

Тема 12. Внутрішнє облаштування водопровідних насосних станцій

1. Визначення розрахункових позначок насосів, фундаментів та підлоги.
2. Визначення розмірів машинного залу по висоті.
3. Розрахунок та конструювання всмоктувальних трубопроводів.
4. Розрахунок та конструювання напірних трубопроводів.
5. Схеми перемикань на внутрішніх трубопроводах насосних станцій.
6. Характерні схеми влаштування трубопроводів станцій
7. I та II підйому

12.1 Позначка осі насосу та пов'язана з нею позначка верха фундаменту насосного агрегату визначаються в залежності від прийнятої схеми установки насосу. Насоси, розташовані під заливом, повинні встановлюватись так, щоб верх корпусу знаходився на $0,3 \div 0,5$ м нижче мінімального розрахункового рівня води в приймальному резервуарі (рисунок 8.1). Таке розташування насосу забезпечує простоту та надійність його запуску. Слід зауважити, що при горизонтальній конструкції всмоктувальної труби необхідно перевірити, щоб її верх був заглиблений під мінімальний рівень в резервуарі не менше, ніж на $1,2D_{\text{вх}}$. Діаметр вхідного отвору ($D_{\text{вх}}$) приймають в $1,25 \div 1,5$ рази більше діаметра всмоктувальної труби $d_{\text{в}}$.

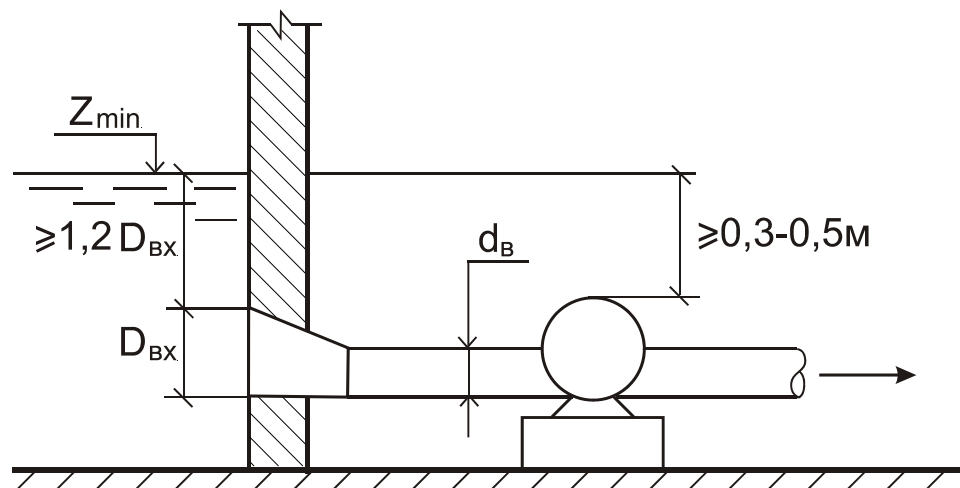


Рисунок 12.1

При розташуванні насосів з позитивною висотою всмоктування граничне перевищення позначки осі насоса над мінімальним рівнем води в резервуарі визначається за формулою:

$$H_{\tilde{a}\tilde{a}}^{\tilde{a}\tilde{a}} = H_{\hat{a}\hat{a}}^{\hat{a}\hat{a}} - h_a ,$$

де $H_{\tilde{a}\tilde{a}}^{\tilde{a}\tilde{a}}$ – допустима вакууметрична висота всмоктування насоса при заданій подачі (приймається з паспортних характеристик насоса з урахуванням поправок на атмосферний тиск та температуру води), м;

h_a - втрати напору у всмоктувальній лінії, м.

В паспортних характеристиках насосів величина $H_{\tilde{a}\tilde{a}}^{\tilde{a}\tilde{a}}$ наводиться для нормального атмосферного тиску (1 атм) при температурі води 20°C, тому її необхідно уточнювати за раніше розглянутою методикою.

Після визначення позначки осі насоса визначають позначку верха фундаменту насосного агрегату та підлоги машинного залу з врахуванням розташування трубопроводів та арматури, тобто забезпечення необхідної відстані від підлоги до низу труби $h_{н.т}$ (рисунок 8.2).

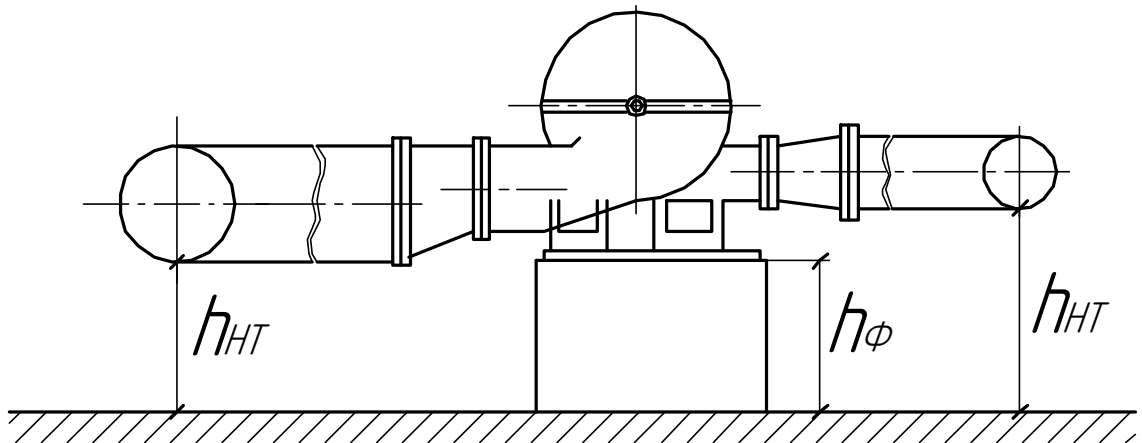


Рисунок 12.2

В наземних насосних станціях висота фундаменту над підлогою може прийматися не менше 150÷200 мм. В заглиблених та напівзаглиблених

насосних станціях для захисту від можливого затоплення при аварії висоту фундаменту приймають не менше 0,5 м. Глибина закладання фундаменту насосного агрегату в наземних та напівзаглиблених станціях повинна бути не менше 500-600 мм. В заглиблених насосних станціях камерного або блочного типу фундамент насосу спирається на монолітну конструкцію або залізобетонну плиту, що є основою будівлі.

8.2 В загальному випадку висота машинного залу насосної станції дорівнює сумі висот підземної частини та верхньої будівлі.

Висота підземної частини насосної станції заглибленого типу залежить головним чином від розташування робочого колеса насосу відносно мінімального рівня води в джерелі або резервуарі, яке визначається, в свою чергу, допустимою геометричною висотою всмоктування, або потрібним підпором. В загальному випадку вона розраховується за формулою:

$$h_{i,\pm} = h_{\delta} + h_{i,\text{ан}} \pm H_{\text{а.а}}^{\text{а.і}} + \Delta \hat{E} D - h_{\text{ç.і}} ,$$

де h_{δ} – висота фундаменту над підлогою, м;

$h_{i,\text{ан}}$ – висота насоса від верха фундаменту до осі робочого колеса, м;

$H_{\text{а.а}}^{\text{а.і}}$ – допустима геометрична висота всмоктування („+” – приймається при установці насоса з підпором), м;

$\Delta \hat{E} D$ – максимальна амплітуда коливань рівнів води в джерелі або резервуарі, м;

$h_{\text{ç.і}}$ – необхідне перевищення позначки підлоги верхньої будівлі над максимальним рівнем води в джерелі або резервуарі, м.

Висота верхньої будівлі, не обладнаної вантажопідйомними механізмами, для незаглиблених насосних станції повинна бути не менше 3 м. В насосних станціях, обладнаних вантажопідйомними механізмами, висоту верхньої будівлі визначають розрахунком. Приміщення, обладнане підвісною кран-балкою повинне мати висоту, яка визначається за схемою (рисунок 8.3):

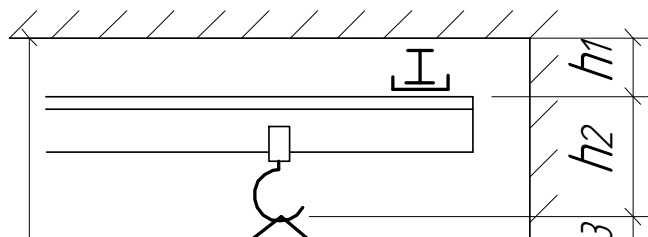


Рисунок 12.3

$$\dot{I}_a \geq h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + 0,5,$$

де h_1 – висота монорейки кран-балки з врахуванням конструкції кріплення до плит перекриття, м;

h_2 – мінімальна висота від гака до низу монорейки, м;

h_3 – висота строповки вантажу (приймається 0,5 – 1 м);

h_4 – висота вантажу, м;

0,5 – мінімальна висота від вантажу до підлоги або до встановленого обладнання, м;

Якщо при транспортуванні вантажу на монтажний майданчик його потрібно проносити над встановленим обладнанням, то в останню формулу додатково вводять висоту цього обладнання $h_{об}$.

Верхня будівля насосної станції, обладнаної мостовим краном повинна мати висоту, яка визначається за схемою (рисунок 12.4):

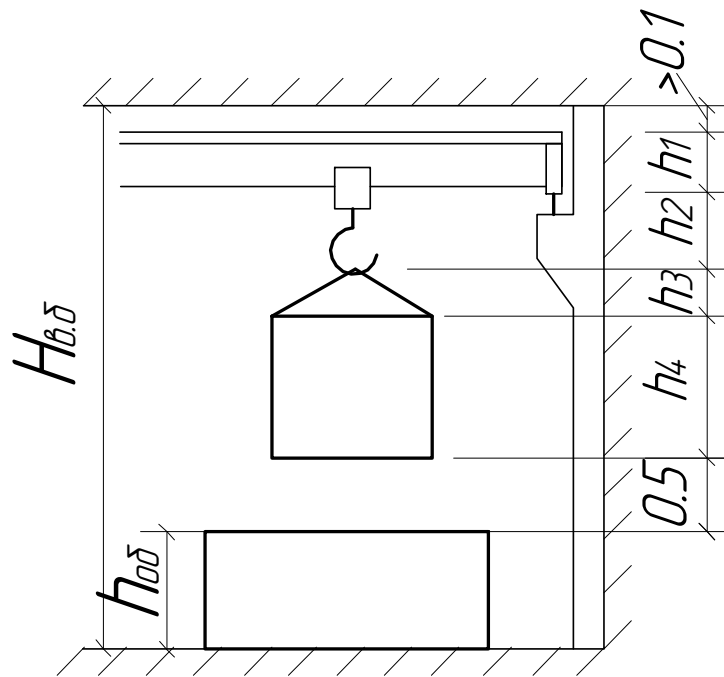


Рисунок 12.4

$$I_{\dot{a}} \geq h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + 0,5 + h_{\dot{a}} + 0,1,$$

де h_1 – висота крана над головою підкранової рейки, м;

h_2 – мінімальна висота від гака крана до головки підкранової рейки, м;

0,1 – мінімальна відстань від низу перекриття до верха балки, м.

Якщо вантаж (насос, двигун, тощо) підвозиться безпосередньо на монтажний майданчик, то для забезпечення можливості його розвантаження висота верхньої будівлі, визначена за наведеними вище формулами, повинна бути збільшена на висоту від підлоги до вантажної платформи.

12.3 Всмоктувальні трубопроводи є найвідповідальнішим елементом насосних установок. Для забезпечення нормальної роботи насосної станції найбільш сприятливою умовою є обладнання кожного насосу індивідуальною всмоктувальною трубою. Однак, це можливо тільки при використанні осьових, вертикальних та невеликої кількості горизонтальних насосів (до чотирьох). При більшій кількості горизонтальних відцентрових насосів ускладнюється схема трубопровідних комунікацій. В таких випадках

приймають кількість всмоктувальних труб менше кількості насосів з влаштуванням спільного колектора, до якого приєднується кожен насос. Кількість всмоктувальних ліній на насосних станціях першої та другої категорій надійності приймається не менше двох. При цьому кожна з них розраховується на пропуск повної розрахункової подачі для станції першої та другої категорій та 70% - для станцій третьої категорії.

При конструюванні всмоктувальних трубопроводів необхідно враховувати такі вимоги:

- 1) всмоктувальна лінія повинна бути повністю геометричною;
- 2) конструкція всмоктувальної лінії повинна виключати можливість накопичення в ній повітря (утворення так званих „повітряних мішків”). Для цього труба повинна мати ухил до насосу не менше 0,005. Якщо вона складається з ділянок різних діаметрів, між ними встановлюють ексцентричні переходи (рисунок 8.5);

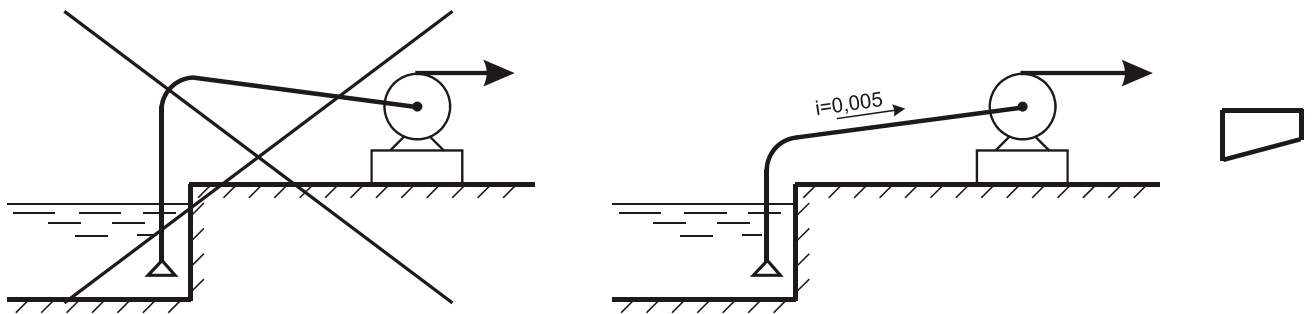


Рисунок 12.5

- 3) для зменшення втрат напору всмоктувальні трубопроводи повинні бути по можливості меншої довжини і мати мінімальну кількість арматури та фасонних частин.

Всмоктувальні трубопроводи як в машинному залі, так і за межами станції виготовляються із сталевих труб на зварці з використанням фланців для приєднання до арматури та насосів.

Діаметри всмоктувальних трубопроводів визначаються на підставі економічних швидкостей, які приймаються:

- при діаметрах до 250 мм $V = 0,1 \div 1,0$ м/с

- при діаметрах 300÷800 мм $V = 1,0 \div 1,5$ м/с

- при діаметрах більше 800 мм $V = 1,5 \div 2,0$ м/с

Всмоктувальні трубопроводи та колектори укладають, як правило, по підлозі на бетонних підставках. Арматуру на всмоктувальних лініях встановлюють тільки, коли насоси під заливом, або приєднані до спільного колектора.

Приймальні кінці всмоктувальних труб в камерах водоприймальних споруд, або резервуарах повинні розташовуватись таким чином, щоб забезпечувався вільний та рівномірний підвід води. Схеми їх влаштування такі (рисунок 8.6):

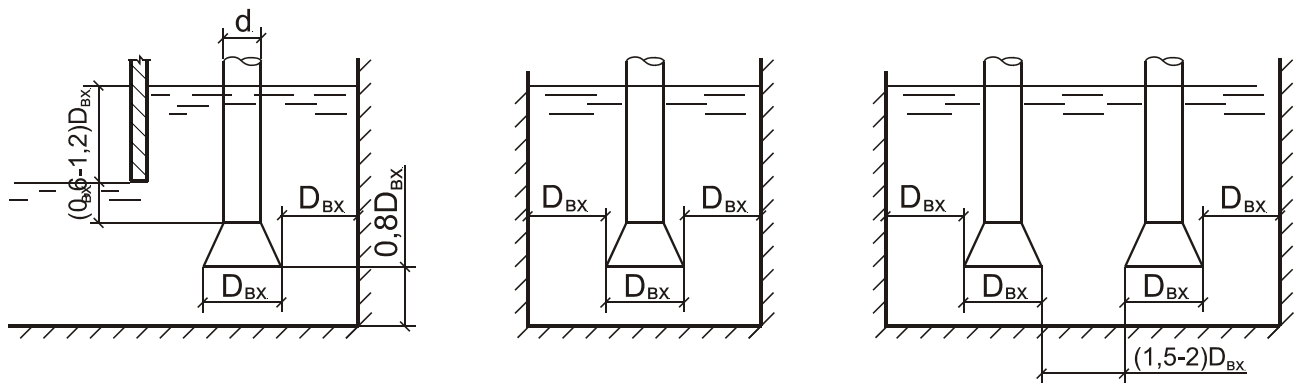


Рисунок 12.6

Для зменшення опору при вході потоку до всмоктувального трубопроводу до його кінця приварюють приймальні конуси, діаметр вхідного отвору яких приймається $D_{BX}=(1,25\div 1,5)d_B$, де d_B – діаметр всмоктувальної труби, а центральний кут – $8\div 16^\circ$. Низ конуса повинен бути занурений під мінімальний рівень води на глибину не менше $0,6\div 1,2$ м. Якщо цю умову виконати неможливо, на кінці приймального конуса встановлюють екран (рисунок 12.7).

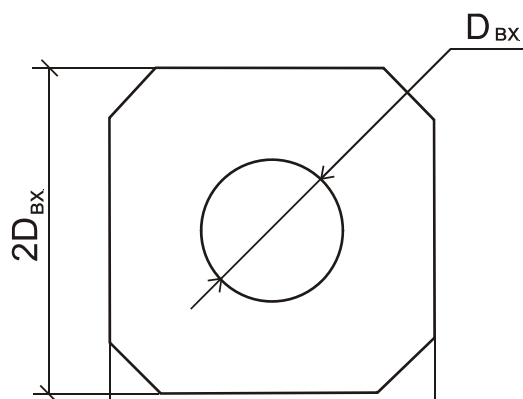


Рисунок 12.7

Приймальні клапани встановлюють на трубопроводах діаметром не більше 300 мм.

Всмоктувальні труби осьових та вертикальних відцентрових насосів насосних станцій I підйому мають складну форму. Вони виготовляються з металу і постачаються разом з насосами, або виготовляються з бетону при спорудженні підводної частини будівлі насосної станції.

12.4 Напірні трубопроводи насосної станції призначені для подачі перекачуваної рідини від насосів до водоводів. Як правило, кількість водоводів менша кількості насосів, тому напірні трубопроводи об'єднують в загальний колектор. Всі напірні трубопроводи і колектори всередині станції виконуються зі сталевих труб на зварці з використанням фланців для приєднання до насосів та арматури. Діаметри внутрішніх напірних трубопроводів визначають, виходячи з розрахункової витрати та економічних швидкостей, які дорівнюють:

- при діаметрах до 250 мм $V = 1,0 \div 1,5$ м/с

- при діаметрах 300÷800 мм $V = 1,2 \div 2,0$ м/с

- при діаметрах більше 800 мм $V = 1,8 \div 3,0$ м/с

На напірній стороні кожного насоса встановлюють зворотний клапан, який запобігає зворотному руху води. На напірних лініях також встановлюють необхідну кількість засувки, водоміри (індивідуально на кожен насос або сумарний на початку водовода), запобіжну арматуру проти гідравлічних ударів та контрольно-вимірювальну апаратуру.

Укладка напірних трубопроводів здійснюється по підлозі машинного залу на бетонних опорах з влаштуванням перехідних містків. Відстань від підлоги до низу труби приймається 300 мм для труб діаметром до 400 мм і 500 мм - для труб більшого діаметра.

В шахтних станціях напірний колектор доцільно підвішувати до перекриття, або закріплювати на консолях до стін. Це дозволяє зменшити габарити машинного залу. Відстань від підлоги до підвісного колектора має бути не менше 2 м. Напірні (як і всмоктувальні) труби можуть укладатись в каналах. Габарити каналів встановлюються в залежності від діаметра труб згідно з таблицею.

Діаметр труби d , мм	Глибина каналу, мм	Ширина каналу, мм	Висота підставки, мм
до 400	$d + 400$	$d + 600$	150
500 і більше	$d + 600$	$d + 800$	250

В місцях установки арматури розміри каналів відповідно збільшують.

Іноді на станціях другого підйому для розташування трубопроводів (і напірних, і всмоктувальних) великого діаметра (800 мм і більше) влаштовують спеціальні підвальні приміщення.

Для зменшення габаритів крупних насосних станцій колектори (і напірний, і всмоктувальний) іноді виносять за межі станції в спеціальні камери. В окремих камерах за межами станцій також встановлюють звужуючі пристрої витратомірів.

12.5 Для забезпечення надійності роботи насосних станцій на всмоктувальних і напірних трубопроводах встановлюють таку кількість запірної арматури, щоб можна було виконувати ремонт або заміну будь-якого насосу, зворотного клапана або основної засувки із зменшенням безперервної подачі води на господарсько-питні потреби до 30% для станцій першої та другої категорій та 50% - для станцій третьої категорії, а на виробничі потреби – за аварійним графіком.

При проектуванні схем перемикань, крім вказаних умов, слід керуватись і такими вимогами:

- 1) забезпечення подачі води будь-яким насосом в будь-який трубопровід;
- 2) можливість швидкого оперування засувками при аварії;
- 3) вільний доступ до всіх засувок для огляду та ремонту.

12.6 Схеми комунікацій трубопроводів у насосній станції, взаємне розташування насосів і можливість їхнього перемикання визначають надійність роботи й зручність обслуговування насосної станції.

Деякі з можливих схем розміщення трубопроводів і арматури в насосних станціях наведені на схемах (рис.12.1-12.8). Всмоктувальні трубопроводи при невеликому числі насосів і значній висоті всмоктування в більшості випадків компонування насосних станцій першого підйому доцільно прокладати окремо для кожного насоса (рис.12.1-12.6). При великій кількості насосів (у тому числі й резервних) влаштовують колектор, що поєднує всмоктувальні патрубки насосів (рис.12.3, 12.7, 12.8). Число всмоктувальних ліній (від джерела або резервуара до колектора) приймають, зазвичай, рівним числу робочих насосів. Колектори влаштовують, як правило, і на напірних трубопроводах, тому що рідко буває більше двох водоводів одного призначення.

Напірні трубопроводи, колектори, а іноді й всмоктувальні лінії обладнуються засувками, які забезпечують можливість відключення того або іншого насоса, тих чи інших ділянок трубопроводу, або колектора як при нормальній роботі станції, так і у випадку аварійної ситуації на станції або у водоводах. Розташування й число засувок на напірних і всмоктувальних лініях приймають, виходячи із числа робочих і резервних агрегатів. Типові схеми компонування трубопроводів і розташування засувок на насосних станціях із двома робочими й одним резервним агрегатами показані на схемах (рис.12.5,12.6). У цих випадках засувки дозволяють виводити в резерв кожен з агрегатів без скорочення подачі води у водоводи.

На рисунках 12.7, 12.8 показане розташування засувок при трьох робочих і одному резервному агрегатах.

Для скорочення розмірів будівель великих насосних станцій колектори іноді розміщують в окремих камерах, які примикають до будівлі станції (рис.12.4). В окремих камерах (колодязях) розміщують і звужуючі пристрої витратомірів (рис. 12.7, 12.8). Це дозволяє зберігати прямими ділянки перед звужуючими пристроями.

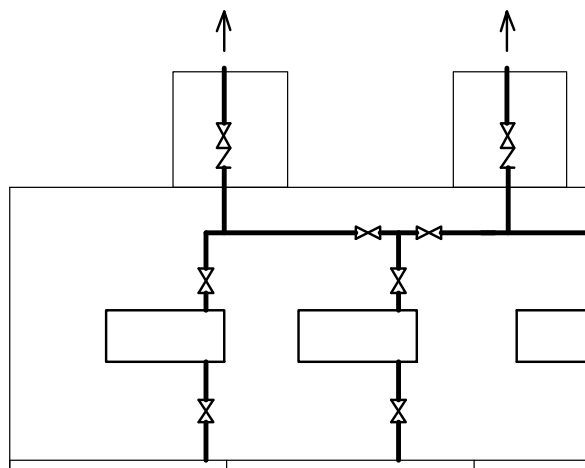


Рисунок 12.8

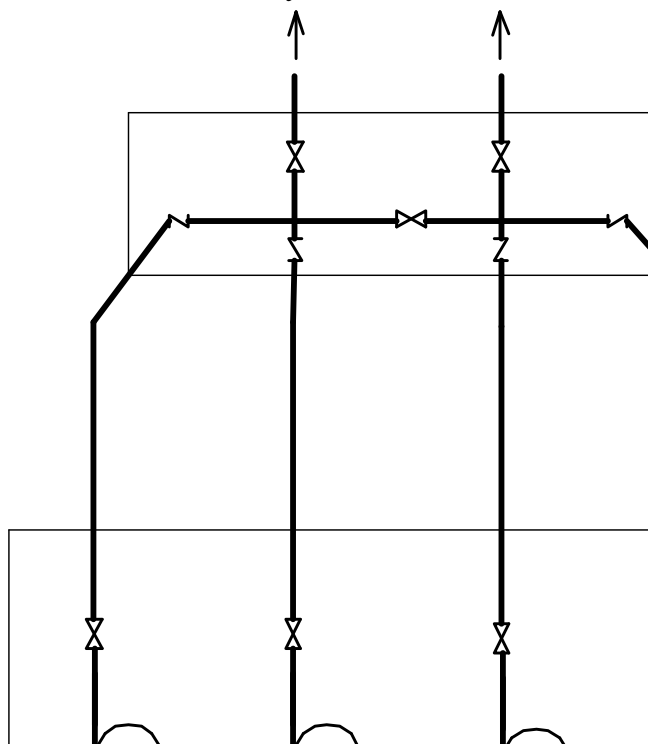


Рисунок 12.9

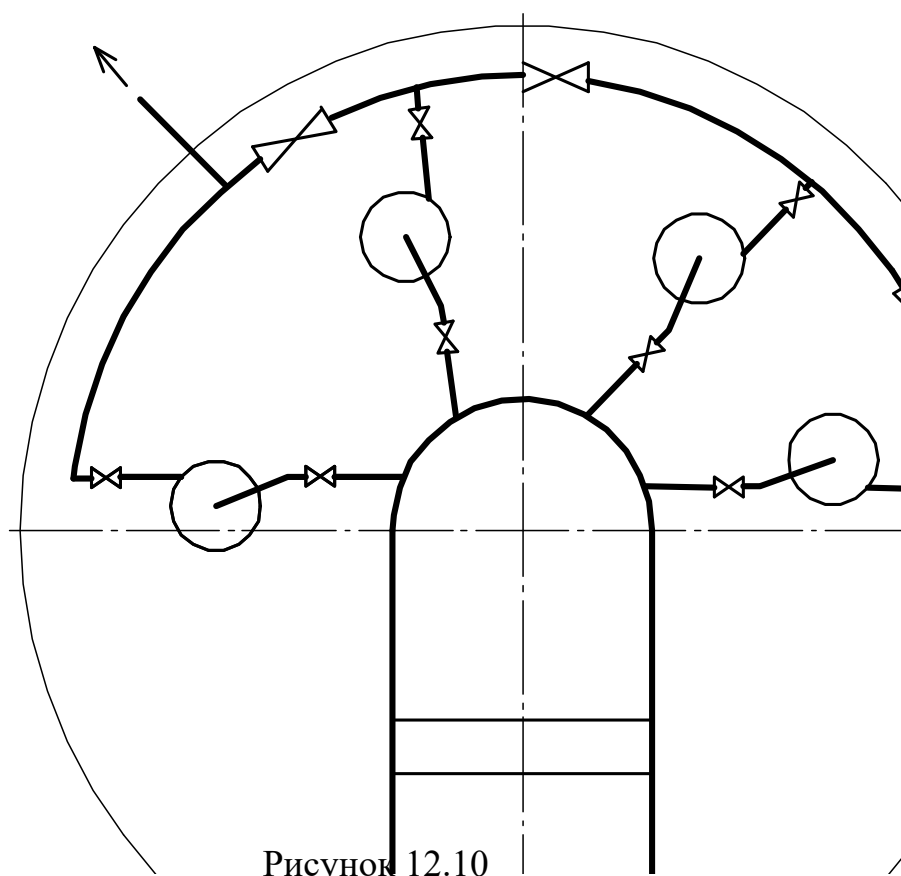


Рисунок 12.10

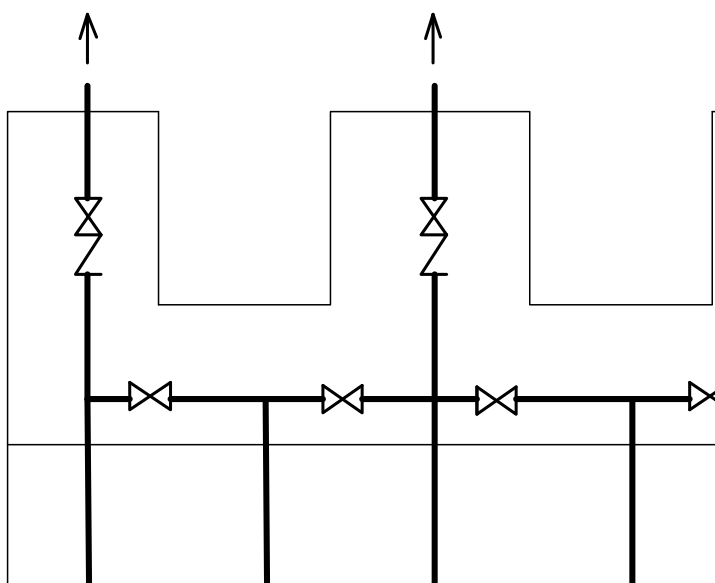


Рисунок 12.11

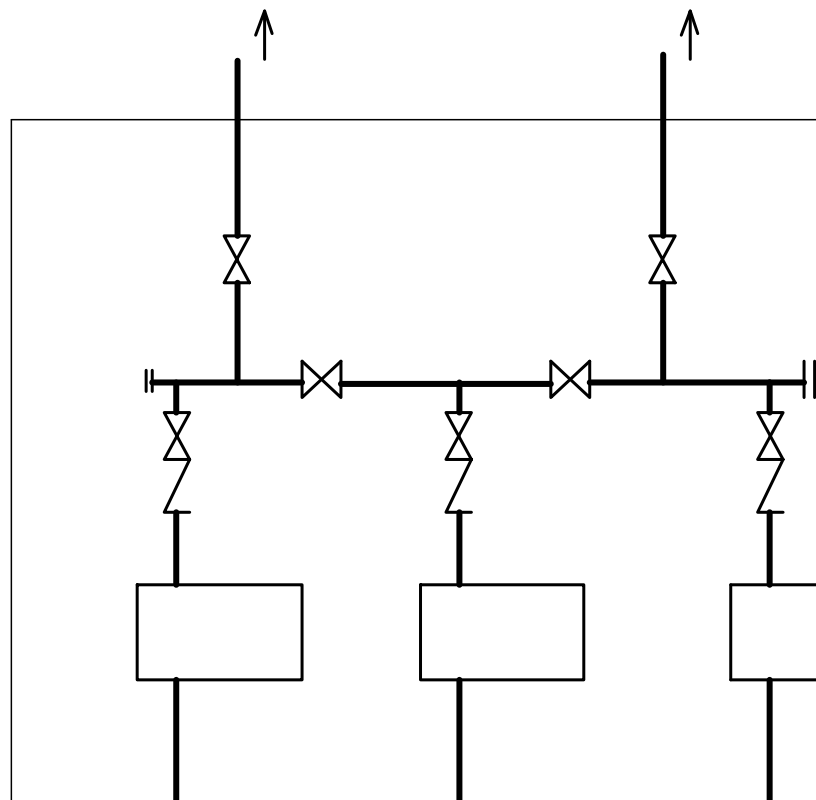


Рисунок 12.12

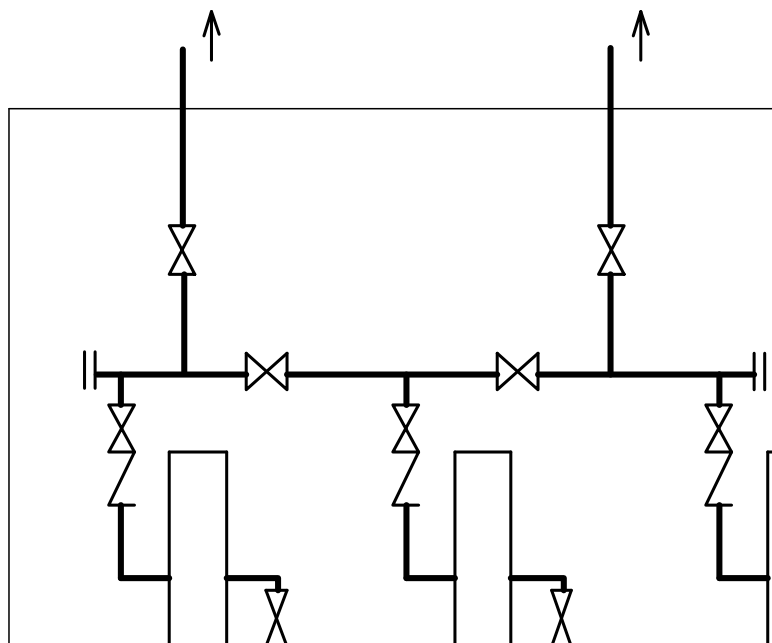


Рисунок 12.13

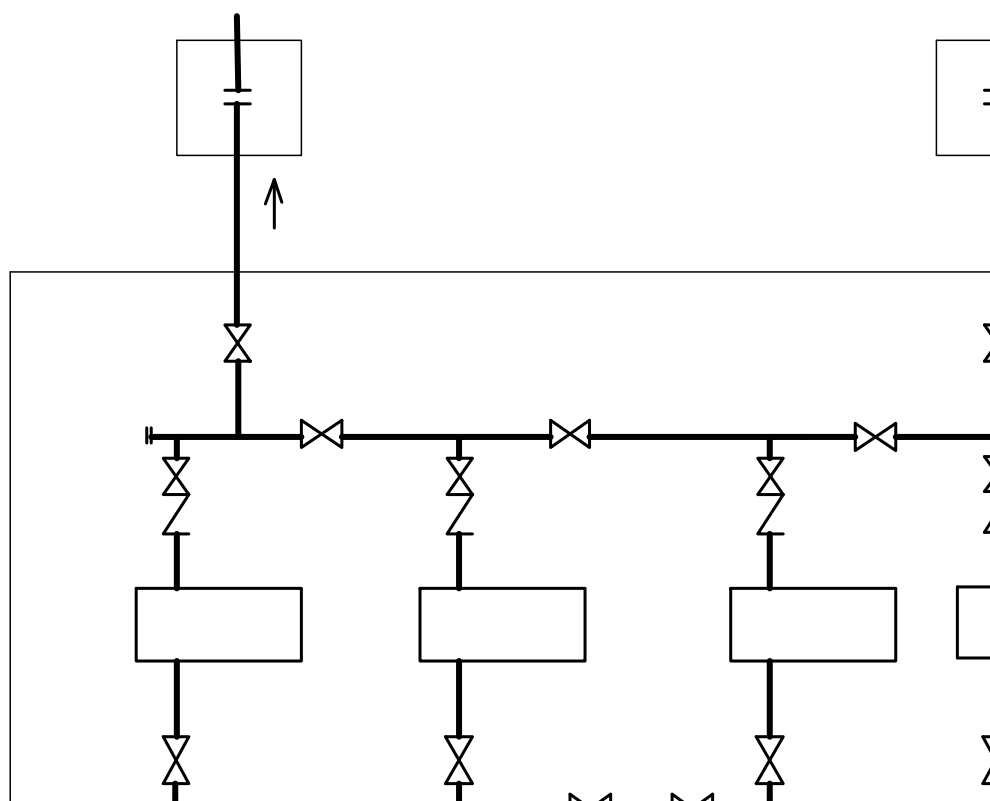


Рисунок 12.14

