водій навантажувача Слюсар 3-4 р.	1,5	-
5	Підготовка машини до роботи		Машини повинні бути надійно закріплені	Комплект ключів, шприць для змащування	Масило індустріальне И-35 Прес - солідол С	-	Слюсар 4 р.	3,5	провести змащення
6	Підключити машину до електричної мережі		Перевірити наявність заземлення. Електрошафа на відстані 5 м та на висоті 1,3 м	Викрутки, прибор ТТ-3	Електрична схема машини	-	Електрик	1,5	-
7	Перевірити роботу машини на холостому ході		Відсутність заклинювань робочого органу, надмірного нагріву	Комплект ключів	Сирна маса Паспорт машини	-	Слюсар-наладчик 5 р електрик	2,0	0,5 год.
8	Пусканаладка машини		Відрегулювати температуру охолоджувальної сорочки	Комплект ключів	Паспорт машини	-	слюсар-наладчик 5 р електрик технолог	2,5	-
9	Випробування машини під навантаженням		Відповідність часу та якості перемішування	Комплект ключів	Сирна маса Бланк акту МН№24	-	Інженер-механік Технолог Слюсар-наладчик 5 р	2,5	Скласти акт

Рисунок 8.1 – Приклад карти монтажу ванни сирного виробництва

4. Організація і технологія монтажних робіт підготовчого етапу,

що включає:

- перевірку будівельної готовності приміщення, розмітки монтажних вісей і відповідність фундаменту, підставки або перекриття установочної нормалі;
- приймання машини, апарата або конструкції у монтаж, технічну підготовку цього обладнання до монтажу, укрупнювальну збірку і ін.;
- транспортування обладнання із зони зберігання, підготовки і приймання у монтаж у зону дії засобів для підйому його на проектну відмітку або переміщення до місця установки.

5. Організація і технологія монтажних робіт основного етапу:

- підйом монтажних блоків на проектну відмітку і переміщення до місця установки;
- установка, контроль положення і закріплення машини, апарата або конструкції у проектному положенні;
- остаточна збірка елементів обладнання, установка комплектуючих виробів, засобів регулювання і систем управління;
- перевірка наявності, а в разі потреби, заповнення консистентними мастилами або заливка мастила в необхідні елементи обладнання;
- під'єднання аспіраційних, водопровідних і паророзподільних систем;
- комутація машини, апарату або конструкції з транспортними засобами подачі сировини, готової продукції і допоміжних матеріалів;
- підключення обладнання до електричних, силових, контролюючих і управляючих систем.

6. Наладка, опробування і передача обладнання в експлуатацію:

- наладка обладнання і підготовка його до випробувань;
- організація і проведення випробувань обладнання на холостому ході;
- вимоги і порядок випробування обладнання під навантаженням;
- оформлення передачі змонтованого обладнання у постійну експлуатацію.

7. Вимоги системи стандартів безпеки праці при організації і виконанні технічних операцій на всіх етапах монтажних робіт:

- Дотримання вимог здійснюється згідно з НПАОП 0.00-4.20-94 “Положення про порядок проведення державної експертизи (перевірки) проектної документації на будівництво та реконструкцію виробничих об’єктів і виготовлення засобів виробництва на відповідність їх нормативним актам про охорону праці”;

- порядок проведення навчання та перевірки знань посадових осіб з питань охорони праці визначається НПАОП 0.00-4.12-05 ”Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці”;

- забезпечення безпечних умов виконання навантажувально-розвантажувальних робіт (НПАОП 63.0-7.20-84), пожежної профілактики (ДБН В.1.1-7-2002, ДСТУ Б В.1.1-2-97 і інш.), електробезпеки (НПАОП 40.1-1.32-01, ГОСТ 12.1.009-76);

- зміст, випробування і безпечна експлуатація механізмів, інвентарю і пристроїв для проведення монтажних робіт (ГОСТ 12.3.002-75; ГОСТ 24259-80; ГОСТ 24258-80 і СНіП Ш-4-80, п. 1, 2, 3, 12);

- використання інвентарних складально-розбірних огорож, оснащення робочих місць і засобів підмашування (ГОСТ 12.2.012-75; ГОСТ23407-78);

- використання знаків безпеки і сигнально-попереджувального фарбування (ГОСТ 12.4.026-76).

8. Калькуляція трудових витрат розроблена на основі єдиних норм і розцінок за всіма операціями, передбаченими технологічною картою на монтаж даного виду обладнання.

Калькуляція трудових витрат складається у табличній формі і представляє:

- опис, зміст і умови виробництва конкретних робіт при виконанні всіх операцій;

- посилання на розділи і пункти єдиних норм і розцінок, що регламентують вказані роботи;

- одиниці вимірювання і об'єми передбачених технологічною картою на монтаж і представлених у калькуляції робіт;
- норми часу на одиницю і на весь об'єм виконуваних робіт.

9. Розрахунок монтажного персоналу, включаючи склад ланок для виконання окремих етапів робіт по підготовці такелажу, монтажу і випробуванням з вказівкою робочої спеціальності, розрядів і кількості фахівців.

10. Графік трудового процесу, що представляє послідовність виконання робіт, операцій і етапів, а також підрахунок загальних трудових витрат у процесі виробництва монтажу.

Оснащення робочого місця:

Робоче креслення обладнання, для якого розробляється технологічна карта на монтаж; лист формату А3; довідкова література.

Завдання:

Розробити технологічну карту монтажу машини за індивідуальним варіантом.

ХІД РОБОТИ:

1. Вивчити призначення та види технологічних монтажних карт;
2. Визначити основні вимоги до складання технологічних карт на монтаж обладнання;
3. Скласти технологічну карту на монтаж обладнання (за індивідуальним варіантом).

Зміст звіту:

- 1) тема та мета роботи;
- 2) основні теоретичні відомості про технологічні монтажні карти;
4. технологічна карта монтажу машини (за індивідуальним варіантом).
- 3) висновки по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Які проводяться заходи з підготовки до монтажних робіт?
2. Які документи входять до структури проектно-кошторисної документації проекту виробництва монтажних робіт?
3. Які вихідні дані потрібні для складання проекту виробництва монтажних робіт?
4. Призначення технологічної карти монтажу обладнання?
5. Який структурний склад технологічних карт на монтаж обладнання?
6. Які основні правила розробки технологічних карт під монтаж обладнання?

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ:

1. Порядок, технічне забезпечення, структуру і зміст операцій по монтажу конкретного обладнання, а також умови і технологію виконання всіх робіт регламентує

- A) Технологічна карта на монтаж
- B) Операційна карта на монтаж
- C) План монтажних робіт
- D) Смета монтажних робіт

2. Назву, марку, тип, призначення і область використання машини, апарату або металоконструкції, що монтується, зазначають у розділі карти монтажу, який називається

- A) Загальна частина
- B) Технічне забезпечення монтажних робіт
- C) Матеріальні ресурси
- D) Організація і технологія монтажних робіт підготовчого етапу

3. Найменування транспортних засобів і вантажопідйомних механізмів, їх установку, розташування, зону дії вказують у розділі карти монтажу, який називається

- A) Технічне забезпечення монтажних робіт

- B) Загальна частина
 - C) Матеріальні ресурси
 - D) Організація і технологія монтажних робіт підготовчого етапу
4. Змащувальні матеріали, засоби для консервації і мастила вказують у розділі карти монтажу, який називається
- A) Матеріальні ресурси
 - B) Загальна частина
 - C) Організація і технологія монтажних робіт підготовчого етапу
 - D) Технічне забезпечення монтажних робіт
5. Перевірку будівельної готовності приміщення, розмітки монтажних вісей і відповідність фундаменту вказують у розділі карти монтажу, який називається
- A) Організація і технологія монтажних робіт підготовчого етапу
 - B) Загальна частина
 - C) Матеріальні ресурси
 - D) Технічне забезпечення монтажних робіт
6. Установка, контроль положення і закріплення машини, апарата або конструкції у проектному положенні вказують у розділі карти монтажу, який називається
- A) Організація і технологія монтажних робіт основного етапу
 - B) Організація і технологія монтажних робіт підготовчого етапу
 - C) Матеріальні ресурси
 - D) Технічне забезпечення монтажних робіт
7. Організація і проведення випробувань обладнання на холостому ході вказують у розділі карти монтажу, який називається
- A) Наладка, опробування і передача обладнання в експлуатацію
 - B) Організація і технологія монтажних робіт підготовчого етапу
 - C) Організація і технологія монтажних робіт основного етапу
 - D) Технічне забезпечення монтажних робіт

8. Послідовність виконання робіт, операцій і етапів, а також підрахунок загальних трудових витрат у процесі виробництва монтажу вказують у розділі карти монтажу, який називається

- A) Графік трудового процесу
- B) Організація і технологія монтажних робіт підготовчого етапу
- C) Організація і технологія монтажних робіт основного етапу
- D) Технічне забезпечення монтажних робіт

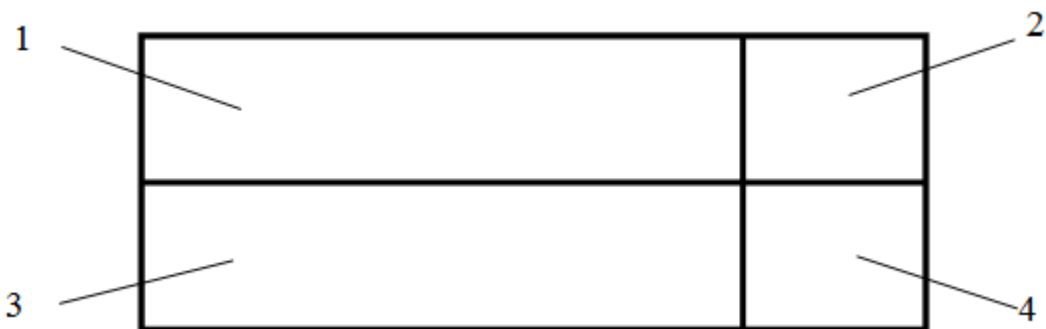
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

Тема: Розробка технологічної схеми збирання (розбирання) обладнання.

Мета: Набути практичних навичок у розробці технологічної схеми збирання (розбирання) технологічного обладнання.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Схема збирання (розбирання) - це графічне зображення процесу збирання обладнання. Деталі і складальні одиниці зображаються на схемі прямокутниками розміром 40x20 мм (рисунок 9.1).



1 - назва деталі (вузла, складальної одиниці); 2 - позиція на кресленні;
3 - позначення за каталогом (ГОСТ, ОСТ, ЗБ); 4 - кількість однакових деталей.

Рисунок 9.1 - Зображення деталі на схемі збирання

Процес збирання на схемі (рисунок 9.2) зображується суцільною товстою лінією (поз. 8,9 10), до якої приєднуються тонкими лініями в послідовності збирання прямокутники, які зображають відповідну деталь, або складальну одиницю. Схема будується зліва-направо і знизу-уверх.

Починається побудова схеми збирання з базової деталі (поз.1). Окремі деталі (поз. 2, 3, 4, 5) розташовуються над лінією збирання, а складальні одиниці, вузли (поз. 6, 7) - під лінією збирання. На схемі також вказуються точки контролю (К). Закінчується схема збирання зображенням зібраного вузла або машини (поз.11) і постановкою точок контролю.

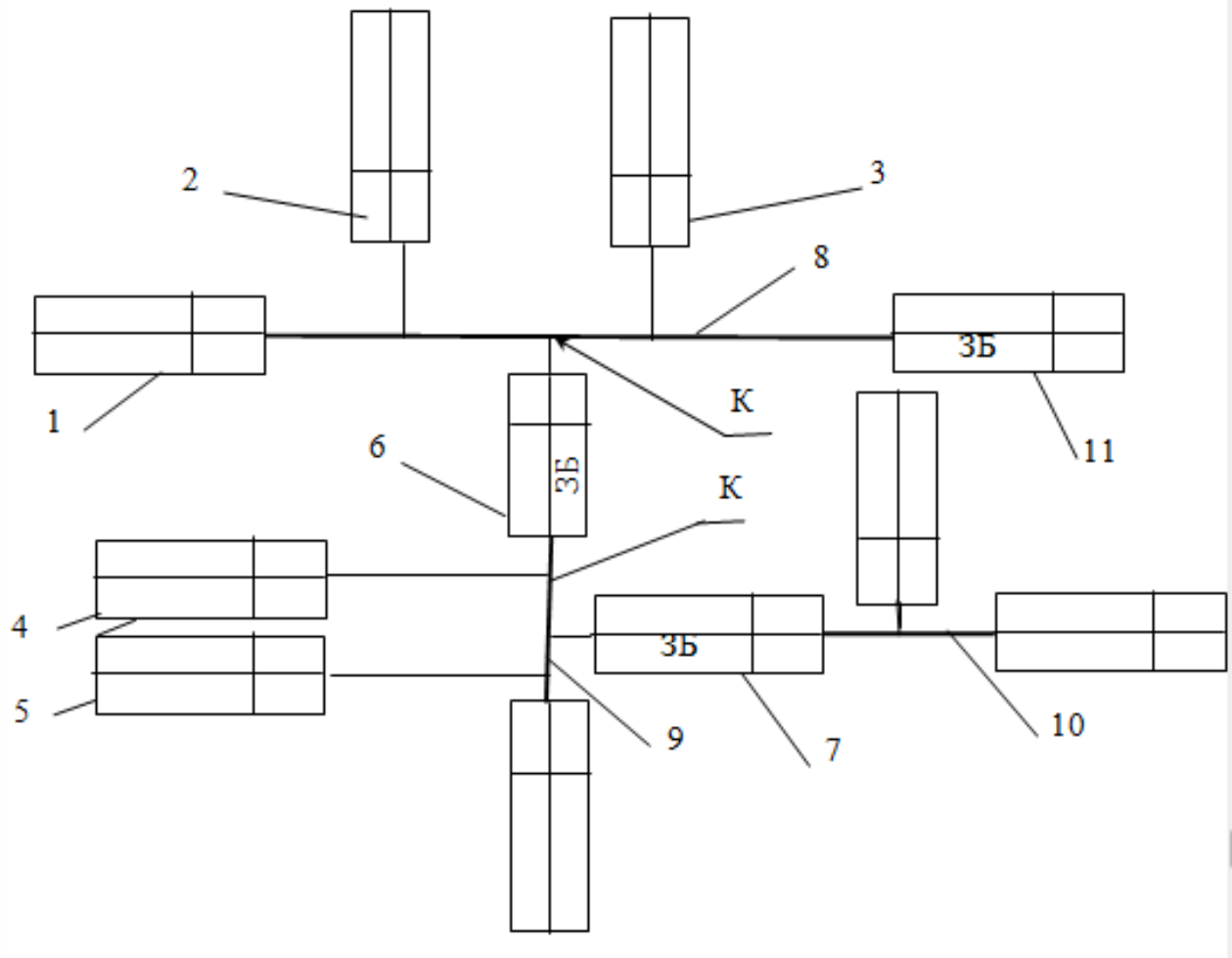


Рисунок 9.2 - Загальний вид схеми збирання

Оснащення робочого місця:

Паспорти та робоче креслення технологічного обладнання; вузли технологічного обладнання, для яких розробляється схема збирання (розбирання); креслярські інструменти; необхідна довідкова література.

Завдання:

Згідно з варіантом (таблиця 9.1) розробити технологічну схему збирання вузла обладнання.

Таблиця 9.1 - Варіанти даних для розробки монтажних схем

Варіант	Характеристика обладнання			
	Назва машини або апарата	Марка	Номер рисунка	Схема привода вузла
1	Прес-екструдер	ПЭМ-01	1	Шнек
2	Макаронний прес	МШ-35С	2	Механізм різання
3				Шнек
4				Тістозмішувач
5	Вальцевий станок	ЗМ-2	3	Вальці, що подрібнюють
6				Вальці, що живлять
7				
8	Машина для вологого лушення	А1-БШМ	4	Ротор
9	Костодробарка	КДМ-2М	5	Механізм подрібнення
10				Механізм подачі
11	Апарат для приготування та жарки пончиків	АП-3М	6	Лопатки
12				Дозатор
13				Компресор
14	Агрегат для виробництва круп	АПК-300М	7	Норії
15				Вузол для лушення
16				Решітний стан
17				Вентилятор
18	Тістомісильна машина	А2-Т2-64	8	Місильний орган
19				Механізм підйому-опускання

ХІД РОБОТИ:

1. Вивчити загальні відомості процесу розбирання та збирання вузлів технологічного обладнання;
2. Згідно варіанту та технічного паспорта і робочих креслень визначити особливості збирання (розбирання) заданого вузла технологічного обладнання;
3. Розробити технологічну схему збирання приводного механізму робочих органів обладнання (за варіантом).

Зміст звіту:

- 1) тема та мета роботи;
- 2) вихідні дані для виконання роботи;
- 3) конструкційна схема вузла обладнання;
- 4) технологічна монтажна схема збирання (розбирання) вузла обладнання;
- 5) висновки по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Що є базовою деталлю у схемі збирання?
2. Як розташовуються деталі в схемі збирання?
3. Як розташовуються вузли в схемі збирання?
4. Правила розробки і читання схеми збирання.
5. Як позначаються деталі на схемі?
6. Чим закінчується схема збирання?

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ:

1. Побудова схеми збирання починається з
 - A) Базової деталі
 - B) Найбільшої деталі
 - C) Найбільш важливої деталі
 - D) Найбільш коштовної деталі

2. У схемі збирання над лінією збирання розташовують
 - A) окремі деталі
 - B) складальні одиниці
 - C) вузли
 - D) матеріали
3. У схемі збирання під лінією збирання розташовують
 - A) складальні одиниці
 - B) окремі деталі
 - C) необхідні інструменти
 - D) матеріали
4. Схема збирання закінчується
 - A) постановкою точок контролю
 - B) позначенням позицій
 - C) зазначенням необхідних інструментів
 - D) позначенням базової деталі

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10

Тема: Розмічування траси трубопроводу.

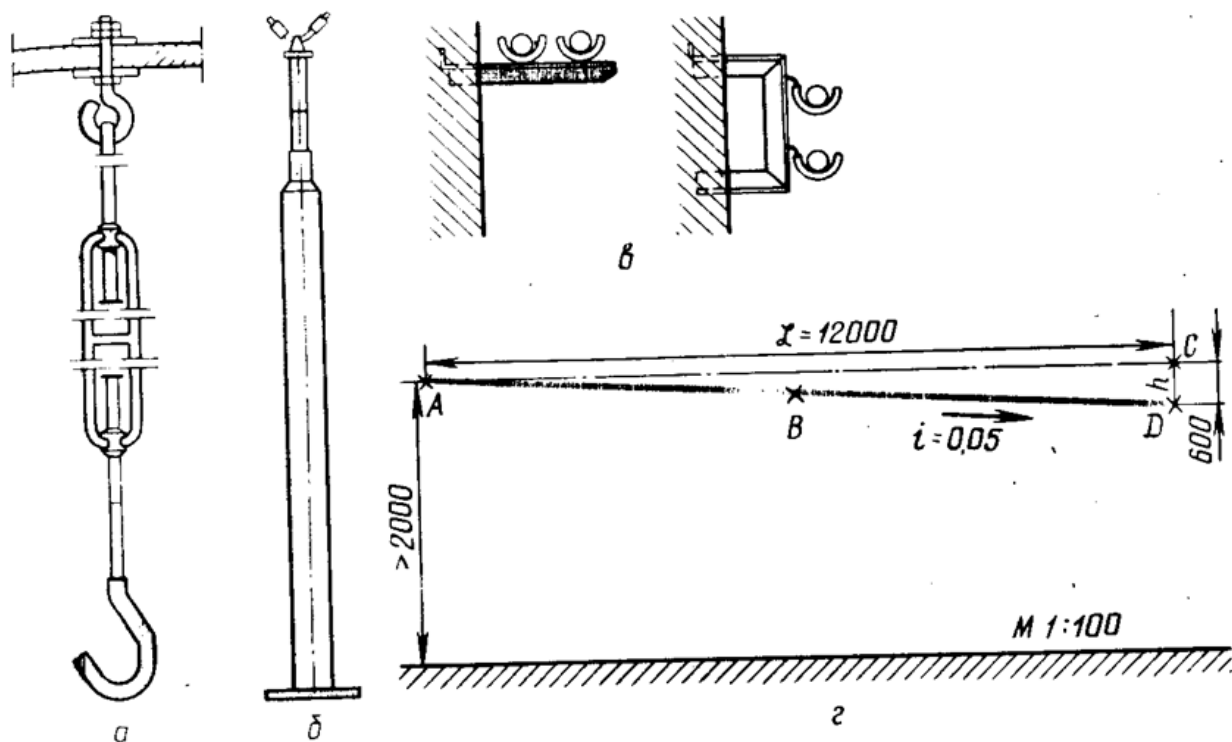
Мета: Набути практичних навичок у монтажі технологічних трубопроводів та розмічуванні точок для їх кріплення.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

До технологічних трубопроводів відносяться всі трубопроводи, за якими транспортують сировину, напівфабрикати, готовий продукт, допоміжні матеріали; відходи виробництва при агресивних стоках. Не відносяться до технологічних трубопроводів водопостачання при тиску до 1 МПа, пожежного водопостачання, опалення, каналізації неагресивних стоків і зливової каналізації. Від якості монтажу і правильної експлуатації трубопроводів багато в чому залежить надійна і безперебійна робота устаткування і підприємства в цілому. Неправильний монтаж може привести до аварій і нещасних випадків. Крім того, при нещільному з'єднанні ділянок трубопроводів неминучий витік середовища, що транспортується. Це приведе до перевитрати сировини, води, пару й ін.

До початку монтажу трубопроводів вивчають документацію: схеми, специфікації й ін. Для споруджуваних підприємств ці документи розробляє проектна організація, і вони входять до складу проектної документації; на діючому підприємстві їх складають механік і технолог.

Безпосередньо монтаж трубопроводів для молока роблять у два етапи. Спочатку розмічають місця прокладки траси трубопроводів і встановлюють засоби їхнього кріплення (підвіски, кронштейни, гільзи в місцях проходження через стіни і перекриття (рисунки 10.1, а, б, в)). Ці операції виконують одночасно з монтажем трубопроводів загального призначення. Потім на другому етапі робіт трубопроводи збирають. До початку другого етапу монтажу в приміщенні повинні бути закінчені всі опоряджувальні роботи.



a - підвіска; *б* - регульована за висотою стійка; *в* - консоль (ліворуч) і кронштейн; *г* - схема розмічування траси трубопроводу; *A*, *B*, *D* - місця кріплення опор трубопроводу; *AC* - горизонтальна лінія відліку; *AD* - контрольна вісь трубопроводу (струна).

Рисунок 10.1. - Опори трубопроводів для молока і розмічування їх траси

Розмічування траси трубопроводу й встановлення опор. Трубопроводи для молока в залежності від довжини їхніх прямих ділянок і в'язкості продукту, що транспортується, монтують з ухилом не менш 1...5%, при цьому чим густіше продукт, тим більше нахил.

Нахилом називають відношення різниці висотних оцінок двох точок *A* та *O* (рисунок 10.1, *г*) до горизонтальної відстані між ними *AC* (візирна лінія). Позначають нахил буквою *i* і виражають звичайно у відсотках, наприклад $i=5\%$, чи $i=0,05$.

Нахил вважається позитивним для лінії, що підвищується, і негативним - що знижується. Напрямок руху середовища у трубопроводі, а також нахил показують стрілкою під позначенням нахилу трубопроводу (або над ним).

Розмічування починають з нанесення вісей трубопроводів на будівельні конструкції (стіни, колони й ін.). При цьому зручно використовувати струни, що позначають вісі трубопроводів.

Між початковою точкою A та кінцевою C натягають горизонтальну струну AC . Знаючи відстань AC та нахил i , знаходять зниження CD й переносять струну в точку D , де її закріплюють. Відкладаючи відстані між опорами A, B, C й інші, намічають точки кріплення проміжних опор.

Трубопроводи кріплять до стелі на підвісках (рисунок 10.1, a), до стін і колон на кронштейнах і консолях (рисунок 10.1, $в$), а також на регульованих за висотою опорних стійках (рисунок 10.1, $б$). При цьому необхідно враховувати можливість вібрації трубопроводів при руху ними сировини, чи продукту миючих розчинів. У місцях проходження трубопроводу через стіни, перегородки і перекриття встановлюють сталеві гільзи з внутрішнім діаметром не менш 125 мм для труб діаметром 36 і 50 мм і 170 мм - для труб діаметром 75 мм. Частина трубопроводу, що буде знаходитися у гільзі, не повинна мати з'єднань.

Максимальну відстань між двома суміжними опорами трубопроводу L_{\max} (м) (довжину прольоту) визначають за величиною припустимого прогину двохопорної балки:

$$L_{\max} = \sqrt{\frac{8 \cdot [\sigma]_u \cdot W}{q}}, \quad (10.1)$$

де $[\sigma]_u$ - напруження, що припускається на вигін, МПа (для нержавіючої сталі при температурі до 100°C $[\sigma]_u = 139 \dots 146$ МПа);

W - момент опору труби, см³;

q — вага 1 м трубопроводу у робочому стані, тобто з продуктом, а при необхідності - з ізоляцією, Н;

$$q = \left(q_{mp} + \frac{\pi \cdot d_{mp}^2 \cdot \rho_{np}}{4} \right) \cdot g, \quad (10.2)$$

де q_{mp} - маса 1 м трубопроводу, кг;

d_{mp} — внутрішній діаметр труби, м;

ρ_{np} — густина продукту, кг/м³.

Момент опору труби визначають за формулою:

$$W = [0,1 \cdot (D_{mp}^4 - d_{mp}^4)] / D_{mp}, \quad (10.3)$$

де D_{mp} - зовнішній діаметри труби, см.

Виходячи з умови (10.1) розраховується необхідна кількість підставок або підвісок трубопроводу:

$$n_n = \frac{L_{mp}}{L_{max}}, \quad (10.4)$$

де L_{mp} – довжина трубопроводу, м

Кількість підставок або підвісок трубопроводу приймається рівною у сторону збільшення.

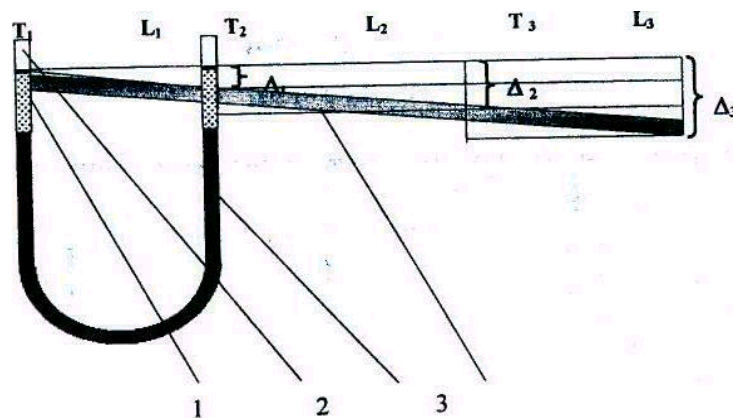
Дійсну відстань між суміжними кріпленнями визначають:

$$l = \frac{L_{mp}}{n_n}, \quad (10.5)$$

де l – дійсна відстань між суміжними підставками або підвісками труби, м.

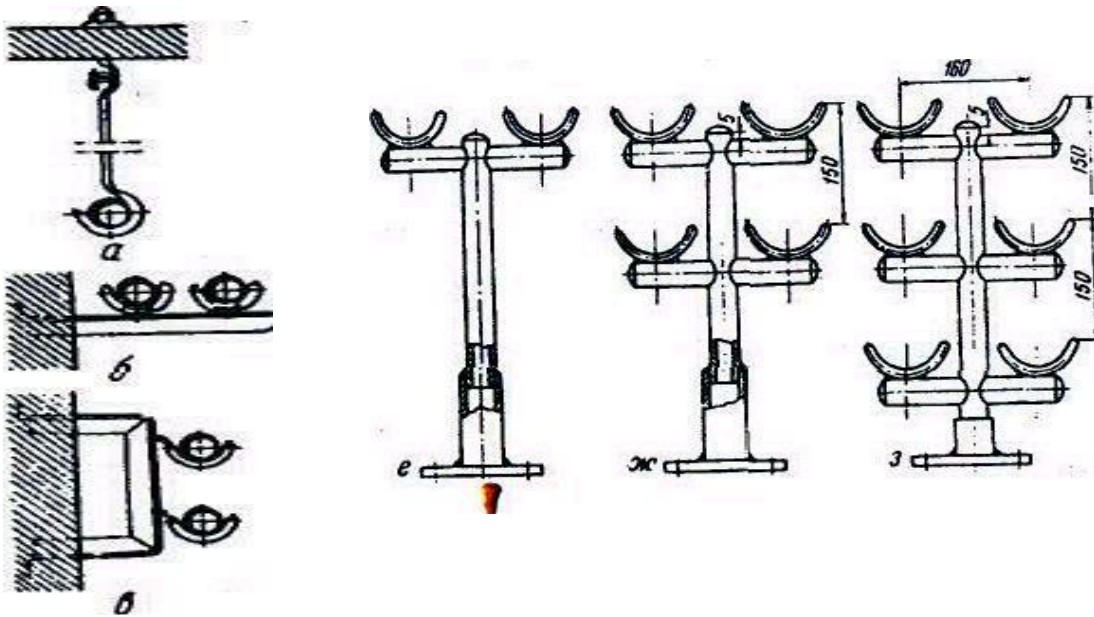
Практично довжину прольоту сталевих технологічних трубопроводів призначають у межах 4...7м. Відстань між опорами на ділянці трубопроводу приймають рівною, з урахуванням вимоги: $l \leq L_{max}$.

Розмічування траси трубопроводу виконується для визначення місць кріплення за допомогою гідростатичного рівня (рисунок 10.2) за заданими умовами (нахил), після чого виготовляються опори (рисунок 10.3).



1 - рівень рідини в трубці гідростатичного рівня; 2 - скляна трубка;
3 - гумовий шланг; 4 - ділянка трубопроводу.

Рисунок 10.2 - Схема розмічування траси трубопроводу



a - підвіска нерегульована; *б* - кронштейн для двох трубопроводів, які прокладаються поряд; *в* - кронштейн для двох трубопроводів, які прокладаються один під іншим; *г* - стійка регульована; *д* - стійка нерегульована для одного трубопроводу; *е* - стійка нерегульована для двох трубопроводів; *ж* - стійка нерегульована для чотирьох трубопроводів; *з* - стійка нерегульована для шести трубопроводів.

Рисунок 10.3 - Засоби кріплення трубопроводів

Гідростатичний рівень, як правило, розрахований на невелику відстань. Для виконання розмітки на значних відстанях необхідно розбити трасу майбутнього трубопроводу на окремі ділянки, послідовно переставляючи гідростатичний рівень.

Розмічування траси молокопроводу розраховується за формулою:

$$\Delta = l + i, \quad (10.6)$$

де Δ - величина припуску від нульової точки;

i – нахил, в частках.

Розрахунок довжини підвісок під труби

1. Значення довжини підвіски в першій точці (рисунок 10.4):

$$h_1 = H - H_0 \quad (10.7)$$

де H - висота цеху, м;

H_0 - висота кріплення трубопроводу до обладнання, м.

2. Знаходження значення припуску від першої точки

$$\Delta_1 = l \cdot i, \quad \Delta_2 = \Delta_1 + l_2 \cdot i,$$

$$\Delta_3 = \Delta_2 + l_3 \cdot i, \quad \Delta_4 = \Delta_3 + l_4 \cdot i.$$

3. Знаходження довжини підвісок:

$$h_5 = H_0 + L_{mp} \cdot i, \quad h_2 = h_5 + \Delta_3,$$

$$h_3 = h_5 + \Delta_2, \quad h_4 = h_5 + \Delta_1.$$

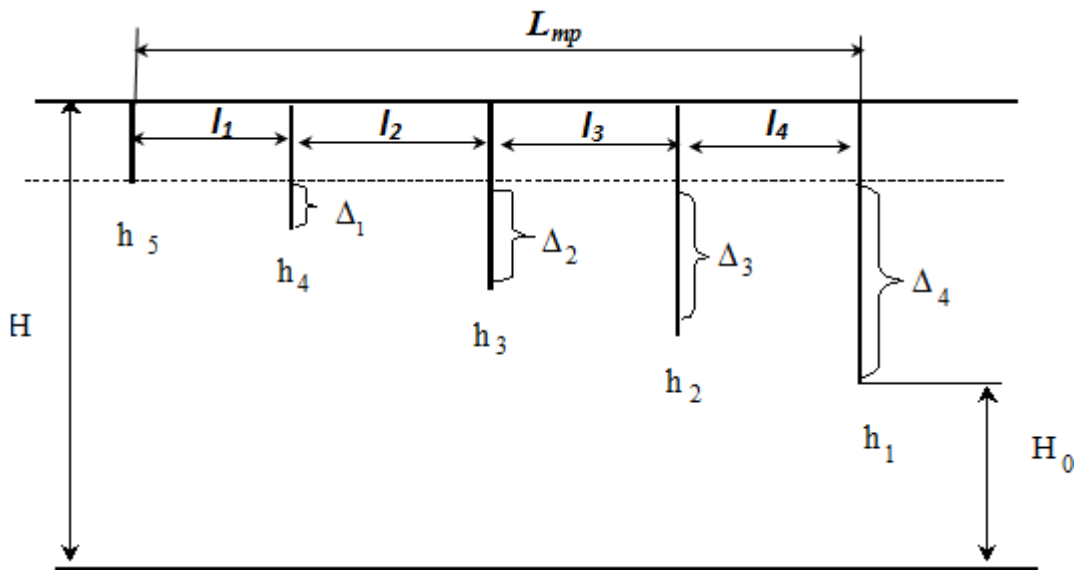


Рисунок 10.4 - Схема розрахунку підвісок для кріплення трубопроводу

Розрахунок довжини стійок під труби

1. Знаходження значення припуску від першої точки (рисунок 10.5)

$$\Delta_1 = l_4 \cdot i, \quad \Delta_2 = \Delta_1 + l_3 \cdot i,$$

$$\Delta_3 = \Delta_2 + l_2 \cdot i, \quad \Delta_4 = \Delta_3 + l_1 \cdot i.$$

2. Знаходження довжини стійок.

$$H_4 = L_{mp} \cdot i, \quad H_3 = H_4 - \Delta_1,$$

$$H_2 = H_4 - \Delta_2, \quad H_1 = H_4 - \Delta_4.$$

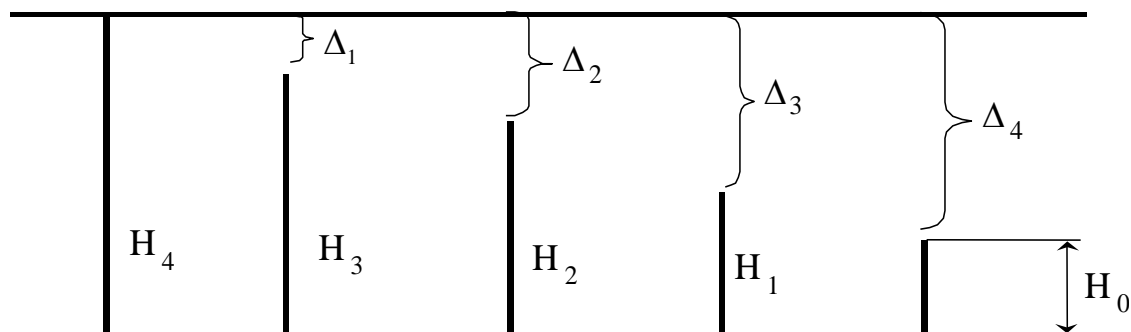


Рисунок 10.5 - Схема розрахунку стійок для кріплення трубопроводу

Оснащення робочого місця:

Рулетка, перевірна лінійка, гідростатичний рівень, крейда, висок, мікрокалькулятор, креслярські приладдя, довідкова література.

Завдання:

Згідно з варіантом (таблиця 10.1) провести розмітку траси технологічного трубопроводу за індивідуальним варіантом

Таблиця 10.1 - Вихідні дані для розрахунку траси трубопроводу

№	Вид опори трубопроводу	Довжина ділянки, $L_{тр}$ м	Висота цеху H_0 , м	Нахил, i м	Параметри труби			Густина продукту, $\rho_{пр}$, кг/м ³
					$D_{тр}$, мм	$d_{тр}$, мм	$q_{тр}$, кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	підвіска	14	1,1	1	13,2	10	1,0	1300
2	стійка	18	1,7	4	21,2	18	1,2	1500
3	підвіска	10	0,8	5	36	32	2,2	1560
4	стійка	12	0,6	2	28,2	25	1,6	1400
5	підвіска	15	1,2	3	50	45	2,8	1450
6	стійка	17	1,0	1	83	76	4,8	1250
7	підвіска	11	0,9	4	19,2	16	1,1	1150

Продовження таблиці 10.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	стійка	16	1,4	2	42	38	2,4	1200
9	підвіска	14	1,3	3	64	57	3,4	1350
10	стійка	14	1,0	5	13,2	10	1,0	1300
11	підвіска	19	1,1	4	83	76	4,8	1400
12	стійка	15	0,8	1	21,2	18	1,2	1250
13	підвіска	12	0,5	5	36	32	2,2	1050
14	стійка	10	1,6	4	50	45	2,8	1150
15	підвіска	17	0,7	2	19,2	16	1,1	1250
16	стійка	16	0,4	1	83	76	4,8	1450
17	підвіска	11	1,5	3	28,2	25	1,6	1500
18	стійка	14	1,8	2	96	89	5,2	1300
19	підвіска	18	0,9	5	13,2	10	1,0	1100
20	стійка	19	1,0	3	42	38	2,4	1050

ХІД РОБОТИ:

1. Вивчити загальні відомості про монтаж технологічних трубопроводів та послідовність застосування гідростатичного рівня;
2. Провести розрахунок траси трубопроводу;
3. Виконати розмічування розрахованої траси трубопроводу за допомогою гідростатичного рівня.

Зміст звіту:

- 1) тема та мета роботи;
- 2) загальні положення про розмічування траси трубопроводу;
- 3) вихідні дані до роботи;
- 4) розрахунки довжини стійок або підвісок і відстані між ними;
- 5) схема розмічування траси трубопроводу.

- б) схема засобів кріплення трубопроводів;
- 7) висновки по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. . Основні технічні вимоги до монтажу технологічних трубопроводів.
2. Яка документація використовується для монтажу трубопроводів?
3. Обґрунтувати, для чого необхідно дотримуватися значення нахилу продуктопроводів?
4. Для яких цілей розмічається траса трубопроводу?
5. Послідовність застосування гідростатичного рівня.

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ:

1. За якою формулою визначається максимальна відстань між двома суміжними опорами трубопроводу L_{max}

$$A) L_{max} = \sqrt{\frac{8 \cdot [\sigma]_u \cdot W}{q}}$$

$$B) L_{max} = \sqrt{\frac{8 \cdot [\sigma]_m \cdot w \cdot g}{S}}$$

$$B) L_{max} = \sqrt{\frac{SWg}{[\sigma]_m}}$$

$$Г) L_{max} = \sqrt{\frac{SW}{[\sigma]_m \cdot g}}$$

2. У місцях проходу трубопроводів через стіни, перегородки і перекриття встановлюють:

- А) сталеві гільзи
- Б) стикові з'єднання
- В) спеціальний отвір
- Г) наглухо замурують

3. До технологічних трубопроводів відносяться:

А) трубопроводи, які транспортують сировину, готовий продукт, допоміжні матеріали

Б) трубопроводи водопостачання при тиску до 1МПа

В) трубопроводи пожежного забезпечення

Г) трубопроводи опалення, каналізації

4. При розмічуванні траси трубопроводів використовується гідростатичний рівень

А) завжди

Б) при довжині трубопроводу >20 м

В) при довжині трубопроводу >40 м

Г) при довжині трубопроводу >30 м

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №11

Тема: Монтаж трубопроводів зі скляних труб.

Мета: Набути практичних навичок у монтажі трубопроводів зі скляних труб на підприємствах харчових виробництв.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Монтаж трубопроводів зі скляних труб

Для трубопроводів повинні застосовуватися труби і фасонні деталі з гладкими кінцями за ГОСТ 8894-86, труби і фасонні деталі з конічними буртами за спеціальними технічними умовами, а також труби та фасонні деталі з захисними оболонками за ТУ 21-23-105 і ТУ 21-23 -158.

При монтажі труб і фасонних деталей з гладкими кінцями слід застосовувати з'єднувальні та кріпильні деталі за ГОСТ 24184-80 - ГОСТ 24201-80, а з конічними буртами - за ГОСТ 36-30-78 - ГОСТ 36-34-78.

Трубопровідна арматура повинна відповідати вимогам ГОСТ і технічних умов, зокрема, трубопровідна арматура з скла повинна відповідати ТУ 26-07-150-81 «арматура запірна зі скла. Технічні умови ».

Вимоги до проектної документації

Перед проведенням монтажних робіт монтажна організація повинна мати необхідний комплект робочих креслень і затверджений проект виконання робіт (ППР).

Робоча документація повинна забезпечувати можливість виконання всіх операцій монтажу трубопроводів.

Робочий проект повинен відповідати вимогам глави СНиП 1.02.01-85, а також "Інструкції з проектування технологічних трубопроводів зі скляних труб" СН 437-81.

Робочі креслення трубопроводів повинні бути оформлені відповідно до ГОСТ 2.411-72 і містити дані по увазі труб і фасонних деталей (з гладкими кінцями, з конічними буртами, із захисною оболонкою і т.д.), марці скла,

діаметра труб, типу сполучних, кріпильних і кінцевих деталей і виду їх антикорозійного покриття, типу запірно-регулюючої арматури і контрольно-вимірювальних приладів, матеріалів і конструкції теплової ізоляції, а також захисних пристроїв трубопроводів.

Вимоги до труб, фасонних деталей, з'єднувальних і кріпильних деталей і трубопровідної арматури.

Скляні труби і фасонні деталі, що поступають на монтаж, підлягають візуальному огляду та контролю. Зовнішній діаметр і товщину стінки труб і фасонних деталей з гладкими кінцями перевіряють за допомогою калібру або штангенциркуля. Розміри діаметрів, товщини стінки, а також допустимі відхилення повинні відповідати значенням, зазначеним у додатку; відхилення від розмірів контролюються тільки на прямих ділянках фасонних деталей. Скляні труби і фасонні деталі з захисними оболонками слід контролювати за зовнішнім виглядом і геометричними розмірами на відповідність вимогам, наведеним у ТУ 21-23-105 та ТУ 21-23-158. З'єднувальні, кріпильні та прокладні деталі, що поступають на монтаж, підлягають візуальному огляду та контролю, при цьому вони повинні відповідати вимогам, зазначеним у додатку.

Трубопровідна арматура, яка надходить на монтаж, підлягає візуальному огляду та контролю. При прийманні трубопровідної арматури необхідно перевіряти: наявність документів, що засвідчують проведення випробування арматури; відповідність маркування і розпізнавального забарвлення арматури вказівкам у паспорті; наявність заглушок на прохідних отворах.

Трубопровідна арматура без паспорта підприємства-виготовлювача, некомплектна або несправна, а також із закінченим гарантійним терміном може бути прийнята в монтаж після відповідного її виправлення, доукомплектування, проведення ревізії та випробування із складанням відповідного документа.

Транспортування, складування і зберігання

Труби слід транспортувати до місця монтажу у спеціальних контейнерах. Дозволяється перевезення труб з гладкими кінцями без контейнера, при цьому труби повинні лежати у напрямку руху транспорту. Труби з гладкими кінцями

при транспортуванні без упаковки повинні бути укладені в штабель заввишки не більше 1,5 м і розшиті дошками. Між штабелями труб і стінками вагона або автомашини повинен бути прокладений ущільнюючий матеріал. Скляні труби з буртами, фасонні деталі трубопроводу, з'єднувальні та кріпильні деталі і арматура повинні транспортуватися у ящиках або контейнерах, що виключають можливість пошкодження деталей та захисних покриттів, попадання всередину пилу і вологи. У ящики з фасонними деталями слід упаковувати вироби тільки одного виду й типорозміру. Вантажно-розвантажувальні роботи при транспортуванні і складуванні труб, фасонних деталей, сполучних і кріпильних деталей і арматури в контейнерах і ящиках, як правило, слід виконувати механізованим способом. Вантаження незапакованих труб повинно проводитися вручну.

Труби і фасонні деталі повинні зберігатися під навісом. При зберіганні труб в упакованому вигляді їх слід укладати горизонтально в штабелі заввишки не більше 1,5 м на рівній підставі. Між штабелями повинні бути проходи шириною не менше 1 м. У кожен штабель укладають труби тільки одного діаметра.

Допускається зберігання труб і фасонних деталей на відкритому повітрі, при цьому вони повинні бути захищені від атмосферних опадів.

Підготовка до виробництва монтажних робіт

До початку монтажних робіт слід:

- підібрати робочі креслення, специфікації і ППР і ознайомитися з ними;
- перевірити готовність об'єкта під монтаж трубопроводів з урахуванням того, що він має виконуватися, як правило, після всіх будівельних робіт, включаючи оздоблювальні, робіт з випробування устаткування, монтажу металевих і пластмасових трубопроводів і металоконструкцій, і прийняти його за актом;
- перевіряти відповідність кресленням типів, розмірів і розташування штуцерів обладнання, закладних деталей для кріплення трубопроводів і отворів у стінах та перекриттях для проходу трубопроводів;

- перевірити наявність труб, фасонних деталей, сполучних і кріпильних деталей трубопроводної арматури та інших необхідних матеріалів відповідно до замовної специфікації, а також сертифікатів, паспортів і актів випробувань; при необхідності скласти відомість відсутніх матеріалів;
- Підготувати робочі місця, майданчики для збирання та складування секцій та вузлів трубопроводів, інструмент за переліком, деталі кріплення трубопроводів, підмостки та інші пристосування для роботи на висоті, скласти графік монтажу трубопроводів з розподілом робіт за виконавцями.

Для монтажу трубопроводів повинні бути використані інвентарні пристрої та підмостки. Для транспортування на монтажний майданчик труб і деталей трубопроводу можуть бути використані будь-які транспортні засоби. Переміщення вузлів, секцій та деталей трубопроводу на монтажному майданчику, як правило, здійснюється вручну.

Очищення, розмітка і різка труб

Труби і фасонні деталі повинні бути очищені гарячою водою від забруднень, залишків обгортки. Деталі трубопроводів слід очищати від забруднень протиранням без пошкодження захисних покриттів. Перед різкою розмітку труб з гладкими кінцями необхідно виконувати з урахуванням максимального використання матеріалів. При розмітці слід використовувати сталеву лінійку і маркувальний олівець для скла. Для механічного різання наносять одну мітку на поверхню труби, для електричного - дві діаметрально протилежні мітки.

Різання скляних труб і фасонних деталей повинно виконуватись на спеціальних верстатах або за допомогою ніхромового дроту діаметром 0,8-1,2мм, що нагрівається електричним струмом від освітлювальної мережі через понижуючий трансформатор 220/127/36 В (рисунок 11.1).



Рисунок 11.1 - Установка для електричного різання скляних труб

Електричне різання необхідно проводити в наступному порядку:

- затиснути поверхню труби в нагрівальному елементі в місці різання ніхромовим дротом одним витком так, щоб його обидва кінці в місці сходження з труби були віддалені один від одного не більше ніж на 1 мм, але не стикалися один з одним;
- підключити понижуючий трансформатор і нагрівати місце різання протягом 1-2 хв. залежно від діаметра і товщини стінки скляної труби;
- відключити від мережі, дістати трубу і негайно охолодити нагріте місце змоченою у воді губкою.

Після електричного різання торці скляних труб повинні бути зашліфовані (рисунок 11.2). Гострі кромки на торцях після шліфування не допускаються.

У монтажних умовах для різання скляних труб застосовують труборіз (рисунок 11.3, 11.4). Трубу 5 укладають на підтримуючі кульки 6, установлені в скобі 3. У верхній частині скоби є гвинт 1 з гайкою 2; в кінці гвинта закріплений алмазний склоріз 4. При різанні склоріз гвинтом підводять до

поверхні труби і, обертаючи трубу, наносять кільцеву риску. Потім трубу переламують.

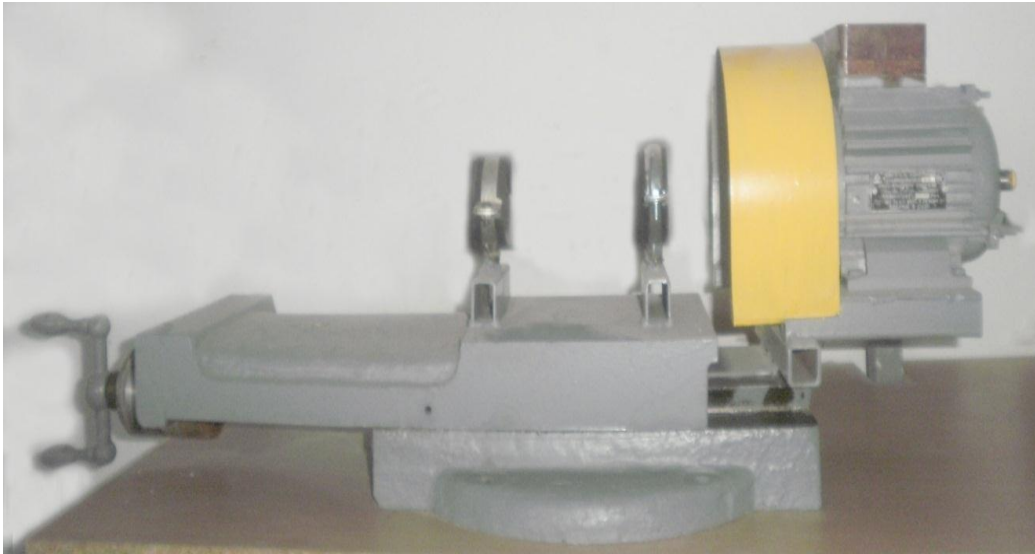
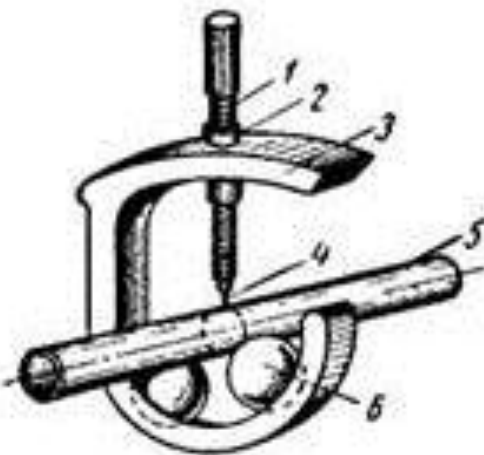


Рисунок 11.2 - Установка для шліфування скляних труб



Рисунок 11.3 - Установка для різання скляних труб



1 - гвинт, 2 - гайка, 3 - скоба, 4 - алмазний склоріз, 5 - труба, 6 - підтримуюча кулька.

Рисунок 11.4 - Труборіз для скляних труб

Оснащення робочого місця:

Установка для електричного різання скляних труб; установка для шліфування кінців скляних труб; труборіз для скляних труб; маркувальний олівець, сталева лінійка, крейда; рекомендована література.

Завдання:

вивчити загальні відомості при монтажі скляних трубопроводів; виконати різання та шліфування кінців фрагментів скляних труб на лабораторному обладнанні.

ХІД РОБОТИ:

1. Опрацювати відомості про принципи, методи та прилади для монтажу скляних трубопроводів;
2. Ознайомитися з оснащенням робочого місця;
3. Виконати різання та шліфування кінців фрагментів скляних труб на лабораторному обладнанні.

Зміст звіту:

- 1) назва та мета роботи;
- 2) загальні положення монтажу скляних трубопроводів;
- 3) схеми лабораторного обладнання та опис практичного виконання при різанні та шліфуванні скляних труб;
- 4) висновки по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Основні технічні вимоги до монтажу скляних трубопроводів.
2. Яка документація використовується для монтажу трубопроводів?
3. Яким чином виконується електричне різання скляних труб?
4. Яким чином виконується шліфування кінців скляних труб?
5. Послідовність виконання різання скляних труб труборізом.

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ:

1. Скляні трубопроводи використовують для
 - А) транспортування рідких продуктів і напівфабрикатів
 - Б) легко займистих речовин
 - В) сипучих матеріалів
 - Г) продуктів переробки зерна
2. При транспортуванні скляні труби вкладають у штабелі висотою
 - А) не більше 1,5м
 - Б) не більше 2см
 - В) не більше 2,5м
 - Г) не більше 2м
3. Скляні труби, що проходять через стінки або перекриття:
 - А) укладають у гільзи
 - Б) стикують з нержавіючими трубами
 - В) стикують зі сталевими трубами

Г) наглухо закладають

4. Стальні труби і фасовані частини трубопроводу з'єднують:

А) на фланцях і муфтах

Б) склеюванням

В) чеканкою

Г) зварювання

5. При різанні скляних труб використовують ніхромову проволочку діаметром

А) 0,8...1,2мм

Б) 0,4...0,7мм

В) 1,3...1,5мм

Г) більше 1,5мм

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12

Тема: Монтаж трубопроводів з поліпропіленових труб.

Мета: Набути практичних навичок зі зварювання, монтажу та випробування поліпропіленових труб на підприємствах харчових виробництв.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

До нероз'ємних з'єднань (тобто таких, які можуть бути розібрані тільки шляхом руйнування деталей) відноситься і метод з'єднання зварюванням. У результаті утворюється монолітне зварне з'єднання, яке забезпечується виникненням сил взаємодії між макромолекулами зварюваних деталей на їх поверхні (сил Ван-дер-Ваальса) і взаємного переміщення цих молекул з однієї деталі в іншу (наприклад, за рахунок дифузії).

Дифузійне зварювання здійснюється шляхом нагрівання двох деталей з наступним їх з'єднанням, внаслідок чого відбувається взаємне проникнення матеріалів розплавлених деталей.

Для зварювання труб діаметром до 63 мм переважним типом з'єднання є розтрубне або муфтове зварювання. При цьому з'єднання двох труб відбувається за допомогою третьої деталі — муфти, а створення різьбових і інших стикувальних вузлів відбувається за допомогою фітингу, що має розтруб.

Для зварювання труб діаметром вище 63 мм рекомендується стикове зварювання, якщо це не вимагає додаткових деталей. За наявності фітингу відповідного діаметра допускається муфтове зварювання.

При зварюванні труб діаметрами до 40 мм можна використовувати ручний зварювальний апарат, при зварюванні труб з діаметрами більше 40 мм рекомендується застосовувати апарати з центруючим пристосуванням. При використанні центруючих пристосувань слід керуватися інструкціями з їх експлуатації.

Для з'єднання поліпропіленових деталей трубопроводів використовують зварювальні апарати із спеціальними насадками (рисунок 12.1). Нагрівальні

елементи (насадки) є гільзою для оплавлення зовнішньої поверхні кінця труби і дорном для оплавлення внутрішньої поверхні розтруба сполучної деталі. Стандартні насадки покриті антипригарним матеріалом - тефлоном, і мають діаметри від 16 до 40 мм. У процесі роботи необхідно стежити за чистотою і цілісністю тефлонового покриття. Після кожного епізоду зварювання, поки вони ще гарячі, насадки очищаються брезентовими ганчірками або дерев'яними шкребками. У холодному стані очищення насадок від налиплого шару пластмаси недопустиме.



Рисунок 12.1 – Апарат для зварювання поліпропіленових і поліетиленових труб

Зварювальний апарат встановлюють на рівній поверхні і закріплюють на ньому за допомогою спеціальних ключів змінні насадки необхідного розміру. Бажано встановити увесь необхідний набір насадок на посадочні місця апарату до нагріву апарату. З точки зору рівномірності нагріву місце розташування насадки на нагрівачі не має значення. Тому насадки ставлять так, як зручно для монтажу. Ближче до кінця ставлять насадки, необхідні для роботи «на стіні», тобто на монтуємій гілці трубопроводу. Якість з'єднань безпосередньо залежить від зручності виконання технологічних прийомів, тому усі фрагменти трубопроводу, які можна монтувати на стаціонарно встановленому апараті (на підставці), краще збирати окремо. Зварювання «на стіні», особливо в незручних місцях, бажано робити з помічником.

Зварюванню підлягають труби, виготовлені з однієї марки матеріалу. Кінці труб при розтрубному зварюванні повинні мати зовнішню фаску під кутом 45° , на $1/3$ товщини стінки труби.

Деталі перед зварюванням необхідно очистити і знежирити ізопропіловим, ізобутиловим або етиловим спиртом, і так само відмити на трубі зварювану зону. Ножицями або труборізом обрізати трубу за розміром.

На апараті встановлюють температуру зварювання для поліпропіленових труб - 260°C (для поліетиленових - 220°C). Залежно від температури довкілля нагрів триває 10 - 15 хвилин. Робоча температура на поверхні нагрівальних пластин досягається автоматично. Зварювання поліпропіленових труб і фітингу забороняється робити при температурі нижче 0°C . Температура повітря при зварюванні має дуже велике значення. Так, час зварювання необхідно збільшувати при низькій температурі повітря і зменшувати в умовах жару.

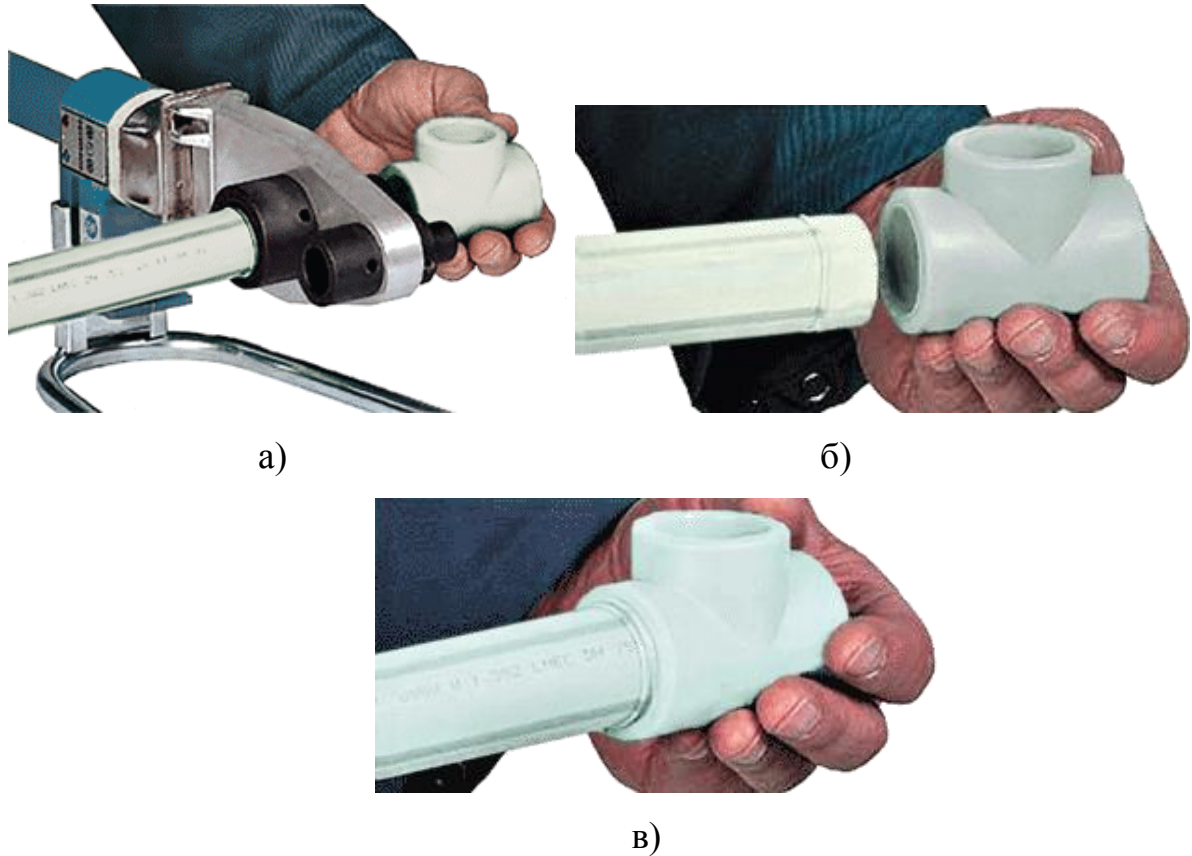
Загальне правило розтрубного зварювання: внутрішній діаметр нерозігрітого фітингу має бути трохи менше зовнішнього діаметра труби.

Перше зварювання рекомендується робити через 5 хвилин після нагріву зварювального апарату. Після кожного використання зварювальний апарат треба очистити від залишку пластмаси.

Розтрубне зварювання пластмасових деталей одну з одною робиться таким чином (рисунок 12.2).

Зварювальний апарат має бути постійно включений впродовж усього процесу зварювання. Нагрів починається одночасно для двох деталей. При недогріванні виникає можливість того, що деталі не досягнуть температури в'язкої пластичності. При цьому з'єднання буде ненадійним і дифузія матеріалу може не статися. При перегріванні виникає можливість втрати стійкості форми, адгезія (клейкість) матеріалу буде надмірна. Трубу неможливо буде ввести у фітинг, а при збільшенні зусилля краї труби підігнуться всередину або м'ятимуться. З'єднання буде із звуженням.

Налипання матеріалу на фітингу говорить або про погану якість тефлонового покриття насадок зварювального апарату, або про перегрівання пластмаси при зварюванні.



а) помістити деталі, що сполучаються, на нагрівальні елементи; б) після нагрівання з'єднати деталі; в) витримати час охолодження.

Рисунок 12.2 – Етапи розтрубного зварювання

Витримати час нагріву, після чого зняти деталі з апарату і з'єднати їх одну з одною, не повертаючи деталі за вісі. Зварювальний фітинг необхідно сполучати з трубою швидким упевненим рухом, дотримуючи співвісність труби і муфти. З'єднання труби і фітингу повинне відбуватися на ту глибину, яка визначена міткою усередині розтруба фітингу (таблиця 12.1).

Після зварювання необхідно витримати час охолодження, особливо для труб з тонкими стінками. Поворот і вигинання (деформації) під час охолодження недопустимі. З'єднання з невитриманою співвісністю або кутом

взаємного розташування фітингу підлягає тільки одному способу виправлення — неправильно сполучений фітинг вирізується. Потрібно бути особливо уважним при зварюванні елементів, для яких важливе позиційне положення — куточки, трійники, кульові крани. Останні потрібно вварити так, щоб ручка могла вільно переміщатися в усі положення.

Таблиця 12.1 – Технічні параметри зварювання поліпропіленових труб

Діаметр труби, мм	Відстань від кінця труби до мітки (глибина зварювання), мм	Час нагріву, с.	Час охолодження, хв.
20	14–17	6	2
25	15–19	7	2
32	16–22	8	4
40	18–24	12	4
50	20–27	18	4
63	24–30	24	6
75	26–32	30	6
90	29–35	40	8

Зовнішній вигляд зварних з'єднань повинен задовольняти наступним вимогам: порушення співвісності труб більш ніж на товщину їх стінки не допускається; зовнішня поверхня сполучної деталі, звареної з трубою, не повинна мати тріщин, складок або інших дефектів, викликаних перегріванням; у кромки розтруба сполучної деталі, звареної з трубою, має бути видний суцільний за всім колом валик оплавленого матеріалу, виступаючий за торцеву поверхню сполучної деталі.

При монтажі пластикових деталей необхідно дотримувати наступні вимоги:

1. При монтажі можна використовувати лише ті деталі, які не були пошкоджені або забруднені під час транспортування або зберігання (рисунок 12.3).

2. Мінімальна температура при монтажі поліпропіленових труб $+5^{\circ}\text{C}$. При нижчих температурах важко забезпечити умови для якісного з'єднання.



Рисунок 12.3 – Зварена муфтою деталь і згин труби

3. Мінімальна температура для згинання поліпропіленових труб без нагріву $+15^{\circ}\text{C}$ (монтаж теплої підлоги). Мінімальний радіус вигину труб діаметром 16-32 мм рівний 8-ми діаметрам труби, що згинається. Деталі поліпропіленових систем необхідно берегти від відкритого вогню.

Перетин трубопроводів здійснюється за допомогою спеціальної деталі – перехрещення (рисунок 12.4).



Рисунок 12.4 – Перехрещення пластикового трубопроводу

З'єднання поліпропіленових деталей робиться за допомогою поліфузійного зварювання, зварювання з використанням електрофітингу і стикового зварювання. При зварюванні виникає гомогенний шов високої якості. При з'єднанні необхідно дотримувати точну процедуру і використовувати відповідні інструменти. Деталі системи Ekorplastik Prg не рекомендується зварювати з деталями інших виробників.

Для різьбових з'єднань необхідно використовувати наявний фітинг з різьбленням. Нарізувати різьблення на поліпропіленових деталях

забороняється. Для ущільнення різьбових з'єднань застосовується тефлонова стрічка або спеціальні ущільнюючі матеріали (рисунок 12.5).

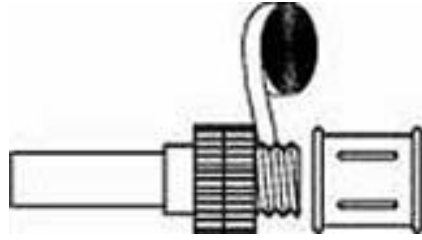


Рисунок 12.5 – Ущільнення різьбового з'єднання

Металевий трубопровід з комбінованим фітінгом не можна сполучати зварюванням або пайкою поблизу фітінгу щоб уникнути перенесення тепла на фітінг (рисунок 12.6).

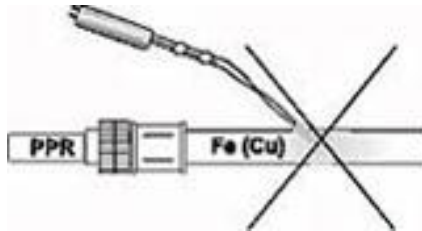


Рисунок 12.6 – Пайка поблизу фітінгу

Для перекриття настінних колін і інших деталей, призначених для приєднання до системи водорозбірної арматури, на час гідравлічних випробувань тиском або обробних робіт рекомендується користуватися пластиковими пробками з різьбленням (рисунок 12.7).

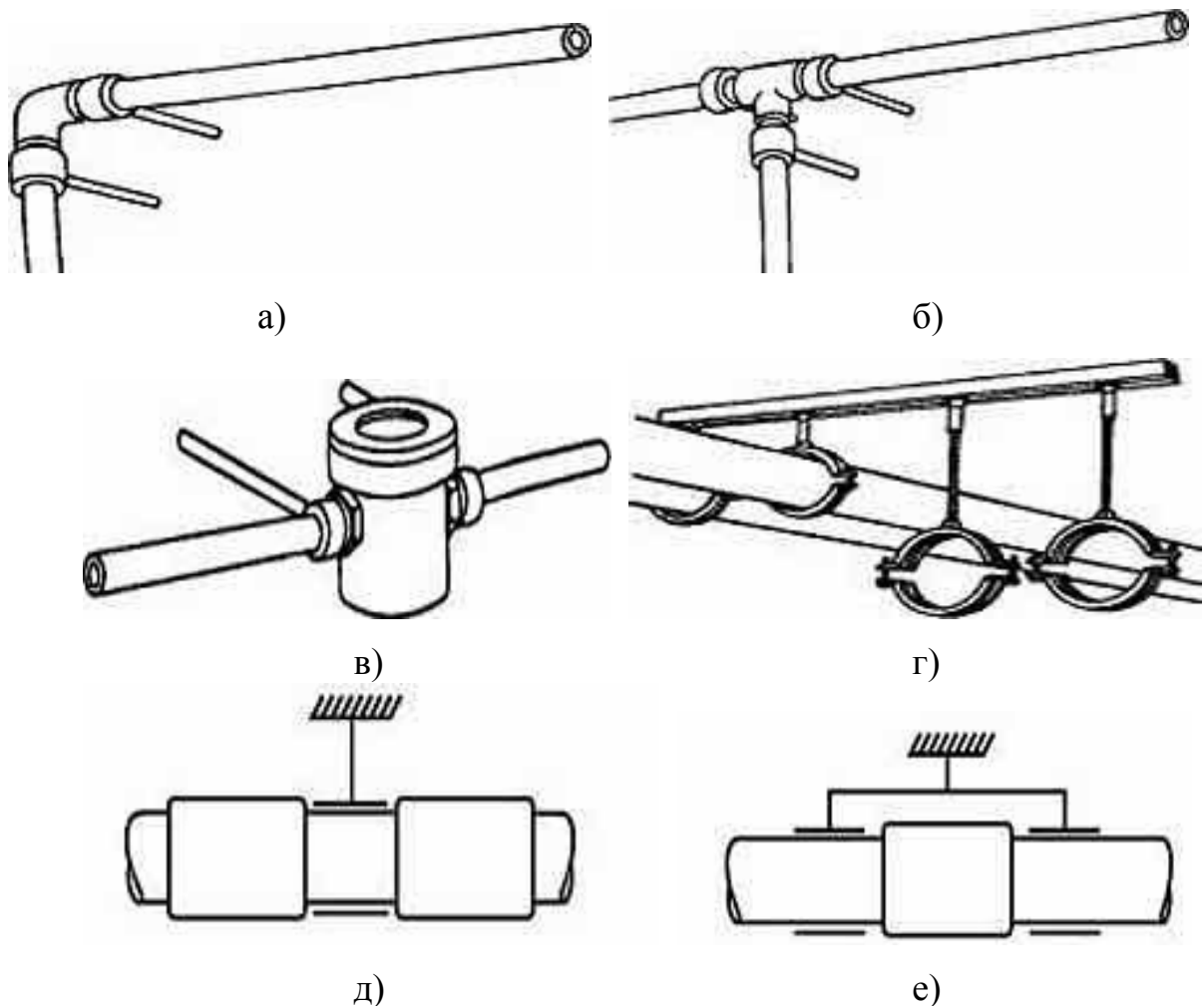


Рисунок 12.7 – Використання пластикових пробок

При монтажі трубопроводної траси необхідно брати до уваги властивості поліпропілену і, в першу чергу, лінійне температурне розширення, необхідність компенсації, умови експлуатації (комбінація тиску і температури) і спосіб з'єднання. Кріплення труб робиться з використанням нерухомих і рухливих кріплень (опор) з урахуванням передбачуваної лінійної зміни довжини трубопроводу.

Способи кріплення трубопроводу. Для кріплення трубопроводу використовують два типи опор.

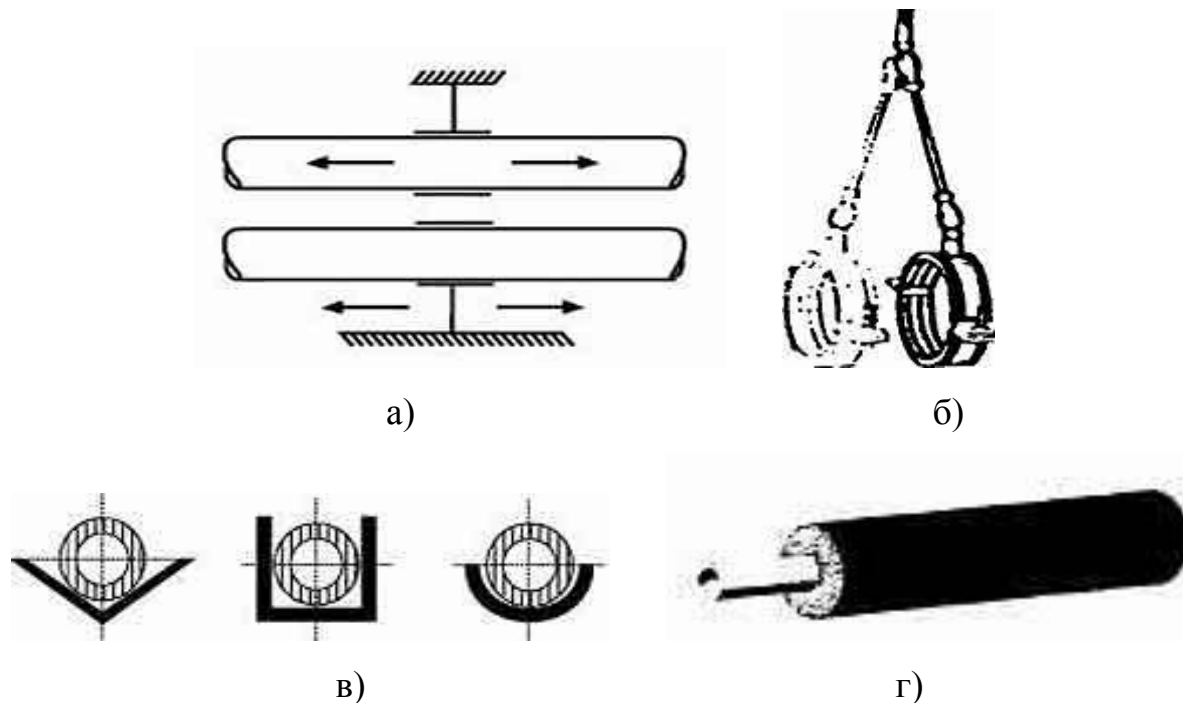
Нерухома опора. При цьому способі кріплення трубопровід не має можливості компенсації, тобто в місці опори немає можливості руху (ковзання) за віссю трубопроводу (рисунки 12.8).



а) на вигині трубопроводу; б) у місці відгалуження; в) у місці установки арматури на трубопроводі; г) за допомогою муфт; д) скобою між фітингом; е) кріпленням у фітингу.

Рисунок 12.8 – Спосіб кріплення трубопроводу з нерухомою опорою

Рухлива опора. При цьому способі кріплення трубопровід не може відхилитися від вісі траси, але у нього залишається можливість компенсаційного руху (розтягування, стискування). Кріплення за допомогою рухливих опор може здійснюватися таким чином (рисунок 12.9).



а) вільною опорою; б) хомутом на підвісці; в) на вигині трубопроводу; г) укладанням трубопроводу в ізоляцію.

Рисунок 12.9 – Спосіб кріплення трубопроводу з рухливою опорою

Трубопровід монтується з мінімальним ухилом 0,5 % у напрямку до найнижчих місць, де є можливість його спорожнення за допомогою дренажних (зливних) кранів або спеціальних клапанів з водовідливом (водовідведенням). Трубопровід необхідно розділити на ділянки, які можна перекрити у разі потреби.

Для перекривання використовуються прохідні вентиля або кульові крани (звичайні або під штукатурку). Перш ніж приступити до монтажу вентилів і кранів рекомендується перевірити їх працездатність. У місцях установки водорозбірної арматури, розводящий трубопровід можна закінчити за допомогою настінних косинців або універсального настінного комплексу, який можна відрегулювати на 100 або 150 мм за вісями залежно від типу змішувача.

При установці водорозбірної арматури необхідно уникати крутильної напруги настінних колін. Настінні коліна бажано кріпити на жорстку пластину - утримувач стінного комплекту, що забезпечує нерухоме положення, точно виставлених за вісями змішувача колін у момент обробних робіт, для цього в утримувачах є отвори для монтажу настінних колін, що відповідають кроку водорозбірної арматури.

Монтаж розвідного трубопроводу. Розвідний трубопровід монтується з труб діаметром 16-20 мм. Трубопровід зазвичай укладається у канал або штробу. Жолоб для монтажу ізолюваного трубопроводу має бути вільним і забезпечувати компенсацію розширення трубопроводу. Ізоляція трубопроводу потрібна для вільної компенсації і для захисту трубопроводу від механічних ушкоджень (рисунок 12.10).

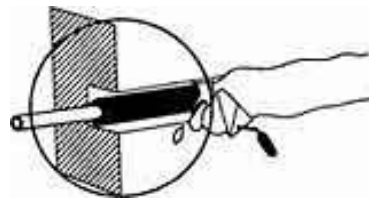


Рисунок 12.10 – Ізоляція трубопроводу

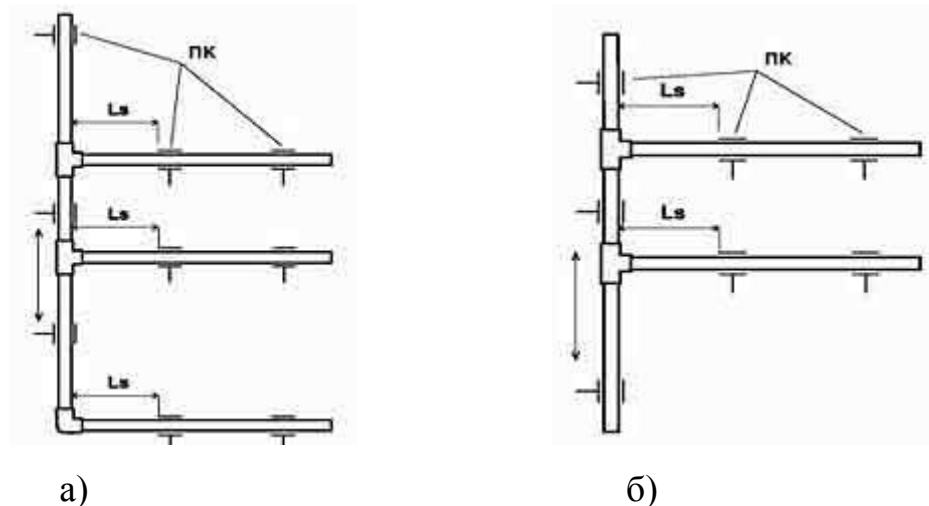
Рекомендується ізоляція зі спіненого поліетилену або з пінополіуретану. Перед закладенням трубопроводу необхідно ґрунтовно зміцнити в жолобі (скоби, пластикові або металеві затиски, гіпсування тощо).

При прокладенні трубопроводу в монтажних шахтах необхідно забезпечити кріплення трубопроводу за допомогою системи утримувачів, хомутів і опор. Трубопровід необхідно прокладати ізолювано так, щоб дати можливість для компенсації. При прокладенні трубопроводу в стелевих або стельових конструкціях на трубопровід одягаються гнучкі захисні труби (з поліетилену), що забезпечують захист трубопроводу, в той же час повітряний простір між трубопроводом і захисною трубою створює термічну ізоляцію.

Вільно прокладений пластиковий трубопровід використовується в окремих випадках для коротких відстаней і в приміщеннях, до яких

пред'являються менші вимоги (пральні, технічні приміщення і так далі). Треба проявляти особливу акуратність при розміщенні опор, компенсаторів на окремих ділянках трубопроводу і якісної ізоляції (якщо трубопровід холодної води прокласти вільно по стіні опалювального приміщення, виникає велика небезпека конденсації вологи на стінці трубопроводу). Трубопровід можна прокладати відкрито по стіні тільки в тих приміщеннях, де немає небезпеки механічного ушкодження труб під час експлуатації.

Монтаж стояків. При монтажі стояків необхідно звертати особливу увагу на розміщення нерухомих опор, а також на створення адекватного способу компенсації. Компенсація стояків забезпечується двома способами (рисунок 12.11).

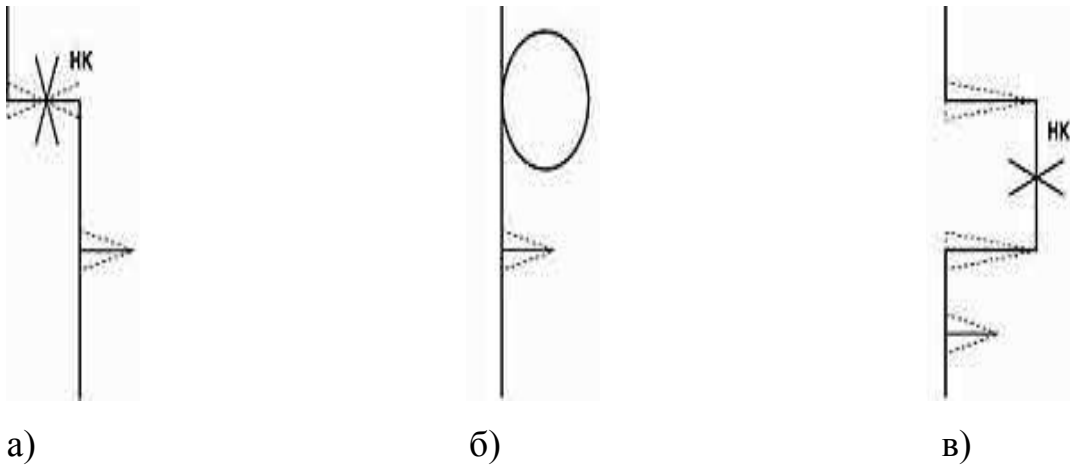


а) біля основи стояка рухливими опорами; б) на вершині стояка рухливими опорами.

Рисунок 12.11 – Методи компенсації стояків

Якщо виникає необхідність розділити стояк на декілька компенсаційних ділянок, то це робиться за допомогою установки нерухомих опор. На стояку нерухома опора встановлюється під і над трійником у відгалуження або у муфти в місці з'єднання труб, що одночасно запобігає осіданню стояка.

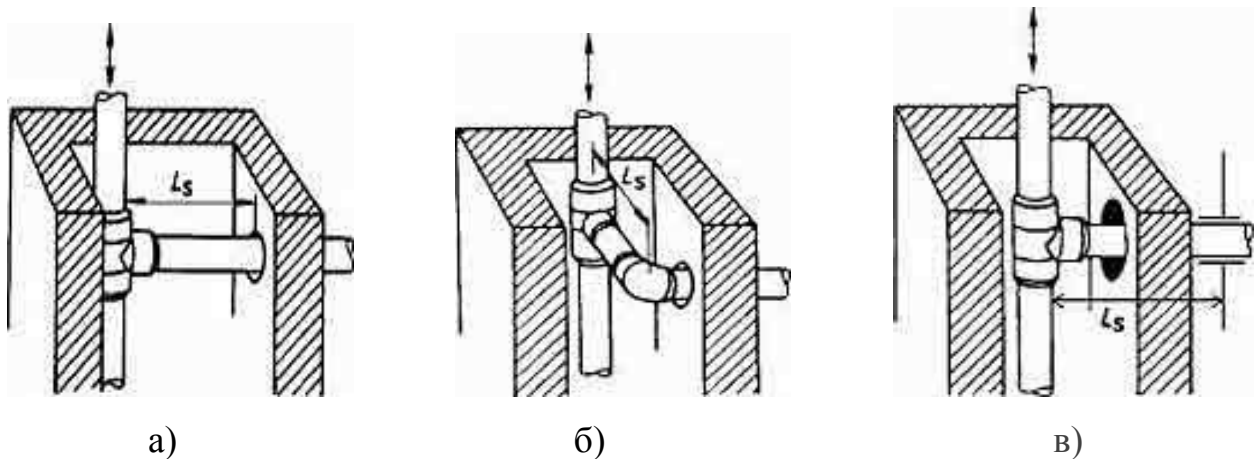
Між нерухомими опорами необхідно забезпечити компенсацію трубопроводу (рисунок 12.12).



а) зміною траси трубопроводу; б) петельним компенсатором;
в) U - компенсатором.

Рисунок 12.12 – Методи компенсації трубопроводів

При відгалуженні розводящого трубопроводу необхідно врахувати компенсацію стояка (рисунок 12.13).



а) додатковою відстанню між стояком і отвором у стіні; б) можливістю руху розводящого трубопроводу у місці отвору у стіні; в) створенням компенсаційної довжини для компенсації стояка за перпендикуляром.

Рисунок 12.13 – Методи компенсації стояка

Охорона праці при виконанні роботи

1 Перед початком роботи необхідно ознайомитись з вказівками безпеки з паспорта виробника апарата і інструкцією з охорони праці зварювальника.

2 При роботі зі зварювальним апаратом необхідно дотримуватись правил техніки безпеки при роботі з ручним електричним інструментом.

3 Здійснювати налагодження зварювального апарата необхідно тільки з дозволу та у присутності викладача або лаборанта.

4 Перед початком виконання практичної частини студент зобов'язаний пройти інструктаж з техніки безпеки і, після вивчення відповідної інструкції щодо вимог техніки безпеки, розписатися у журналі.

5 При проведенні зварювальних робіт забороняється торкатися гарячих частин труб і фітингів, наконечників зварювального апарату.

6 Студенти, які не засвоїли правил техніки безпеки або не дотримуються вимог правил, до занять не допускаються.

Оснащення робочого місця:

Поліфузійний зварювальний апарат, поліфузійні наконечники, труби з поліетилену, поліпропілену, фітинги, контактний термометр, секундомір, спеціальні ножиці або різальний ролик, гострий ніж з коротким лезом, ганчірка з несинтетичного матеріалу (фланель), технічний спирт для знежирення, рулетка, маркер, довідкова література.

Завдання:

навчитися виконувати операції зварювання пластмасових труб; визначити час поліфузійного зварювання; ознайомитися з методами здійснення монтажу трубопроводів; ознайомитися із способами випробування змонтованих трубопроводів.

ХІД РОБОТИ:

1. Опрацювати відомості про принципи, методи та прилади для монтажу трубопроводів з поліпропіленових труб;

2. Ознайомитися з оснащенням робочого місця;

3. Виконати необхідні підготовчі операції перед зварюванням пластмасових труб;

4. Визначити режим процесу зварювання пластмасових труб;

5. Привести схеми кріплення і прокладення трубопроводів;

6. Провести зварювання пластмасових труб.

Зміст звіту:

- 1) тема та мета роботи;
- 2) короткий опис технології зварювання пластмасових труб;
- 3) Розрахунок часу зварювання пластикової труби;
- 4) короткий опис технології монтажу трубопроводів;
- 5) висновки по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Які існують види зварювання?
2. Як провести вибір виду зварювання у залежності від діаметра труб?
3. Яке обладнання використовується для зварювання пластикових трубопроводів?
4. Опишіть підготовчі операції для зварювання поліпропіленових труб.
5. Наведіть перелік операцій розтрубного зварювання.
6. Наведіть вимоги до зовнішнього вигляду зварених з'єднань трубопроводів.
7. Перелічіть вимоги до монтажу пластикових деталей.
8. Як здійснюється ущільнення різьбових з'єднань?
9. Яким чином здійснюється випробування змонтованого трубопроводу?
10. Які способи кріплення трубопроводів Ви знаєте?
11. Наведіть способи кріплення трубопроводу з нерухоною опорою.
12. Наведіть способи кріплення трубопроводу з рухливою опорою.
13. Наведіть методику монтажу розвідного трубопроводу.
14. Перелічіть методи компенсації стояків.
15. Перелічіть методи компенсації трубопроводів.

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ:

1. Для зварювання пластикових труб з діаметром більше 63 мм використовується
 - А) стикове зварювання
 - В) муфтове зварювання
 - С) стикове і муфтове зварювання

D) зварювання у середовищі інертного газу

2. Для зварювання пластикових труб з діаметром менше 63 мм використовується

A) муфтове зварювання

B) стикове зварювання

C) стикове і муфтове зварювання

D) зварювання у середовищі інертного газу

3. Ручний зварювальний апарат використовують при діаметрі труб

A) менше 40 мм

B) більше 40 мм

C) більше 63 мм

D) будь-якого діаметра

4. Які умови необхідно виконати перед зварюванням поліпропіленових труб

A) Усі перелічені

B) виконати зовнішню фаску на кінцях труб

C) очистити і знежирити кінці труб

D) встановити необхідну температуру зварювання

5. Наслідком перегрівання пластикових труб при зварюванні можуть бути:

A) звужений внутрішній переріз з'єднання

B) ненадійне з'єднання і негерметичність

C) ламкість труб

D) усі перелічені

6. Наслідком недостатнього нагріву пластикових труб при зварюванні можуть бути:

A) ненадійне з'єднання і негерметичність

B) звужений внутрішній переріз з'єднання

C) ламкість труб

D) усі перелічені

7. Захист трубопроводу та його теплоізоляція у стельових конструкціях забезпечується

- A) гнучкими захисними трубами з поліетилену
- B) пінопластом
- C) металевими трубами
- D) усіма переліченими способами

8. Рухливі опори при монтажі поліпропіленових труб необхідні для

- A) компенсації температурного розширення труб
- B) теплоізоляції труб
- C) можливості швидкого демонтажу труб
- D) швидкого знаходження підтікань

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №13

Тема: Експлуатація фреонових холодильних агрегатів

Мета: Отримання практичних навичок з пуску фреонової компресійної холодильної машини і визначення параметрів, які характеризують роботу холодильної машини у залежності від ступеню відкриття регулюючого вентиля.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Фреонові автоматичні агрегати типів BC_p , BC_e , BC , BP , BN та інші входять до складу холодильних машин, які створюють холод у торговельних автоматах, а також холодильних шафах, прилавках, вітринах та іншому холодильному обладнанні, яке використовується для короткочасного зберігання продуктів при температурі від 0^0 до $+5^0$ С.

У холодильні агрегати вказаного типу входить герметичний компресор, який змонтовано на рамі разом із конденсатором повітряного охолодження, який обдувається за допомогою вентилятора, ресивер, фільтр-осушувач.

Технічні характеристики холодильних агрегатів різних типів наведені в таблиці 13.1.

Таблиця 13.1 – Технічні характеристики холодильних агрегатів

Показники	$BC_p-0,22$	$BC_p-0,55$	$BC_e-0,7$	$BC-0,45$	$BP-1,1$	$BN-0,22$
Холодопродуктивність (при температурі оточуючого повітря $+20^0C$, $t_0 = -15^0C$), Вт	250	630	790	510	128	250
Частота обертання вала компресора, об/хв.	3000	630	1420	-	-	-
Споживна потужність, кВт.	0,18	0,25	0,44	0,26	0,5	0,36
Маса, кг	30	33	55	43	64	43

Холодильні агрегати ВС_р, ВС_е, ВС, ВП працюють на фреоні-12, а ВН-0,22 та ВН-0,35 – на фреоні-22.

Фреон-12 – дифтордихлорметан – важкий, безкольоровий газ із дуже слабким запахом (питома маса 1,827 г/см³ при температурі 20⁰ С). Температура кипіння при атмосферному тиску 29,8⁰ С, температура замерзання – 155⁰ С.

Фреон не горить, у суміші із повітрям не вибухає, під дією теплоти розкладається, утворюючи хлористий та фтористий водовод. Фреон та мастило взаємно розчиняються у будь яких пропорціях. В'язкість мастила при цьому знижується. Звичайна гума розчиняється фреоном, тому у холодильних машинах використовується особлива фреоностійка гума.

Вода у фреоні не розчиняється та, потрапляючи до машини, спричиняє корозію металів, а замерзаючи, закриває вузькі канали, особливо у регулюючих вентилях.

Фреон не діє на метали (за виключенням магнієвих сплавів) та, циркулюючи у системі, енергійно змиває з них сторонні тіла (окаліну, формувальну землю). Електричний струм не проводить, легко проникає крізь дрібні пори метала та найменші нещільності у з'єднаннях. Пари фреону важче повітря. Вони не впливають на смак, запах, колір та склад м'ясних, молочних продуктів та овочів, а також на хутро та тканини. Транспортують та зберігають фреон у рідкому вигляді у сталевих балонах, які окрашені алюмінієвою фарбою, із написом (чорною фарбою) «Фреон-12»

Для кожної рідини характерна своя залежність між температурою та тиском насичених парів. Температури та відповідні їм манометричні тиски, які виражають ці залежності для насичених парів фреона-12, наведені у таблиці 13.1.

Для змащення деталей компресора, що труться, фреонових холодильних машин використовується спеціальне мастило марки ХФ-12, яке не містить кислот і лугів, води, органічних та механічних домішок. На зовнішній вигляд воно світле, прозоре. Використання інших мастил не дозволяється.

Робота холодильних машин полягає у стисненні парів фреону, перетворенні їх у рідину та наступному випаровуванні.

Холодильна машина являє собою замкнуту систему, заповнену фреоном-12 (або фреоном-22).

Рідкий фреон поступає під тиском через регулювальний вентиль РВ до випарника. Зустрічаючи на шляху вузький прохідний отвір регулюючого вентиля, рідкий фреон зазнає «зминання» (дроселювання). Тиск його при цьому падає із відповідним зниженням температури.

У випарнику рідкий фреон перетворюється при низькій температурі в пар, віднімаючи необхідну для свого випару від оточуючого середовища температуру та спричиняє тим самим його охолодження. У випарнику підтримується низький тиск, тому що компресор відсмоктує пари фреону від випарника.

У компресорі відбувається стиск пари, що відсмоктується від випарника, на що витрачається механічна енергія. Під час стиснення підвищується тиск, та, відповідно, й температура пари холодильного агенту.

У конденсаторі нагріті при стисненні пари фреону охолоджуються потоком повітря, який подається примусово за допомогою вентилятора, на що знову витрачається механічна енергія. Унаслідок відводу теплоти пари, зберігаючи підвищений тиск, переходять у рідкий стан.

Таким чином, холодильний агент, що циркулює, не витрачається, а на виробництво холоду витрачається лише механічна енергія, яка отримується від електродвигуна, який призводить до дії компресор та вентилятор.

Основні ознаки нормальної роботи холодильної машини

1. Машина не повинна працювати безупинно або з забагато частими виключеннями та включеннями. Сумарний час праці машини на протязі доби в залежності від кліматичних умов та температури камери та приміщення, де встановлено машину, повинен складати від 8 до 16 годин.

2. Усмоктувальна труба повинна бути холодною, але не вкрита інеєм, що свідчить про нормальне заповнення випарника фреоном.

3. На всьому протязі рідинної лінії температура її повинна відповідати температурі оточуючого середовища.

4. Вхідний штуцер терморегулюючого вентиля та накидна гайка рідинного трубопроводу не повинні вкриватися інеєм.

5. Компресор повинен працювати ритмічно, без стуків. Під час процесу праці корпус компресора нагрівається до $50 - 60^{\circ} \text{C}$.

6. Не повинно бути іскріння у приладах електричного управління та контролю.

7. Труба та пластина випарника під час роботи компресора повинна вкриватися шаром снігу або льоду. При цьому іній на ребрах випарника повністю відтаює за час простою компресора.

8. Тиск всмоктування під час праці роботи компресора повинен відповідати температурі насичених парів фреону у випарнику, яка звичайно нижче температури усередині охолодженого об'єкта на $12-17^{\circ} \text{C}$.

9. Тиск нагнітання повинен відповідати температурі насичених парів фреону. Остання вище температури оточуючого повітря у приміщенні на $8-12^{\circ} \text{C}$.

10. Тривалість простою компресора при нормальній температурі повинна бути не менш 5 хвилин.

Можливі несправності та способи їх усунення.

Надійна робота холодильної машини залежить, у головному, від герметичності системи, тому основною задачею є підтримання повної герметичності машини.

Якщо судити про кількість фреону у системі за циклічністю праці машини, може бути встановлена залежність (таблиця 13.2).

Щоб робота установки була надійною та економічною, необхідно своєчасно виявити та усунути несправності, що виникають.

Таблиця 13.2 – Залежність циклічності роботи від кількості фреону

Нормальна кількість фреону	Нормальна циклічність роботи
Невелика недостача фреону у системі, задана температура забезпечується, випарник не доповнюється	Компресор працює довгим циклом, мало простоює
Значна недостача фреону, температура у об'єкті значно перевищує задану, випарник заповнюється менш ніж наполовину	Компресор працює довгими циклами, довго простоює
Повний вихід фреону з системи, температура у об'єкті дорівнює температурі у приміщенні, випарник теплий	Компресор стоїть, контакти регулятора тиску розімкнуті

Техніка безпеки під час експлуатації холодильних машин

1. Агрегат повинен бути надійно заземлений і це повинно періодично перевірятися.

2. Не допускається праця агрегату із знятим захисним кожухом з шківів компресора та вентилятора.

3. Зупинка та пуск увімкненого агрегату виконується автоматично, тому виконання регулювання, чистки та ремонту агрегату треба проводити тільки після відключення його від електромережі.

4. не допускається праця агрегату без нагрівальних елементів у магнітному пускачу або з елементами, які не відповідають відповідній напрузі через те, що це може призвести до пожежі.

5. Не допускаються праця агрегату із відключеним або несправним маноконтролером.

6. При виявленні значного витікання фреону необхідно вимкнути електродвигун, перекрити усі вентиля на агрегаті, перевірити приміщення та визвати механіка, який обслуговує холодильну установку.

Оснащення робочого місця:

Фреонова холодильна машина, холодильний компресор; необхідна довідкова література.

Завдання:

Здійснити пуск та зупинку компресора. Дослідити зміни параметрів роботи холодильної машини в залежності від ступеня відкриття регулюючого вентиля. Перед зміною режиму у кожному окремому випадку слід виконати заміри параметрів при встановленому режимі. На основі аналізу роботи усіх вузлів холодильної машини потрібно передбачити оптимальні параметри при зміні режиму роботи.

ХІД РОБОТИ:

1. Ознайомитися із порядком пуску та зупинки компресора.
2. Провести самостійний запуск фреонової холодильної машини, регулювання її роботи та зупинку.
3. Змінюючи ступінь відкриття регулюючого вентиля, прослідкувати, які параметри змінюються, які параметри характеризують роботу холодильної машини.

Зміст звіту:

1. тема роботи;
2. мета роботи;
3. основні теоретичні відомості;
4. принципова схема холодильної установки;
5. таблиця зміни параметрів роботи машини;
6. характеристика несправностей вказаної викладачем холодильної машини та способи їх усунення.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Які задачі обслуговування холодильної машини?
2. Як виконується пуск холодильної машини?
3. Які основні показники нормальної праці холодильної машини?
4. Які причини можуть визвати аварію холодильної машини?
5. Які головні вимоги техніки безпеки та охорони праці під час роботи із холодильними машинами?

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ:

1. Яку гуму для ущільнення з'єднань використовують у фреонових холодильних агрегатах
 - A) Фреоностійку
 - B) М'яку
 - C) Тверду
 - D) Будь-яку
2. Наслідки потрапляння води у фреон холодильних агрегатів
 - A) корозія металів і закупорювання вузьких каналів при замерзанні
 - B) тільки корозія металів
 - C) зниження робочого тиску у трубопроводі
 - D) зниження в'язкості мастила
3. Віднімання теплоти від оточуючого середовища відбувається у
 - A) випарнику
 - B) дроселі
 - C) компресорі
 - D) конденсаторі
4. Пари фреону охолоджуються у
 - A) конденсаторі
 - B) випарнику
 - C) компресорі
 - D) дроселі

5. Чи допускається утворення інею на частинах холодильного агрегату?
- A) Ні, не допускається
 - B) Так, для вхідного штуцера терморегулювального вентиля
 - C) Так, для накидної гайки рідинного трубопроводу
 - D) Так, для усмоктувальної труби
6. Який цикл роботи компресора характерний для невеликої недостатчі фреону у системі
- A) Компресор працює довгим циклом, мало простоює
 - B) Компресор працює довгими циклами, довго простоює
 - C) Компресор стоїть, контакти регулятора тиску розімкнені
 - D) Компресор працює у нормальному циклі
7. Який цикл роботи компресора характерний для значної недостатчі фреону
- A) Компресор працює довгим циклом, довго простоює
 - B) Компресор працює довгими циклами, мало простоює
 - C) Компресор стоїть, контакти регулятора тиску розімкнені
 - D) Компресор працює у нормальному циклі

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №14

Тема: Ремонт основних видів обладнання

Мета: : Ознайомитися з основними способами ремонту устаткування

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Ремонт обладнання для подрібнення. Кісткодробарка

Перед ремонтом виконують загальне розбирання дробарки, яке полягає у знятті приводу, розподільного та робочих валів, вузла спеціального ролика, механізму подачі, шестерень, зливу масла з редуктора, розбирання його на деталі і промивання їх. При необхідності замінюють вали редуктора і шпонки, шарикопідшипники, сальникові ущільнення. Потім збирають редуктор і випробовують вали на легкість і плавність обертання. Далі перебирають муфту зчеплення із заміною і промивають корпус дробарки, калібрують різьбові отвори.

Після цього перебирають вузли розподільного і робочого валів, замінюють зношені деталі і кріплення, виставляють вали, виконують шабрування вкладишів корінних підшипників і підганяють по валу зубчасте колесо. Потім готують до загального складання комплект клинових ременів, різальний інструмент, відремонтовані вузли і кріплення. З відремонтованих вузлів і деталей, комплектуючих виробів збирають дробарку, змащують, випробують дробарку на холостому ходу з усуненням виявлених дефектів. Завершальні операції закріплення огорожі та випробування дробарки під навантаженням.

Ремонт вальцьових дробарок

У процесі експлуатації вальцьових дробарок спостерігаються характерні дефекти: несправність і поламання кришок, ручок, шарнірів, перекіс, знос поверхні вальців і утворення на них задирів; знос підшипників; знос зубів зубчастих коліс; поломка пружин при вібрації машини або валків, що призводить до нерівномірної подачі продукту в машину.

Після розбирання дробарки вальці направляють для ремонту в майстерні, а інші деталі і вузли ремонтують на місці. Найбільшому зносу піддаються валки. Ремонт їх полягає у новому нанесенні рифлень на спеціальних вальцювальних верстатах. Після ремонту вальці контролюють за допомогою металевої лінійки на циліндричність. Ретельної перевірки вимагають всі пружини, так як з часом вони старіють і втрачають еластичність. Перевіряють висоту пружини, а також пружність, що використовуються при навантаженні.

Після ремонту дробарку випробовують спочатку на холостому ходу, а потім під навантаженням. Перевіряють паралельність валків, зазори між валками, нагрівання підшипників, наявність вібрації, роботу пружин і усіх регулювальних гвинтів.

Ремонт сепараторів

Високий клас точності сепараторів, специфічність матеріалів, з яких виготовлені деталі, складність виготовлення і відновлення цих деталей в умовах ремонтно-механічних майстерень підприємства обумовлюють необхідність проведення періодичних ревізій сепараторів, своєчасного виявлення неприпустимого зносу і заміну зношених деталей.

При ремонті сепараторів найбільша питома вага припадає на деталі приводного механізму. Їх знос характеризується стороннім шумом, підвищеною вібрацією, повільним розгоном барабана і рядом інших ознак.

Для ревізії сепаратор розбирають, окремо групу горизонтального вала й групу веретена. Розбирати сепаратор без особливої необхідності не рекомендується, так як це може призвести до порушення посадок і прироблення сполучених деталей. Сепаратор розбирають обережно, суворо дотримуючись порядку, викладеного у заводській інструкції. Після розбирання всі відповідальні деталі, що обертаються, ретельно миють, уважно оглядають і вимірюють. Найбільш відповідальні деталі (веретено, тарілка-утримувач, тарілки, особливо розділові, підшипники та ін.) обстежують за допомогою лупи, а при підозрі на наявність тріщин використовують рентген - і ультразвукову дефектоскопію.

При ремонті сепараторів найбільш часто доводиться замінювати зношені фрикційні накладки на колодках відцентрової фрикційної муфти, пружини і підшипники горлової опори, підшипники підп'ятника, бронзову шестерню (черв'ячне колесо), гумові ущільнювальні кільця, гумовий диск пружної муфти та ін.

Послідовність розбирання сепараторів різних моделей має свої особливості, які вказані в інструкції заводу-виготовлювача.

Для визначення втрати пружності пружин горлової опори вимірюють їх висоту, осілі пружини замінюють. Слід мати на увазі, що при осіданні хоча б однієї з пружин горлової опори необхідно замінити весь комплект. Нові пружини повинні мати однакову пружність, яку визначають, вимірюючи їх висоту у вільному і стислому (витки повинні стикатися) станах; при цьому відхилення не повинно перевищувати $\pm 0,3$ мм.

Для забезпечення однакової пружності пружин у робочому стані, тобто при обертанні веретена, в процесі складання горлової опори пробки пружин слід загвинчувати до відмови.

У черв'ячної парії колесо замінюють, якщо знос зуба складає більше $1/3$ товщини.

При зносі шарикопідшипників веретена їх слід замінити тільки шарикопідшипниками тієї групи точності, яка вказана заводом-виробником. Підшипники перед установкою на веретено і горизонтальний вал нагрівають у маслі до $80 - 90$ ° С.

Деталі барабана можуть мати такі дефекти:

- 1) знос фіксуючих штифтів і виступів, які служать для запобігання зсуву деталей барабана при їх обертанні;
- 2) деформація тарілок, у яких, в основному, загинаються вгору кути фіксуючих пазів і відбувається знос шипиків;
- 3) знос (стирання) напірних дисків через неправильне складання барабана і регулювання положення дисків за висотою;

- 4) корозія луджені деталей барабана в результаті мийки їх розчинами кислот і сильнодіючих лугів (застосування кислот і сильнодіючих лугів не допускається, оскільки при цьому руйнується полуда і порушується балансування барабана);
- 5) відсутність або знос ущільнюючих гумових прокладок, що приводить до утворення течі та наднормативних втрат продукту.

Зношені фіксуючі штифти і виступи, а також напірні диски відновлюють наварюванням металу і обточуванням під первинний розмір. Деформовані тарілки виправляють дерев'яним молотком (киянкою) на конічній оправці. При зносі шпиків тарілок і ослабленні їх пакета в пакет додають одну або дві тарілки із запасних.

В умовах підприємства виконують поточний і капітальний ремонти. При капітальному ремонті роблять відновлення полуди і динамічне балансування барабана. Сепаратори відправляють на ремонтні заводи або в майстерні при виробничих об'єднаннях.

Олію, зливу перед ремонтом з картера, фільтрують, а при поганому освітленні заміняють свіжою.

Пуск сепаратора після ремонту виконують з великою обережністю. При появі підвищеної вібрації, шуму чи стуку, надмірному нагріванні підшипників і масла в картері сепаратор негайно зупиняють, розбирають і усувають причини, що викликали порушення нормального режиму його роботи.

Ремонт підвісної центрифуги

При ремонті центрифуги спочатку знімають електродвигун, а потім приступають до її розбирання. Через пробку в нижній частині коробки спускають масло, знімають покажчик руху масла й заливальну воронку.

Тільки після цього знімають кришку, борти кожуха і сита, розбирають головку центрифуги, виймають веретено, барабан (кошик), розбирають підйомний механізм, вивантажувальний конус, очищають і миють усі деталі від бруду і масла.

Ремонт починають з обстеження ротора за допомогою лупи. Найкращим способом перевірки стану ротора є дефектоскопія у спеціальних організаціях за допомогою ультразвуку або рентгена.

Підварювання ротора забороняється, тому при виявленні в ньому тріщин або конусоподібних лунок в отворах великої глибини ротор заміняють новим.

Ретельно перевіряють стан маточини розетки. При зносі розподільної тарілки розвантажують конус, верхні муфти або трубки замінюють новими. Нижню обичайку конуса пришліфовують до конічної поверхні розетки за діаметром.

Метал самого конуса не повинен бути зношеним більш, ніж на 20% початкової товщини.

Вал центрифуги діаметром 110 мм щорічно перевіряють, шліфують і притирають конус по маточині розетки.

Потім оглядають деталі важільного пристосування для підйому вивантажувального конуса і при необхідності ущільнюють шарніри і замінюють зношені деталі. При наявності вад кульової поверхні корпусу підшипників їх усувають притиранням. Амортизуючий гумовий буфер, а також зношений гальмівний шків центрифуги замінюють новими. З гальма знімають стрічку ферадо, зношені сита замінюють новими, і одночасно перевіряють правильність кріплення сит.

Нормальна і безпечна робота центрифуги багато в чому залежить від старанності балансування деталей.

Ротор балансують спочатку самостійно, а потім з поставленими ситами.

При складанні центрифуги після ремонту головку центрифуги перевіряють наступним способом. Вручну розкручують центрифугу і, якщо центрифуга розкручується і зупиняється плавно без поштовхів, головка зібрана правильно. Стан буфера і складання перевіряються погойдуванням ротора центрифуги з боку в бік. Таке погойдування повинно зустріти пружну протидію буфера. В іншому випадку головку потрібно розібрати і змінити буфер. Якщо

центрифуга при пробних пусках б'є, а деталі її були відбалансовані, потрібно перевірити правильність затягування гумового амортизатора.

Відремонтовану і зібрану центрифугу після заливання маслом обов'язково перевіряють на ходу до початку роботи на биття валу. При цьому якість ремонту оцінюється за величиною биття і залежить від частоти обертання. Наприклад, при частоті обертання центрифуги 1500 об/хв ремонт вважається виконаним якісно, якщо биття становить 0,03 мм.

На кожен центрифугу повинен бути паспорт з балансувальним журналом, куди щороку заносяться результати балансування і дані перерахунку та зробленої заміни.

Ремонт апаратів для теплової обробки харчових продуктів

До таких апаратів відносяться теплообмінники і випарні апарати. Їх доводиться зупиняти при наступних основних несправностях: забруднення поверхні теплообміну і поява пропусків рідини, тобто порушення герметичності.

Ремонт теплообмінних апаратів полягає в очищенні поверхні нагріву від накипу та інших забруднень, ремонті поверхні нагрівання, порушенні герметичності в місцях розвальцьовування труб у трубних решітках або розрив труб і т.д.

Потребу у ремонті встановлюють при обстеженні внутрішніх поверхонь труб, доступних для ремонту і механічного чищення. Візуальному огляду підлягають тільки кришки, кінці та внутрішні канали труб, штуцери на корпусі і кришках. Дефекти решти частин апарату можуть бути виявлені тільки при обпресуванні.

Крім зазначених операцій проводять ремонт запірних пристроїв та ізоляції.

Існує кілька методів очищення поверхонь теплообміну: механічний, хімічний, термічний і гідравлічний.

Механічний метод зводиться до очищення накипу шляхом скобління або відбивання його спеціальним інструментом і різними пристосуваннями.

Інструмент для механічного очищення ділиться на дві групи: пристосування, не пошкоджують внутрішньої поверхні труб, що очищують (рисунок 14.1 а, б, в, г) і інструмент, здатний завдавати ушкодження (д, е, ж, з, і, к).

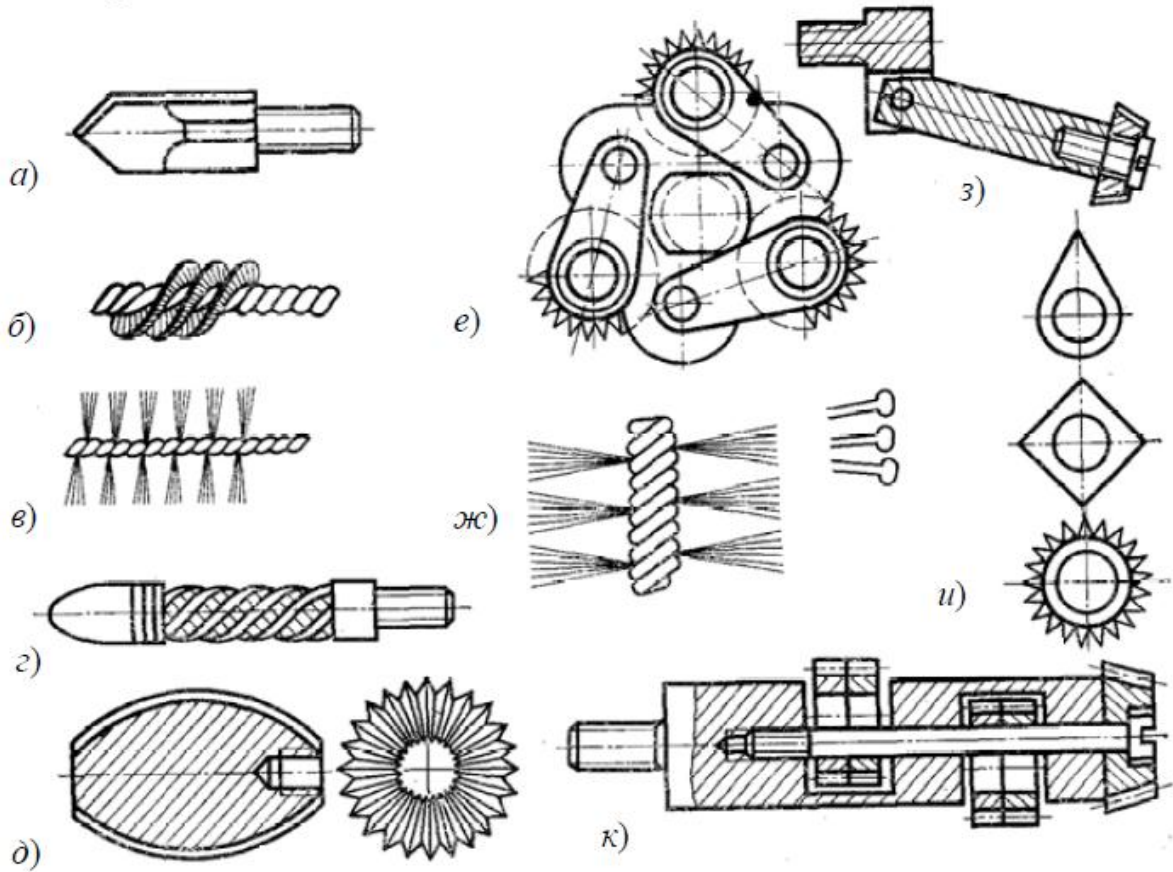
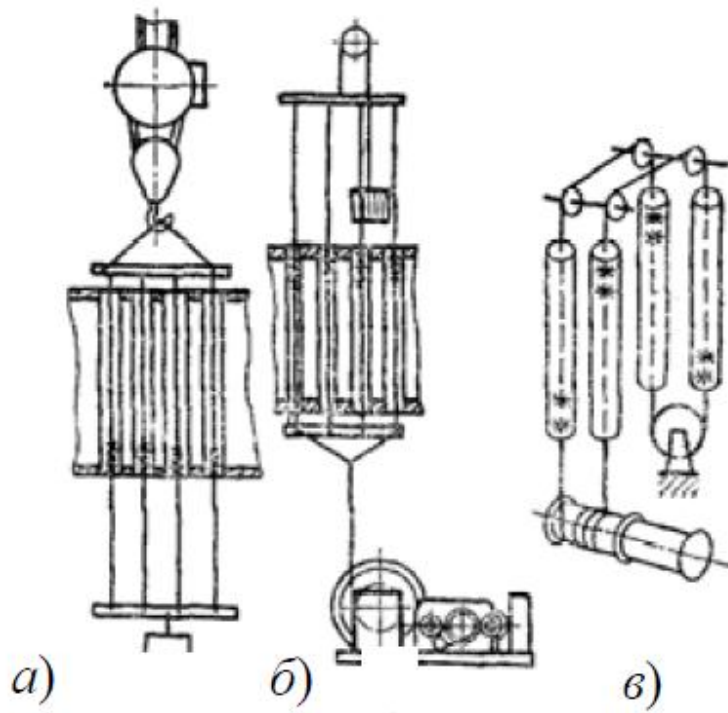


Рисунок 14.1 - Інструмент для механічного чищення труб

Очищення труб роблять за допомогою шарошок, які призводять до дії від електродвигуна, гідроприводу і пневмоприводу через гнучкий вал або шланг. Кожну трубу в кожухотрубному теплообміннику проходять шарошками зверху вниз і навпаки. Під час очищення у трубу подають воду для змивання накипу й охолодження головок шарошок.

Для очищення теплообмінників з трубчастою поверхнею нагріву доцільно застосовувати приводи зі зворотно-поступальними рухами використовуючи тельфери або електролебідки. У цьому випадку проводиться очистка одночасно кількох труб (рисунок 14.2).



а, б - з використанням рамки; в - з оснащенням лебідки.

Рисунок 14.2 - Схема чищення труб за допомогою тельфера

Основним недоліком механічного методу очищення труб - можливість пошкодження поверхневого шару металу, це призводить до швидшого зносу труб. Крім того, цей метод трудомісткий і не забезпечує повного очищення від накипу особливо у важко доступних місцях.

Хімічне очищення виконується при очищенні і в міжтрубному просторі. При цьому методі відбувається розм'якшення осаду на поверхнях нагріву, це досягається за допомогою концентрованої і каустичної соди. Накип потім розчиняється слабким розчином соляної кислоти. Після промивають гарячою водою і чистять щіткою і металевими йоржами.

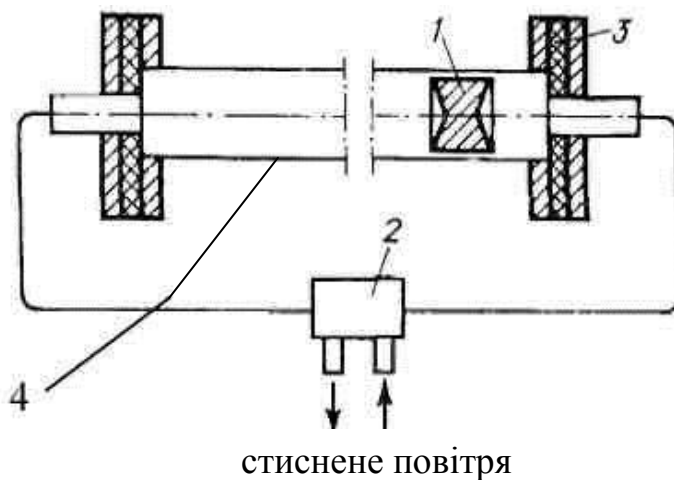
Гідравлічне очищення засноване на здатності струменя води високої швидкості (понад 50 м/с) видаляти накип. Цей метод використовується при видаленні пухкого накипу і шлакоутворення. Струмień води виходить під великим тиском із сопла, ріже і відриває від стінок відкладення. Час очищення однієї труби дорівнює 10 - 15 с.

Гідність такого методу - можливість очищення внутрішніх і зовнішніх поверхонь труб, а також корпусу безпосередньо на місці установки апарата. Широкий діапазон зміни тиску (від 15 до 70 МПа) дає можливість видаляти відкладення практично будь-якої твердості.

Термічне очищення засноване на використанні різниці коефіцієнтів теплового розширення накипу і металу. Поверхню нагрівають (звільнену від рідини) спочатку підігрівують редукованим перегрітим паром, а потім охолоджують холодною очищеною хімічним способом водою. У результаті частинки накипу відскакують від поверхні нагрівання і видаляються вручну або промиваються. Цей метод застосовують у тому випадку, якщо буде встановлено, що накип, що вимагає видалення, при нагріванні стає твердим і крихким.

У теплообмінниках типу "труба в трубі" застосовується пневмомеханічний спосіб очищення. Чистка здійснюється зубчастої металевією втулкою-шомполом (рисунок 14.3).

Втулка-шомпол 1 рухається від одного кінця труби 4 до іншого під напором повітря тиском 0,5-0,6 МПа. Напрямок потоку повітря змінюється за допомогою розподільника повітря 2. Гумові прокладки 3 ущільнюють місця з'єднань і амортизують удари шомпола.



1 - втулка-шомпол; 2 - розподільник повітря; 3 - прокладка; 4 – труба.

Рисунок 14.3 - Схема пневмомеханічного очищення труб

Для чищення U-образних труб застосовують гнучкий шланг. Очищення труб за допомогою води і повітря називається гідропневматичним. У забруднену трубу одночасно подаються вода і стиснене повітря. Стисле повітря, розширюючись, різко збільшує швидкість руху води, яка починає переміщатися трубою послідовними водяними пробками з інтенсивними завихреннями. Спільний рух води і повітря швидко руйнують відкладення на стінках труб, очищаючи їх.

Одночасна подача в трубу води і повітря здійснюється за допомогою водоповітряного пістолета. Повітря під тиском 0,7-0,8 МПа і вода під тиском 0,5-0,6 МПа при співвідношенні 1:1 подаються за допомогою шлангів.

Гідропневматичне очищення труб дозволяє зменшити час очищення у порівнянні з механічним у 8 - 10 разів, значно рідше піддавати очищенню теплообмінники, підвищити продуктивність праці.

Ремонт хлібопекарських печей

У процесі експлуатації печі виникають несправності в топковій камері і газоходах, пекарній камері, конвеєрі і його приводі, і допоміжних пристроїв. Для усунення несправностей піч зупиняють на поточний або капітальний ремонт.

Перед ремонтом піч зупиняють і охолоджують протягом 2-3 діб, для чого після зупинки відкривають топкові дверцята і прочищені люки газоходів. У деяких випадках (особливо при аваріях) для прискорення охолодження печі застосовують переносні вентилятори. При ремонті топкової камери замінюють зношену футеровку і перекладають склепіння і стіни топкового фронту.

Пристаюючи до розбирання кладки, спочатку знімають навісну гарнітуру, топкові дверцята і раму, а потім починають розбирання кладки. Розбирання виконують так, щоб була забезпечена збереженість неремонтних частин кладки і виключена можливість обвалів і випадання окремих цеглин. Кладку розбирають з обов'язковим збереженням старої придатної цегли.

Після розчищення розібраної кладки приступають до кладки пошкоджених ділянок. Виклавши внутрішні стінки камери, роблять склепіння і

відновлюють зовнішню стінку. Потім встановлюють топкову раму і навішують топкову і піддувні дверцята. При необхідності встановлюють нові топкові рами та двері.

Ремонт газоходів зводиться до усунення завалів, причиною яких зазвичай бувають вигорання цеглин. Для ліквідації завалу вибирають кладку в найближчих до газоходу ділянках і через отвори, що утворилися, видаляють вивалену цеглу, шматки сухого розчину і сажі. Після очищення газоходу закладають пошкоджені місця і закривають розкриті місця у кладці. У печах з димогарними трубами очищають димогарні коробки і труби, перевіряють ущільнення у стиках і при необхідності димогарні труби замінюють новими.

При ремонті пекарної камери в першу чергу знімають з конвеєра люльки, а при необхідності витягають і конвеєрні ланцюги. Потім очищають від накипу, масла і бруду напрямні, після чого напрямні, які підтримують, їхні кронштейни і болтові з'єднання, ретельно оглядають. При виявленні на напрямних вибоїн чи уступів їх усувають шляхом розміщення підкладок під напрямні.

Ремонт ланцюгів конвеєрів зводиться до заміни непридатних сполучних пальців, втулок, роликів і щічок. У люльок перевіряють штирі, шплінти, кронштейни, поперечні планки і місця зварювання. Погнуті люльки піддають правці з наступною перевіркою на кондукторі. Паралельно з ремонтом конвеєра перевіряють регулятор швидкості, редуктор, приводну і натяжну станції. При цьому залежно від виду ремонту розбирають, промивають і вимірюють третю частину, знімають вали, перевіряють їх у центрах на токарних верстатах і зачищають шийки. При капітальному ремонті замінюють регулятор швидкості і редуктор.

Ремонт допоміжних пристроїв печі зводиться до заміни зношених тросів, блоків і перегорілих шиберів. Одночасно проводять очищення та перевірку труб, що підводять до топки повітря і вологу, при необхідності повністю замінюють зношені повітроводи і трубопроводи.

Ремонт теплоутилізаційних установок полягає у зовнішньому і внутрішньому очищенню поверхонь нагріву, перевірці вентилів, кранів і патрубків.

Після ремонту необхідна просушка печі. Розігрів з холодного стану до робочої температури проводиться обережно, збільшуючи температуру поступово. На повний розігрів печі потрібно 14 - 16 годин. Відремонтована піч повинна відповідати технічним умовам, встановленим для монтажу нових печей. При ремонті печей повинні суворо дотримуватися всі встановлені правила техніки безпеки.

Ремонт фаршмішалки

При розбиранні машини знімають облицювальні листи станини, приводні ремені, блок шківів і шестерню, черв'ячний сектор, картер, кулачковий вал місильного корита, ліву і праву тумби станиці. Облицювальні листи піддають рихтуванню, заварюють тріщини і зачищають зварні шви, при необхідності замінюють вісь, кулачковий вал і втулку місильного корита, проточену поверхню конусів, ремонтують кришку корита. У корито встановлюють два місильних гвинта на чотирьох конусах, на праву бокову - підшипники, на корито - кришку з кулачковим валом, віссю та втулкою, сальники набивають.

При ремонті картера виробляють його повне розбирання, промивання деталей, заміну шпонок, пальців, втулок і прокладок, набивають сальники. Технологія капітального ремонту приводів гвинтів і перекидання включає розбирання блоку шківів і редуктора на деталі, промивання їх, заміну зношених деталей (втулок, шпонок, болтів, шпильок, прокладок), наплавлення електрозварюванням вироблених шийок валу під ущільнювальними кільцями і збірку блоку шківів і редуктора.

Загальна збірка фаршмішалки передбачає установку на станину правої і лівої тумб, черв'ячного сектора місильного корита, редуктора, привода перекидання картера з шестернею і облицювальних листів станини. Потім регулюють зачеплення черв'ячної передачі і натяг приводних ременів. У редуктор і картер заливають масло. Відремонтовану фаршмішалку

випробовують на холостому ході і під навантаженням, усуваючи при цьому виявлені дефекти.

Ремонт компресорів

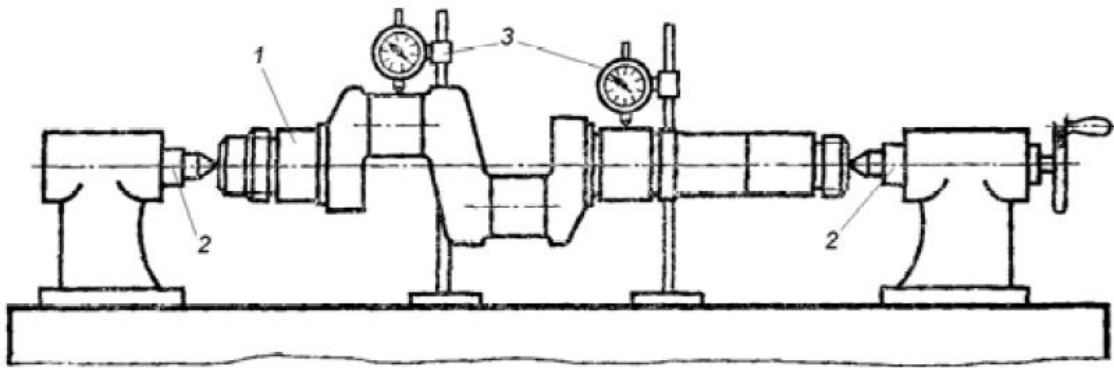
У процесі ремонту повітряних, аміачних і фреонових безкрейцкопфних поршневих компресорів виконують повне розбирання основних складальних одиниць, огляд їх стану і визначають ступінь зносу деталей; заміну зношених деталей; ремонт циліндрів; ремонт шатунно-поршневої групи; ремонт підшипників та інших вузлів; складання, пробний пуск і випробування.

У період розбирання промивають і перевіряють колінчастий вал, шатуни, поршні, сальники, всмоктувальні і нагнітальні клапани, а також вкладиші корінних і шатунних підшипників і шийки валу. Перевірку проводять на фарбу. Ступінь прилягання кожного вкладиша повинен відповідати восьми плямам фарби на площі 25×25 мм робочої поверхні вкладиша. Зазор між шийками вала і верхніми вкладишами допустимий у межах 0,06 - 0,1 мм. Вісьові зазори в корінних підшипників повинні бути 0,06 - 0,35 мм. Зазори можна збільшувати за рахунок вибірки бабіту вкладишів. Величина зазору між поршнем і дзеркалом циліндра не повинна перевищувати 10% розмірів, передбачених кресленнями заводу-виробника. Зазор між нижніми головками шатунів і шийкою колінчастого валу повинен бути 0,03 - 0,06 мм.

Ремонт зношених циліндрів полягає у доданні їм нового, ремонтного розміру, трохи більшого, ніж номінальний (початковий), і установці поршнів відповідного ремонтного розміру. Циліндри розточують до вільних розмірів, що забезпечують зникнення слідів зносу, а потім доводять шліфувальними головками. При діаметрах циліндрів від 80 до 150 мм припуск на доведення приймають у межах від 0,02 - 0,1 мм. Відремонтовані циліндри повинні задовольняти основним технічним умовам: розміри повинні забезпечувати монтажні зазори між циліндром і поршнем: овальність і конусність не вище 0,08 мм на 100 мм діаметра циліндра; відхилення перпендикулярного напрямку вісі циліндра по відношенню до площини фланця не вище 0,07 мм на 1 м довжини циліндра. Зношені канавки для поршневих кілець обробляють по

ширині до ремонтного розміру. Биття торців канавок для кілець після проточки не повинно перевищувати 0,1 мм.

Ремонт колінчастих валів ведуть при нерівномірному зносі шатунних і корінних шийок і появі з цієї причини овальності і конусності, а також погнутості або скрученості валу. Овальність і конусність шийок вимірюють мікрометром у трьох місцях - у галтелей і в середині. Шийки колінчастих валів шліфують при овальності, що перевищує 0,2 мм, та конусності, що перевищує 0,4 мм. Вигин вала перевіряють на призмах, встановлених на перевірочній плиті або центрах токарного верстата (рисунок 14.4).



1 - колінчастий вал; 2 - центри токарного верстата; 3 – індикатори.

Рисунок 14.4 - Схема перевірки стоїчним індикатором корінних і шатунних шийок вала, встановленого в центрах

Для цього на корінні шийки поміщають вимірювальний стрижень індикатора і, повертаючи вал, визначають величину прогину. Якщо прогин перевищує 0,3 мм, вал підлягає виправленню. Правку колінчастого вала здійснюють у холодному стані за допомогою гвинтового або гідравлічного преса. Вали великих розмірів, а також з різким перегином правлять з нагріванням (нагрів до кувальної температури).

Після остаточного ремонту картер компресора промивають гасом і заливають чистою олією. Випробування відремонтованого компресора проводять відповідно до вказівок, приведених в інструкції заводу-виготовлювача.

Оснащення робочого місця:

Технологічне обладнання (подрібнювач, сепаратор, центрифуга, апарат для теплової обробки, хлібопекарська піч, фаршмішалка, компресор), необхідна довідкова література.

Завдання:

Вивчити основні несправності основного технологічного обладнання переробних підприємств та встановити порядок проведення ремонтних робіт на прикладі індивідуальних завдань.

ХІД РОБОТИ:

1. Вивчити основні операції при ремонті обладнання для подрібнення
2. Вивчити особливості проведення ремонтних робіт сепараторів
3. Вивчити основні операції при ремонті підвісної центрифуги
4. Вивчити особливості ремонту апаратів для теплової обробки харчових продуктів
5. Вивчити основні операції при ремонті хлібопекарських печей
6. Вивчити особливості операцій при ремонті фаршмішалок
7. Вивчити порядок проведення ремонтних робіт компресорів

Зміст звіту:

1. Тема роботи
2. Мета роботи
3. Основні операції і методи при ремонті устаткування
4. Схеми очищення труб

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Які основні операції при ремонті устаткування для подрібнення?
2. Які основні операції при ремонті сепараторів?
3. У якому випадку необхідна заміна колеса в черв'ячній парі?
4. Які основні дефекти деталей барабана сепаратора?

5. Які основні операції виконують при ремонті підвісної центрифуги?
6. У чому полягає ремонт апаратів для теплової обробки продуктів?
7. Які методи очищення поверхонь теплообмінника?
8. Які основні операції при ремонті хлібопекарських печей?
9. У чому полягає ремонт компресорів?
10. Яким основним параметрам повинні відповідати відремонтовані циліндри компресорів?

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ:

1. Пружності у пари нових пружин не повинні перевищувати:
 - А) $\pm 0,3$ мм
 - Б) $\pm 0,4$ мм
 - В) $\pm 0,5$ мм
 - Г) $\pm 0,6$ мм
2. Підшипники перед установкою на веретено нагрівають
 - А) в маслі
 - Б) у воді
 - В) у термопечі
 - Г) токами ТВЧ
3. Підшипник перед установкою на веретено нагрівають:
 - А) до 90°
 - Б) до 100°
 - В) до 110°
 - Г) до 120°
4. Швидкість струменя води при гідравлічному способі очищення труб становить, м/с
 - А) понад 50
 - Б) до 20
 - В) до 30
 - Г) до 45

5. Колінчастий вал підлягає виправленню, якщо прогин перевищує:

А) 0,3 мм

Б) 0,25 мм

В) 0,2 мм

Г) 0,15 мм

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №15

Тема: Основні способи відновлення деталей

Мета: Ознайомитися з основними способами відновлення деталей

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Основні способи відновлення деталей

Деталі, початкові розміри яких у процесі експлуатації змінилися, у багатьох випадках можуть бути відновлені. Знос деталей пов'язаний із зміною їх геометричної форми і номінальних розмірів, що викликає порушення посадки спряжених деталей. Деталі можна відновлювати без зміни розмірів і за допомогою установки або видалення прокладок і підтягування різьбових з'єднань; зі зміною початкових розмірів, застосовуючи додаткові втулки, кільця, накладки або деталі ремонтних розмірів для відновлення початкової форми і якості поверхні, а також для відповідної посадки, зазору або натягу в сполучі; із змінами розмірів їх шляхом нарощування зношених поверхонь для отримання ремонтних заготовок і їх слюсарно-механічної обробки чи пластичного деформування у холодному (гарячому) вигляді (роздача, осадка, вдавлювання, накатка, правка та ін.)

При деформуванні, частковому руйнуванні або пошкодженні деталі відновлюють правкою, зварюванням, паянням і склеюванням. Після цього заготовку зі строгою координацією взаєморозташування робочих поверхонь піддають слюсарно-механічній обробці для отримання деталі заданої точності.

Для ремонту і відновлення деталей застосовують такі способи: зварювання електродугове, газове, під шаром флюсу, в середовищі захисних газів; пайка м'якими і твердими припоями; механічна і слюсарна обробка для постановки додаткових елементів; клейове закладення; слюсарно-механічна обробка під ремонтний розмір; наплавлення зносостійких сплавів (вібродугове, електроімпульсне, під шаром флюсу, в середовищі захисних газів); електроіскрове нарощування або руйнування (ерозія); металізація

(електродугова, високочастотна); нанесення на зношені місця полімерних матеріалів у вигляді композицій, що тверднуть.

Вибір того чи іншого методу відновлення деталей обумовлюється його економічністю. Вигідним є той метод, який повністю відновлює експлуатаційно-технічні характеристики деталі, при цьому вартість її відновлення нижче вартості виготовлення нової деталі, а терміни відновлення - коротше термінів виготовлення нової.

Ремонт з установкою додаткових деталей і компенсаторів

Деталь з дефектом поверхні (порушений приєднувальний розмір або її чистота) обробляють на верстаті або за допомогою ручного пристосування до таких розмірів, щоб можна було на оброблену поверхню встановити додаткову (ремонтну) деталь. Робоча поверхня відремонтованої деталі повинна відповідати за розмірами і чистотою технічним вимогам, що пред'являються до нової деталі. Цей спосіб застосовують при ремонті корпусних деталей машин, центрових отворів шківів, муфт зчеплення і зубчастих коліс.

Розміри зношених внутрішніх циліндричних поверхонь зазвичай відновлюють за рахунок розміщення ремонтної втулки (рисунок 15.1).

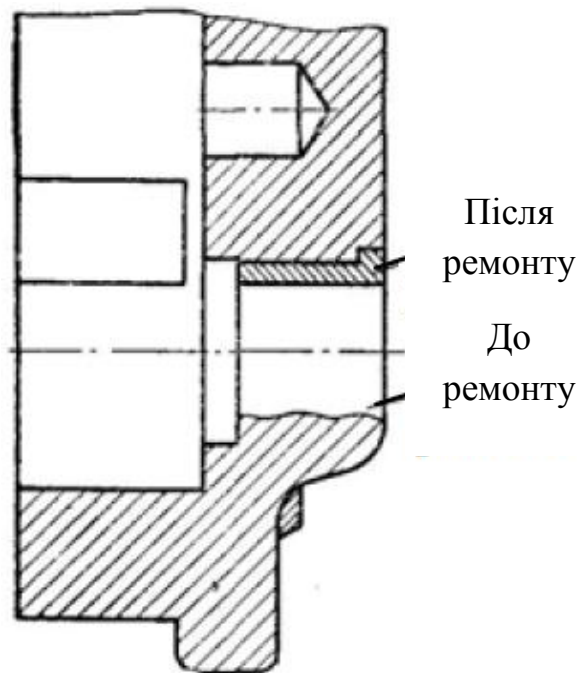


Рисунок 15.1 - Схема установки втулки підшипника в зношеному корпусі

Розміри зношених валів відновлюють напресуванням зовнішніх втулок (рисунок 15.2).

Обламані, викришені або тріснуті припливи або бобишки скріплюють бандажами (рисунок 15.3).

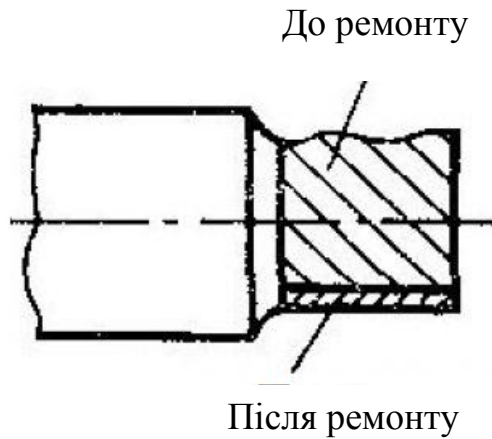


Рисунок 15.2 - Схема напресування зовнішньої втулки на вал

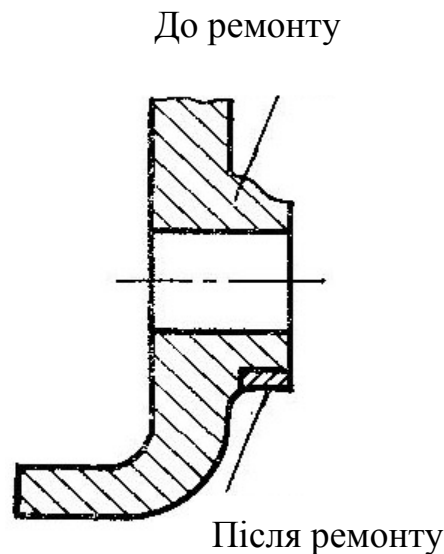


Рисунок 15.3 - Схема установки бандажів для відновлення обломаної бобишки корпусних деталей

Ремонт деталей зварюванням, наплавленням та паянням

Для якісного ремонту обладнання зварюванням механічні властивості металу шва, близькошовної зони і зварного з'єднання у цілому повинні бути не

нижче властивостей основного матеріалу. Це досягається правильним вибором матеріалу, матеріалом електродів і дотриманням оптимальних режимів зварювання. Підготовка до зварювання ремонтованих деталей не відрізняється від підготовки нових. Зону швів ретельно зачищають від корозії та інших забруднень (очистка повинна за шириною на кожную сторону на 10 мм перевищувати ширину шва). На кромках знімають фаски під намічений вид шва.

Низьковуглецеві сталі можна зварювати як газовим, так і електродуговим зварюванням. Середньовуглецеві сталі краще зварювати електродуговим зварюванням. Для зварювання деталей, підданих значним динамічним навантаженням, використовують присадні матеріали, що містять нікель.

Марганцевисті і низьколеговані сталі дозволяється зварювати як газовим, так і електродуговим зварюванням.

Високоміцні, корозійностійкі і різні спеціальні сталі зварюють за особливою технологією із застосуванням спеціальних матеріалів та електродних покриттів. Спрощений підхід до зварювання спеціальних сталей може привести до негативних результатів.

Зварювання чавуну виконують з попереднім загальним або місцевим підігрівом деталей (гаряче зварювання) або без нього (холодне зварювання).

Вибір способу зварювання визначається вимогами до міцності, щільності та оброблюваності шва, а також залежить від розмірів деталі. Гаряча зварка використовується для усунення дефектів на відповідальних сильно навантажених деталях.

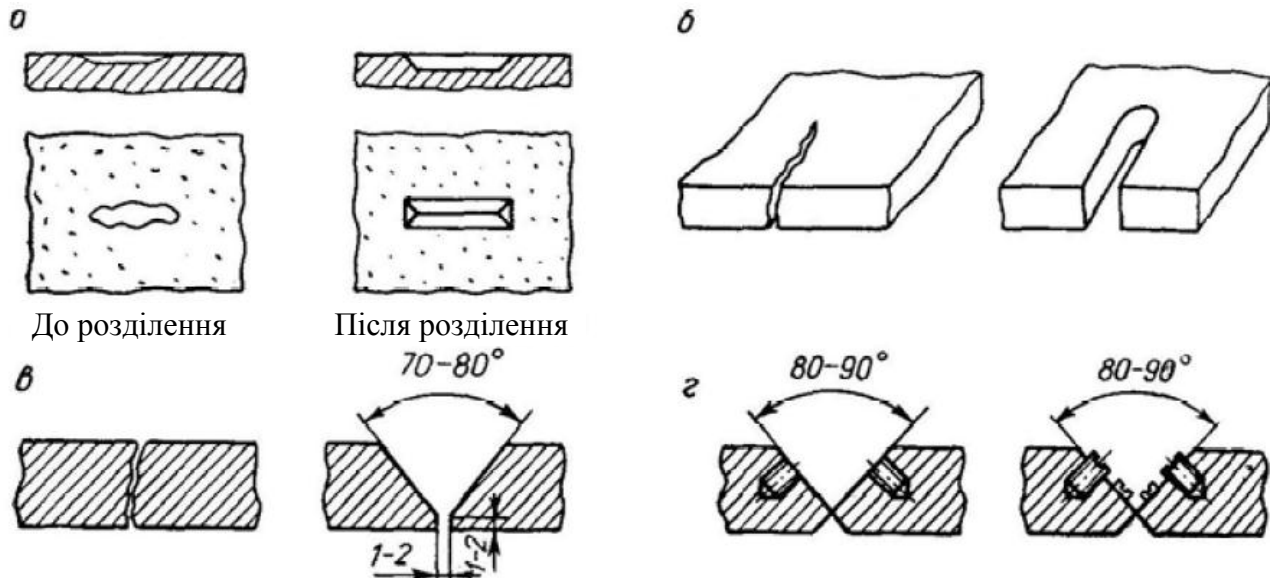
Підготовка чавунної деталі до зварювання проводиться вирубкою, фрезеруванням, свердлінням до чистого металу. Використання зварювальної дуги і зварювальних пальників неприпустимо.

Існують різні способи розділок кромки під зварювання (рисунок 15.4).

Гаряче зварювання чавуну виконують при нагріванні до 70°C, перевищувати зазначену температуру не слід, так як це може викликати

зростання зерна металу, втрату механічної міцності і знизити подальшу працездатність виробу.

Тріщини заварюють, накладаючи шов по черзі короткими валиками з обох кінців, починаючи від висвердлених отворів.



а - тріщина в середині деталі, б - тріщина на краю деталі; в - оброблення крайок для зварювання; г - установка різьбових укруток.

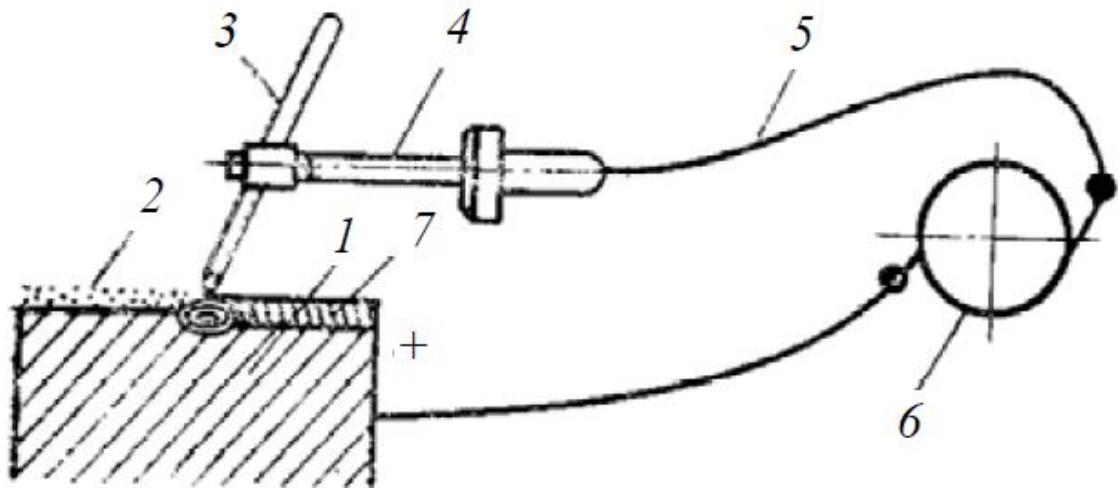
Рисунок 15.4 - Схема підготовки дефекту до зварювання

Наплавлення

Це найбільш доступний і поширений спосіб відновлення. Існує два способи наплавлення: твердим сплавом і металізацією.

При напавленні твердим сплавом зношені місця деталей наплавляються твердим сплавом у кількості, що забезпечує досягти колишні розміри деталі з урахуванням її обробки. Твердими сплавами можна наплавляти робочі поверхні (для зміцнення) як зношених, так і нових деталей обладнання (рисунок 15.5).

При ремонті обладнання харчових виробництв для наплавлення деталей можна застосовувати сталініт, сормайт і електроди з зносостійкими обмазками. За допомогою наплавлення твердих сплавів можна відновлювати зубчасті колеса і сектори, шліцьові вали, зуби блоків конвеєрів, кулачки і т.д.



1 - деталь, 2 - шар сталініту; 3 - електрод; 4 - електродотримач; 5 - гнучкий провід; 6 - зварювальний апарат; 7 - шар наплавленого металу.

Рисунок 15.5 - Схема наплавлення твердим сплавом

Механічну обробку деталей, наплавлених твердим сплавом, обробляють різцями з пластинками з твердих металокерамічних сплавів і шліфувальними кругами. Тверді сплави можна наплавляти на сталеві і чавунні деталі (з попереднім підігрівом).

Застосовується наплавлення металізацією. Наплавлення металізацією полягає у нанесенні на поверхню найдрібніших частинок розплавленого металу за допомогою спеціального апарата металізатора (рисунок 15.6).

Послідовно наносячи ряд шарів на метал, можна отримати загальну товщину наплавленого шару в декілька міліметрів. На деталь можна наносити різні сплави і метали - сталь, мідь, алюміній, ін. Перед металізацією поверхню очищають від бруду, знежирюють і надають шорсткості. Дріт для металізації (присадочний матеріал) підбирається у залежності від призначення і матеріалу ремонтної деталі. Металізація застосовується, в основному, для відновлення зношених деталей циліндричної форми: валів, втулок, штоків, а також в особливих випадках, наприклад, у цілях підвищення жаростійкості, поліпшення теплопровідності і т.д.

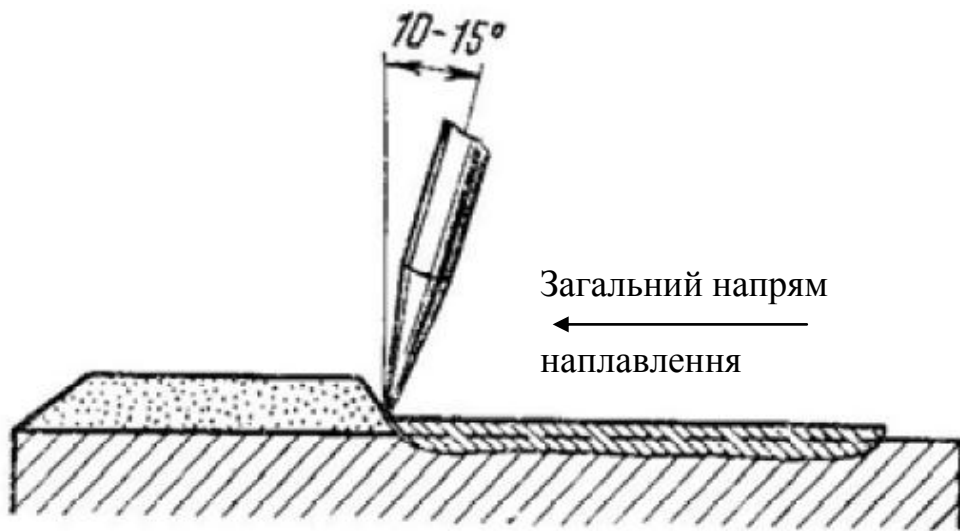


Рисунок 15.6. - Схема розміщення порошкоподібного сплаву і положення вугільного електрода при наплавленні

Ремонт деталей паянням

Паяння використовують при ремонті машин, апаратів, трубопроводів і приладів автоматики для з'єднання і закріплення тонкостінних деталей і деталей з різнорідних металів, ущільнення різьбових з'єднань, усунення пористості зварних швів, пористості чавунних і бронзових виливків, складання схем електричного управління.

Технологія процесу пайки складається з наступних операцій:

- 1) механічного очищення поверхонь;
- 2) нагрівання місця пайки до температури плавлення припою;
- 3) видалення оксидів з поверхонь і запобігання їх від окислення під час паяння;
- 4) введення припою у місце паяння;
- 5) обробки шва.

У залежності від технічних вимог і паяльних з'єднань застосовують паяння легкоплавкими (температура плавлення до 500°C) або тугоплавкими припоями (понад 500°C).

Механічне очищення поверхонь при паянні деталей із сталі і чавуну виконується напилком, шабером або наждаковим папером. Для видалення з

поверхонь деталей, що з'єднуються, плівки окислів і інших домішок, що перешкоджають пайці, використовують флюси у вигляді порошків або паст, які насипають або намазують у необхідному місці. Як флюси, застосовують буру, соляну кислоту, каніфоль, нашатир, хлорид цинку і фторид натрію. Бура рекомендується при паянні твердими припоями, а решта флюсів - при паянні м'якими припоями є каніфоль.

Температура паяння повинна бути на 45 - 50°C вище температури розплавлення припою. При паянні м'якими припоями після очищення місця спаю покривають флюсом і деталі міцно з'єднують одну з іншою за допомогою паяльників. Оптимальні зазори між сполученими поверхнями шва - 0,1 - 0,15 мм. При паянні тугоплавкими припоями паяння виконують мідно-цинковими, мідно-фосфорними або срібними припоями, а також латунями. Поверхні деталей, що сполучаються повинні бути щільно припасовані і стягнуті дротом для забезпечення їх нерухомості. Великі деталі попередньо з'єднують заклепками або з'єднують за допомогою «хвоста».

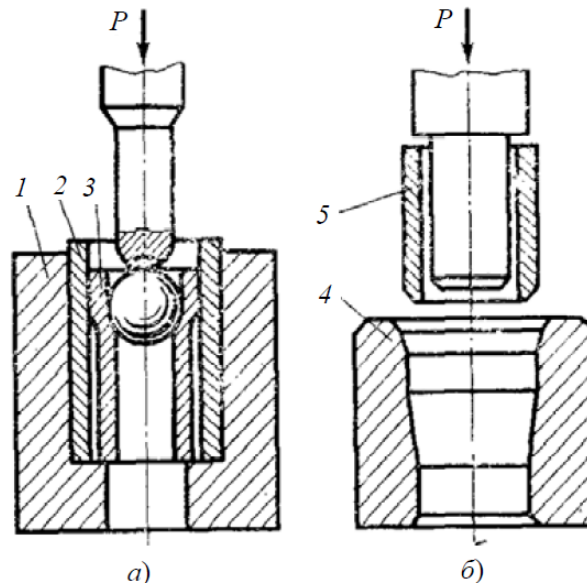
Паяння алюмінію та його сплавів виконується або з механічним видаленням оксидної плівки загостреним інструментом (абразивна пайка), або з хімічним її розчиненням високоактивними флюсами (Ф380А; 34А), що містять фториди і хлориди калію, натрію й літію.

Для припаювання до міді, сталі та їх сплавів алюміній попередньо лудять чистим цинком, після чого пайку виконують звичайним способом. По закінченні пайки залишки флюсу (щоб уникнути роз'єднання) повинні видалятися з швів щітками. Потім шви слід промити спочатку гарячою водою, а потім холодною.

Ремонт деталей із застосуванням тиску

Спосіб заснований на відновленні розмірів сполучених поверхонь шляхом перерозподілу металу в обсязі деталі. Спрямоване переміщення металу досягається за допомогою спеціальних пристосувань: матриць, пуансонів, оправок; при цьому прикладаються зусилля, що перевищують межу текучості матеріалу.

Ремонт способом пластичної деформації (рисунок 15.7) застосовується тільки для деталей, виготовлених з пластичних матеріалів (сталь, мідь, алюміній, латунь).



а - роздача поршневого пальця, б - обтиск втулки; 1 - підставка; 2 - матриця; 3 - палець; 4 - обтиск; 5 – втулка.

Рисунок 15.7 - Схема зміни розмірів деталі пластичною деформацією

Для підвищення пластичності деталі перед обробкою попередньо відпалюють.

Існують способи відновлення деталей тиском. До них відносяться: осадка, роздача, обтиск, правка, накатка та карбування.

Осадку застосовують для збільшення зовнішнього діаметра або зменшення внутрішнього діаметра за рахунок зменшення висоти деталі.

Роздачею відновлюють порожні циліндричні деталі, у яких знос зовнішньої поверхні компенсується за рахунок зменшення товщини стінки.

Обтиск застосовують для зменшення розміру внутрішньої поверхні за рахунок зменшення розміру зовнішньої поверхні деталі. Зовнішній діаметр обтиснення втулки відновлюють електролітичним шляхом, а внутрішній діаметр розгортають до необхідного розміру.

Правкою відновлюють вали, вісі, тяги, штанги, важелі, балки та інші деталі. Процес здійснюють на пресах, плитах за допомогою спеціальних

пристосувань. Деталі виправляють у холодному стані або після нагрівання (при наявності в них великих деформацій).

Накаткою збільшують розміри термічно необроблених поверхонь, на яких встановлюють деталі з нерухомою посадкою (шийки валів і вісей та ін.) Циліндричні поверхні накочують рифленим роликком на токарному верстаті. Аналогічний результат отримують при керненні поверхонь. Накатану або накернену деталь шліфують під розмір, що забезпечує необхідну посадку.

Чеканка полягає в усуненні дефектів (непроварів, раковин, дрібних тріщин) за рахунок пластичної деформації поверхневих шарів металу за допомогою спеціальних інструментів - карбувань. Цей спосіб ремонту застосовується переважно для усунення невеликої течі в зварних і клепаних швах теплообмінних апаратів.

Розглянуті способи ремонту економічно доцільно застосовувати тільки при виправленні великих партій однакових деталей.

Крім перерахованих вище способів у харчовій промисловості знаходять застосування наступні способи: ремонт деталей шляхом електролітичного нарощування металу; хіміко-термічна обробка при ремонті деталей; ремонт деталей електроіскровою обробкою; ремонт деталей з пластичних мас механічною обробкою і зварюванням; ремонт деталей склеюванням та захистом поверхонь деталей від корозії.

Ремонт ушкоджень цілісності і форма зварювальних швів в апараті

Розрізняють три типи тріщин:

1. Нескрізні, неглибокі (глибина не більше 0,4) товщини перетину.
2. Наскрізні вузькі тріщини.
3. Наскрізні широкі тріщини з розбіжністю країв більш ніж на 15 мм.

Усі тріщини, а також пори, свищі усуваються зварюванням. У алюмінієвих, мідних, нікелевих, свинцевих апаратах їх паяють.

Зварювання тріщин першого роду:

Тріщини обробляють під зварювання односторонньою вирубкою на максимальну глибину із зняттям крайок під кутом 50 - 60 °. Довгі тріщини

зварюють для зниження термічного ефекту ділянками, одноступінчастим швом (рисунок 15.8).

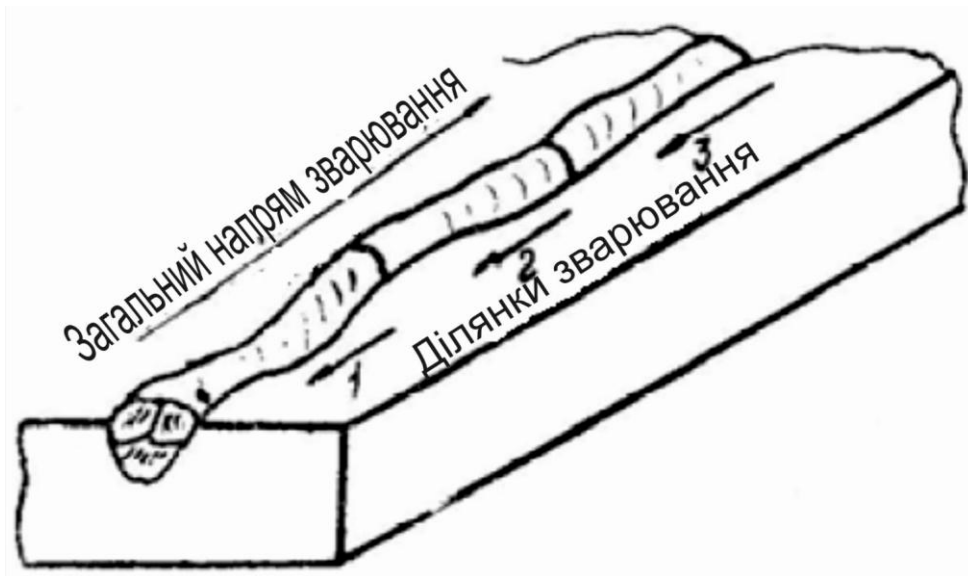


Рисунок 15.8 - Схема тріщин першого роду

Зварювання тріщин другого роду

Тріщини обробляють на всю товщину вирубкою зубилом або прорізом газом (без наклепу): v-швів при $\delta \leq 12 - 15$ мм; х-швів при $\delta > 12 - 15$ мм (рисунок 15.9).

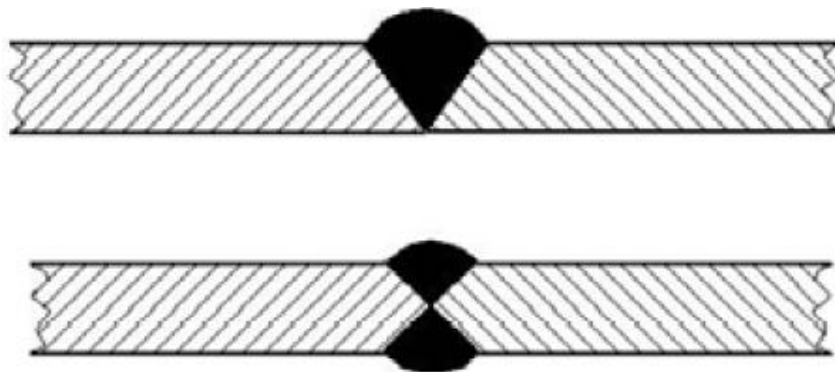
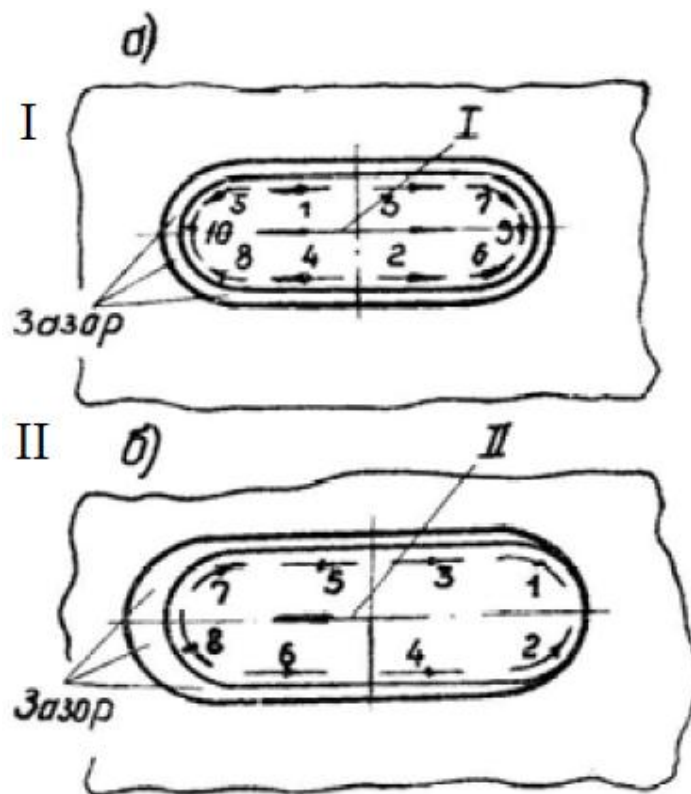


Рисунок 15.9 - Схема швів другого роду

Тріщини з $L < 100$ мм - заварюють за один прохід одноступінчастим методом і з багат шаровим накладенням швів.

Зварювання тріщин третього роду

Газом вирізують ділянку поверхні металу разом з тріщиною, а в виріз вварюють латки (щоб уникнути великих термічних напруг). Довжина вирізаного шматка 50 - 100 мм більше довжини тріщини, ширина не менше 250мм. Латки доварюють врівень з основним металом, тобто вона повинна мати ту ж форму, що і у ремонтваної поверхні. Площа однієї латки не повинна перевищувати $1/3 F$ листа металу в місці ремонту. Заварка тріщин всіх трьох типів у відповідній апаратурі регулюється правилами Держгіртехнагляду по зварюванню металу при $P > 0,7$ атм (рисунок 15.10).



а - симетрична: I - загальний напрям зварювання від центру до країв;
б - зрушена: II - загальний напрям зварювання до зазору.

Рисунок 15.10 - Схема заварки тріщин латкою

Оснащення робочого місця:

Технологічне обладнання (подрібнювач, сепаратор, центрифуга, апарат для теплової обробки, хлібопекарська піч, фаршмішалка, компресор), необхідна довідкова література.

Завдання:

Вивчити основні способи відновлення деталей та отримати навички у ремонті зварних швів апаратами.

ХІД РОБОТИ:

1. Вивчити основні способи відновлення деталей
2. Вивчити типи та форми зварних швів

Зміст звіту:

1. Тема роботи
2. Мета роботи
3. Способи відновлення деталей з ескізами
4. Ремонт зварними швами з ескізами

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Які застосовують способи відновлення при деформуванні або ушкодженні деталі?
2. У чому полягає підготовка до зварювання ремонтованих деталей?
3. У чому особливості підготовки до зварювання чавунних виробів?
4. Які способи наплавлення, у чому їх особливості?
5. Які Ви знаєте способи відновлення деталей тиском?
6. Назвіть типи тріщин і способи їх усування?

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ:

1. Зону швів при підготовці до зварювання зачищають від корозії по ширення на кожну сторону на:

- А) на 10 мм

B) на 4 мм

C) на 6 мм

D) 8 мм

2. Гаряче зварювання чавуну виконують при нагріванні до:

A) 70°C

B) 80°C

C) 90°C

D) 100°C

3. Температура паяння повинна бути вище температури плавлення припою до:

A) 45-50°C

B) 5-10°C

C) 15-20°C

D) 30-40°C

4. При зварюванні тріщин першого роду їх обробляють зі зняттям кромки під кутом:

A) 50-60°C

B) 30-40°C

C) 20-30°C

D) 10-20°C

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №16

Тема: Статичне балансування обертових частин машини

Мета: Закріплення теоретичних знань студентів та вироблення у них практичних навичок статичного балансування.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Статичним балансуванням називають процес усунення статичної нерівноваженості обертових частин машин і апаратів: зубчастих коліс, роторів і т.д. Статична нерівноваженість характеризується тим, що вісь обертання тіла розташовується паралельно його головній центральній вісі інерції (див. форм. 16.1). При цьому центр маси тіла (ц.м.), що співпадає з центром ваги (ц.в.), не лежить на вісі обертання, а зміщений відносно неї на деяку відстань e .

При обертанні статично нерівноваженого тіла виникають нерівноважені відцентрові сили (надалі відцентрові), які через опорні елементи (підшипники) сприймаються і врівноважуються зовнішньою системою. Відцентрова сила ($F_{ц}$), що виникає внаслідок статичної нерівноваженості ротора, прикладена в точці розташування центру маси, діє за нормаллю до кола, описуваного центром маси (отже обертається спільно з ротором), і має величину, рівну

$$F_{ц} = m_p e \omega^2 (2\pi n) \quad (16.1)$$

де m_p - маса ротора, кг;

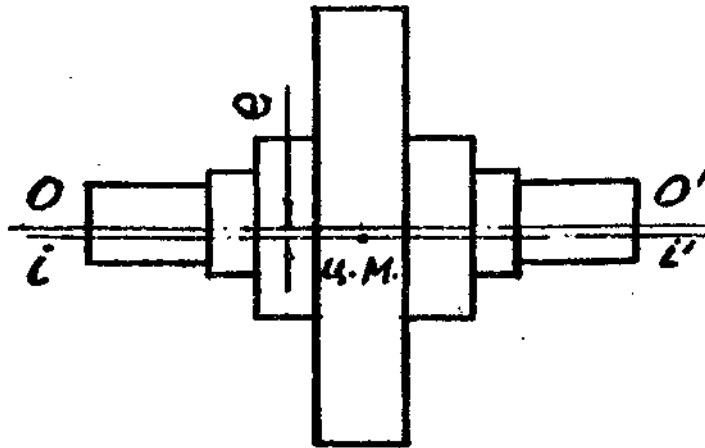
e - зсув центру маси ротора щодо вісі обертання, м;

ω - кутова швидкість обертання ротора, рад/с;

n - частота обертання ротора, s^{-1}

Легко підрахувати, що на ротор масою $m_p = 10$ кг, що обертається з частотою $n = 50 s^{-1}$ і має зсув $e = 0,1$ мм, діятиме відцентрова сила величиною $F_{ц} = 99$, Н або 9,9 кгс. З даного прикладу видно, якій великої величини може досягати відцентрова сила навіть при настільки незначному зміщенні центр маси ротора щодо вісі обертання. Особливо великі відцентрові сили

спостерігаються у роторів, що обертаються з високою швидкістю ($n > 50 \text{ с}^{-1}$), так як оскільки величина $F_{ц}$ пропорційна квадрату швидкості обертання.



$O-O_1$ - вісь обертання ротора; $i-i_1$ - головна вісь інерції ротора; e - зміщення центру маси ротора відносно його вісі обертання

Рисунок 16.1 - Статична нерівноваженість ротора

Кількісною оцінкою статичної нерівноваженості ротора прийнято вважати або величину зміщення центру маси ротора щодо вісі обертання, або статичний момент ротора ($M_{ст}$), або коефіцієнт статичної нерівноваженості ротора ($K_{ст}$); останній параметр показує, у скільки разів відцентрова сила, викликана статичною нерівноваженістю, перевищує вагу ротора і визначається за співвідношенням:

$$K_{ст} = F_{ц} / G_p = m_p e \omega^2 / (m_p g) = e \omega^2 / g \quad (16.2)$$

де G_p - вага ротора;

g - прискорення вільного падіння.

Зі співвідношення (16.2) випливає, що коефіцієнт статичної нерівноваженості ротора можна розглядати як відношення відцентрового прискорення центра маси ротора ($a_{ц} = e \omega^2$) до прискорення вільного падіння.

Статичний момент ротора являє собою твір добутку величини центру маси ротора щодо вісі обертання на вагу ротора.

$$M_{ст} = eG = e m_p g \quad (16.3)$$

Статичний момент змушує статично неврівноважений ротор приймати таке положення у просторі (за наявності поля тяжіння і відсутності тертя в опорах), при якому його потенційна енергія буде мінімальна. У звичайних умовах це відповідає тому, що з усіх можливих положень центр маси ротора займе точку, найменш віддалену від центру Землі. Статичний момент дозволяє виявити статичну неврівноваженість ротора навіть без його обертання. Тому даний вид неврівноваженості і називається статичним.

На практиці статична неврівноваженість обертових елементів устаткування може бути викликана різними причинами: неточністю виготовлення ротора (биття вала, неспіввісність робочого органу і вала і т.д.); наявність порожнин або сторонніх включень у тілі ротора; нерівномірному зносом частин ротора (шийок валу, робочих органів) та ін. Відцентрові сили від неврівноважених мас є однією з основних причин вібрації обладнання і можуть робити істотний вплив на його надійність і якість функціонування. З метою усунення негативного впливу відцентрових сил на обладнання їх обертові деталі і складальні одиниці піддають балансуванню, статичному чи динамічному.

Статичному балансуванню піддаються переважно ротори дископодібної форми нешвидкохідних машин. Умови застосування статичного балансування припускають виконання трьох співвідношень.

$$\left. \begin{aligned} L/D &\leq 1 \\ n &\leq 166,7 \cdot c - 1 \\ (1 - 0,45 \lg n) / (L/D) &\geq 1 \end{aligned} \right\} \quad (16.4)$$

Внаслідок того, що статичне балансування не дозволяє виявляти динамічну і змішану неврівноваженість, її не застосовують для відповідальних і швидкохідних машин.

Сутність процесу статичного балансування полягає у тому, що до легкої сторони ротора, діаметрально протилежно зміщеному центру маси, прикріплюється врівноважуючий вантаж такої величини, при якому статична неврівноваженість ротора або усувається повністю, або знижується до гранично

допустимої величини. Врівноважуючий вантаж змінює положення центру маси ротора і дозволяє зменшити його зміщення від вісі обертання до скільки завгодно малої величини.

Існують різні способи і пристрої для здійснення статичного балансування обертових тіл. Найбільше практичне застосування отримали пристрої з лінійними опорами і горизонтальним розташуванням вісі балансувального ротора. Пристрої цього виду прості у виготовленні і забезпечують найкращу якість балансування.

Довжина (L) лінійних опор призначається такою, щоб ротор при перекочуванні міг зробити 1,5-2 обороти в обидві сторони від центру опор:

$$L = (3-4)\pi d \quad (16.5)$$

де d -діаметр шийки валу ротора.

Практичні методи балансування

На практиці процес статичного балансування роторів за допомогою пристроїв з лінійними опорами виконують у п'ять стадій:

- 1) грубе балансування;
- 2) точне балансування;
- 3) вибір розташування і величини робочих, що врівноважує вантаж;
- 4) встановлення та кріплення робочих врівноважених вантажів;
- 5) контроль якості балансування;

Грубе балансування виконується з метою усунення явної неврівноваженості ротора без урахування сил опору, що перешкоджають його обкатуванню на опорах. Грубе балансування проводиться таким чином. Ротор поміщають на пристрій так, щоб його вісь обертання розташовувалася горизонтально і перпендикулярно лінійним опорам. Бажано, щоб ротор був надітий на власний робочий вал. У разі неможливості виконання цієї вимоги ротор кріпиться на спеціально виготовлену оправку. Якщо вал ротора має різні діаметри опорних шийок, то на меншу з них виточують вирівнюючу втулку. У початковому стані ротор розташовують у середній частині пристрою і надають

лінію позначають міткою 4. Сторона ротора, позначена міткою 4 (де розташований зміщений центр ваги), називається важкою.

Протилежна від вісі обертання сторона ротора називається легкою. Потім приступають до усунення явної статичної неврівноваженості ротора. Для цього ротор орієнтують на балансувальному пристрої таким чином, щоб мітка 4 перебувала в горизонтальній площині. До легкої сторони ротора в зручному місці (як правило, на бічній поверхні) прикріплюють врівноважений вантаж такої величини, при якому на ротор перестає діяти статичний момент. При цьому він повинен знаходитися у стані рівноваги при будь-якому його положенні на опорах. Величина врівноваженого вантажу підбирається дослідним шляхом.

Ознакою правильності підбору величини врівноваженого вантажу є відсутність руху ротора в будь-яку сторону при розташуванні мітки 4 в горизонтальній площині як справа, так і зліва від вісі обертання. Для врівноваження зручно користуватися або невеликими магнітами масою 1-3 г (якщо ротор виготовлений з магнітопровідного матеріалу), або пластиліном, щоб додавати дрібними порціями до обраного місця на поверхні ротора.

Виконуючи грубе балансування, слід дотримуватися наступних правил:

- площину корекції (площина, перпендикулярна вісі обертання, у якій розташовується центр маси врівноваженого вантажу) повинна або проходити через центр маси ротора, або розташовуватися на незначній відстані від нього;

- врівноважений вантаж бажано поміщати на такій відстані від вісі обертання до центра маси вантажу;

- місце розташування врівноваженого вантажу, по можливості, має збігатися з місцем розташування робочого врівноваженого вантажу.

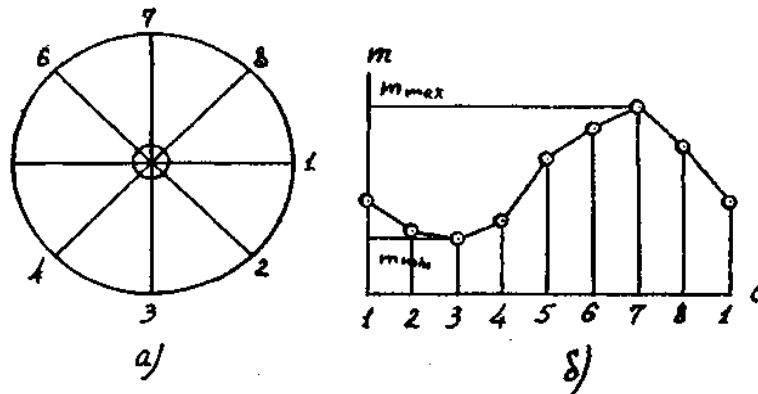
Якщо остання вимога виконується, то відпадає необхідність перерахунку маси врівноваженого вантажу при зміні радіусу його розташування щодо вісі обертання.

Після усунення неврівноваженості ротора приступають до виконання другої стадії - точного балансування. Точне балансування здійснюється з метою

усунення прихованої неврівноваженості ротора, яка через наявність сил, що перешкоджають вільному перекочуванню ротора на опорах, не призводить до його обертання. Сили опору перекочуванню ротора можуть бути обумовлені різними причинами:

- негоризонтальність і непаралельність лінійних опор;
- недостатня твердість і погана якість обробки робочих поверхонь опор і шийок вала;
- Наявність дефектів (подряпин, вм'ятин) і забруднень (пилу, липких речовин) на опорах і шийках вала;
- Прогин опор і вала і т.д.

Точне балансування виконується наступним чином. Торцева поверхня ротора (див. рисунок 16.3) ділиться на 8,12 або 16 рівних секторів. Лінії, що ділять торцеву поверхню на сектори, нумеруються по порядку. Напрямок нумерації лінії може бути довільним: за годинниковою стрілкою або проти. Ротор з прикріпленим до нього врівноваженим вантажем повертають таким чином, щоб лінія під номером 1 опинилася у горизонтальній площині.



а - розбивка ротора на сектори, б - діаграма розбалансування ротора

Рисунок 16.3 - Визначення прихованої неврівноваженості ротора

До бічної поверхні ротора напроти лінії I прикріплюють пробний вантаж такої величини, маса якого достатня (без надлишку) для виведення ротора із стану рівноваги. Величину пробного вантажу, що приводить до розбалансування ротора, визначають дослідним шляхом за допомогою

послідовного прикріплення до ротора дрібних порцій пластиліну до тих пір, поки ротор не прийде в рух. Потім вантаж знімають і зважують на вагах з точністю до десятих часток грама. Аналогічні операції по черзі виконують для всіх інших положень ротора, позначених номерами. За даними про величину пробних вантажів, що викликають розбаланс ротора в його різних положеннях, будують діаграму (рисунок 16.3). За діаграмою визначають максимальну (m_{\max}) і мінімальну (m_{\min}) масу пробного вантажу, необхідного для виведення ротора з рівноваги.

Там, де розташовувався вантаж найбільшої величини, знаходиться легка сторона ротора, а в тому місці, де встановлювався вантаж найменшої величини, знаходиться важка сторона ротора. Слід підкреслити, що вантажі m_{\max} і m_{\min} повинні знаходитися у діаметрально протилежних точках. Для усунення прихованої невривноваженості ротора до його легкої стороні прикріплюють коригувальний вантаж, маса якого визначається за формулою:

$$m_k = 0,5(m_{\max} - m_{\min}) \quad (16.6)$$

Момент опору (тертя), обумовлений силами, які перешкоджають вільному перекачуванню ротора на опорах, складе

$$M_{mp} = m_k g R_k \quad (16.7)$$

де R_k - відстань від центру маси коригувального вантажу до вісі обертання ротора.

Сумарна сила опору (тертя), діюча за дотичною у центрі майданчика контакту шийок валу і лінійних опор, складе

$$F_{mp} = M_{mp} / r = 2m_k g R_k / d \quad (16.8)$$

де $r = d/2$, d - відповідно, радіус і діаметр шийки валу.

Відношення сили опору до ваги ротора характеризує чутливість балансувального пристрою і визначає якість балансування ротора.

$$\delta = \frac{F_{mp}}{G} = \frac{2m_k g R_k}{m_r d} \quad (16.9)$$

Другий етап балансування вважають закінченим, якщо визначені величина і місце установки коригувального вантажу.

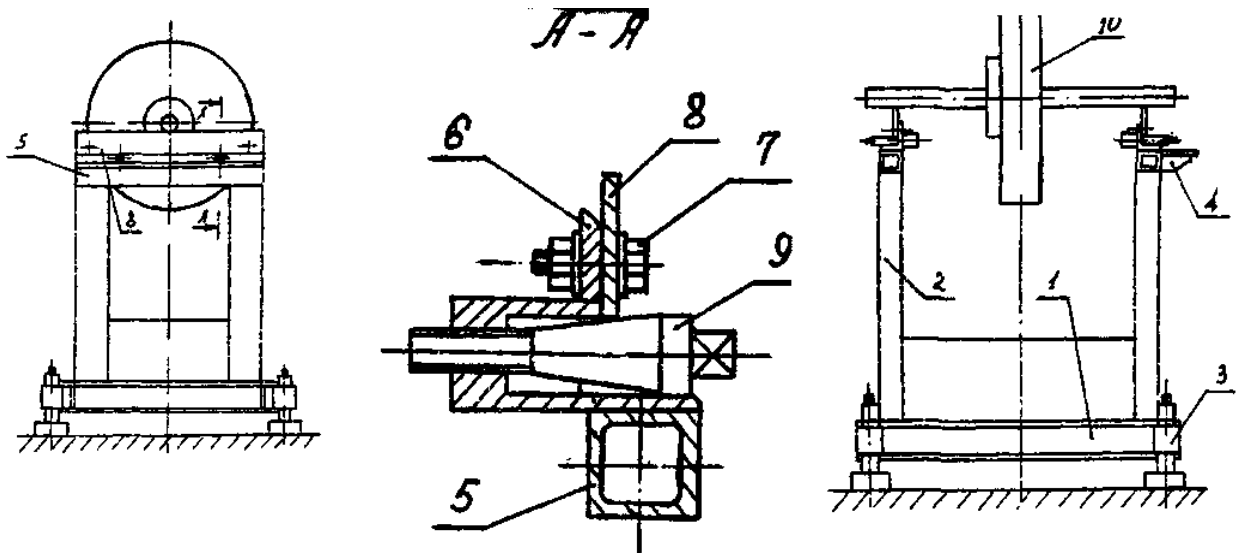
Після нього приступають до визначення місця розташування і величини робочого врівноваженого вантажу. Для забезпечення працездатності ротора в процесі експлуатації необхідно замінити тимчасові врівноважені і коригувальні вантажі одним робочим вантажем, який буде знаходитися на роторі постійно. Матеріал робочого вантажу, його місце розташування і вид з'єднання з ротором повинні вибиратися з урахуванням безпеки, надійності та довговічності обладнання. Береться до уваги вимога технологічності ремонтно-відновних операцій, наприклад, зручність кріплення вантажу. На практиці при виконанні ремонту обладнання найбільше застосування отримали наступні способи усунення неврівноваженості роторів:

- кріплення робочого вантажу до легкої стороні ротора за допомогою нероз'ємних з'єднань (зварювання, паяння, клепка);
- кріплення робочого вантажу до легкої стороні ротора за допомогою роз'ємних з'єднань (різьби, затискачів);
- видалення надлишкової частини матеріалу з важкої боку ротора за допомогою свердління або шліфовки.

У деяких випадках при виконанні балансування до ротора кріпиться не один, а кілька врівноважених робочих вантажів. Однак слід прагнути до того, щоб їх кількість була мінімальною, тому що збільшення числа вантажів ускладнює процес їх підбору. Третій етап балансування починають з вибору місця установки робочого врівноваженого вантажу. Місце встановлення вантажу повинно відповідати вимогам безпеки, не порушувати нормальний режим роботи обладнання і задовольняти прийнятним способам кріплення вантажу.

Останньою стадією статичного балансування є контроль якості врівноваження ротора. Ця стадія виконується наступним чином. Ротор після установки робочого врівноваженого вантажу знову поміщається на балансувальний пристрій. Правильно відбалансований ротор повинен

перебувати в стані рівноваги в будь-якому положенні. Повертаючи ротор на різний кут, слід переконатися у тому, що він не буде перекочуватися по опорах з будь-якого становища. Якщо дана вимога виконується, процес статичного балансування вважають закінченим. В іншому випадку процес балансування повторюється.



1 - основа, 2 - стійка, 3 - гвинтова опора, 4 - бульбашковий рівень, 5 - поперечина, 6 - планка, 7-болти кріплення, 8 - ножі, 9 - гвинти регульовальні, 10 - ротор.

Рисунок 16.5 - Схема лабораторного стенду для статичного балансування роторів

Опис лабораторних стендів і методики виконання статичного балансування

Лабораторний стенд для вивчення та виконання операції статичного балансування включає (див. рисунок 16.5) зварену станину, що складається з підстави 1 і чотирьох стійок 2. Підстава включає чотири гвинтові опори 3, за допомогою яких стійкам надається строге вертикальне положення. Контроль за вертикальністю стійок здійснюється за бульбашковим рівнем 4. У верхній частині стійки попарно з'єднуються поперечинами 5. До поперечин за допомогою куточків 6 і болтів 7 кріпляться ножі 8. Ножі можуть переміщатися

у вертикальній площині за допомогою регулювальних гвинтів 9. У робочому стані опорні поверхні ножів повинні лежати в єдиній горизонтальній площині. Балансувальний ротор 10 поміщається на ножі таким чином, щоб його вісь розташовувалася горизонтально і проходила через середини ножів. Торцева поверхня ротора повинна бути заздалегідь підготовлена, тобто на ній проводяться лінії, що ділять торцеву поверхню на 8 або більше (12, 16) рівних секторів (див. рисунок 16.3а).

Операція статичного балансування ротора на ножах виконується в наступному порядку.

1. Перевіряється правильність установки станини. При правильному положенні станини газова бульбашка рівня 4 повинна розташовуватися в центрі його оглядового віконця. У разі недотримання цієї вимоги необхідно виставити станину в задане положення за допомогою гвинтових опор 3.

2. Перевіряється правильність установки ножів 8. Перевірка правильності установки ножів здійснюється за допомогою брускового рівня і рейки, що входять до складу приладдя стенду (див. таблицю 16.1). При установці рівня на опорні поверхні ножів, а також на рейку, вміщену на балансувальний пристрій замість ротора, газова бульбашка рівня повинна розташовуватися по центру його скляної колби. У разі недотримання даної вимоги послаблюють болти 7 і обертанням регулювальних гвинтів 9 домагаються горизонтального положення опорних поверхонь ножів і рейки, що лежить на обох ножах одночасно. Після завершення регулювання виробляють затяжку болтів 7 і знову перевіряють правильність установки ножів, тому в процесі затягування кріпильних елементів може відбутися зміна їх положення.

3. Балансувальний ротор поміщається на ножі і робиться його балансування згідно з методикою. Вимірювання геометричних розмірів ротора, ваги, лінійних і кутових координат розташування центрів тяжіння, що врівноважують, пробних і коригувальних вантажів здійснюється за допомогою вимірювальних засобів, зазначених нижче (див. перелік вимірювальних засобів інструментів та матеріалів).

Оснащення робочого місця:

Технологічне обладнання (подрібнювач, сепаратор, центрифуга, апарат для теплової обробки, хлібопекарська піч, фаршмішалка, компресор), необхідна довідкова література.

Завдання:

Вивчити основні способи відновлення деталей та отримати навички у ремонті зварних швів у апаратах.

ХІД РОБОТИ:

1. Вивчити способи відновлення деталей
2. Перевірити правильність установки станини.
3. Перевірити правильність установки ножів
4. Провести балансування ротора
5. Провести необхідні вимірювання за допомогою вимірювальних засобів.

Зміст звіту:

1. мета і завдання роботи;
2. опис лабораторного стенду і методики виконання статичного балансування;
3. висновки по роботі.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Дайте визначення поняттям: статична неврівноваженість ротора, статичний момент, коефіцієнт статичної неврівноваженості, процес (операція) статичного балансування площини корекції, що врівноважує вантаж, робочий врівноважений вантаж, точність балансування, чутливість балансувального пристосування (верстата).
2. У чому полягають особливості "грубого" та "точного" статичного балансування?

3. Які вимоги пред'являються до лінійних опор балансувальних пристроїв?
Як залежить ширина робочої поверхні лінійної опори від ваги ротора?
4. Розкажіть про будову і дію балансувального пристосування з лінійними опорами.
5. Які фактори обмежують точність балансування роторів на пристосуванні з лінійними опорами.
6. Скільки етапів включає операція статичного балансування?

ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ:

1. Статичний момент дозволяє виявити
 - А) статичну невірноваженість ротора
 - Б) статичну невірноваженість опор
 - В) статичну врівноваженість ротора
 - Г) статичну врівноваженість опор
2. Статичну балансування застосовують
 - А) для тихохідних машин
 - Б) для швидкохідних машин
 - В) для машин з зворотно поступальним рухом
 - Г) для відповідальних машин
3. Статичну балансування за допомогою пристроїв з лінійними опорами виконує
 - А) в 5 стадіях
 - Б) в 4 стадіях
 - В) в 3 стадіях
 - Г) в 2 стадіях
4. Торцева поверхня ротора ділиться, (рівних секторів)
 - А) на 8; 12; 16;
 - Б) на 2; 4; 6;
 - В) на 4; 6; 8;
 - Г) на 6; 8; 12;

5. Статична неврівноваженість характеризується тим, що:

А) вісь обертання тіла розташовується паралельно його центральній осі інерції;

Б) вісь обертання тіла розташовується перпендикулярно його центральній осі інерції;

В) вісь обертання тіла розташовується під кутом 30° його центральній осі інерції;

Г) вісь обертання тіла розташовується під кутом 60° його центральній осі інерції;

*Ялпачик Володимир Федорович
Ломейко Олександр Петрович
Циб Віктор Григорович
Ялпачик Федір Юхимович
Самойчук Кирило Олегович
Олексієнко Вадим Олександрович
Шпиганович Тетяна Олександрівна*

МОНТАЖ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ І РЕМОНТ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Навчальний посібник

Комп'ютерна верстка Штепа А.А.
Редактор Котенко В.І.

Підписано до друку 23.12.2013. Формат 60x84/16. Памір офсетний.
Гарнітура Times New Roman. Друк ризографічний. Ум. друк. арк. 18,14.
Наклад 500 прим. Зам. № .

ТОВ "Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні"
72312, м. Мелітополь, вул. К.Маркса, 21
т. (0619) 44-01-43, тел./факс (06192) 6-74-43
e-mail: mmdprint@mail

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виробників
і розповсюджувачів видавничої продукції
від 26.09.2003 р., серія ДК №1509

Надруковано з оригіналу-макету
ПП Вівтоніченко О.В.