ТЕМА 15. ПІДВИЩУВАЛЬНІ, ЦИРКУЛЯЦІЙНІ ТА ПЕРЕСУВНІ НАСОСНІ СТАНЦІЇ

2.1 Підвищувальні насосні станції

Підвищувальні насосні станції призначені для підвищення напору у водогінній мережі. Необхідність підвищення напору може виникнути для окремих будинків або цілого мікрорайону із забудовою підвищеної поверховості. Вода насосами таких станцій забирається безпосередньо з мережі

й, отримавши в насосі відповідне збільшення напору, подається в мережу. Підвищувальні насосні станції для окремих будинків у переважній більшості випадків обладнують відцентровими консольними насосами та розміщують у підвальному або в спеціальному приміщеннях першого поверху будинку. Підвищувальні станції для мікрорайонів влаштовуються в окремих будинках [2].

Напір підвищувальної станції:

$$H = H_{необх} - H_{м}, \qquad (2.1)$$

де $H_{необх}$ – необхідний напір для будинку або розрахунковий вільний напір мікрорайону;

$H_{м}$ – напір мережі у місці підключення насосів, м.

Керування підвищувальними насосними станціями найчастіше автоматизоване.

Конструкція, устаткування та схема компонування підвищувальної насосної станції цілком і повністю залежать від типу водоводів, якими вода підводиться до станції та відводиться від неї.

Насосні станції, які використовують для підвищення тиску в системі напірних трубопроводів (станції підкачування), дуже схожі на невеликі водопровідні насосні станції II підйому. Насоси забирають воду з мережі водопроводу низького тиску та подають її в мережу високого тиску.

На рисунку 2.1 зображена підвищувальна насосна станція, призначена для подачі води на господарсько-питні та протипожежні потреби міського мікрорайону з будинками підвищеної поверховості [29].

Рисунок 2.1 – Підвищувальна водопровідна насосна станція

У будівлі станції незаглибленого типу встановлені чотири відцентрових насоси консольного типу. Для господарсько-питних потреб звичайно працюють два насоси, два інших – резервні. Робота насосних агрегатів автоматизована.

Вода забирається з мережі водопроводу низького напору й подається в мережу високого напору двома трубопроводами, діаметр яких 150 мм.

У сучасному проєктуванні часто використовують блочно-модульні підвищувальні насосні станції. Типовий проект насосної станції ТП 945-2-12.2010 (Q до 1 000 м^3/год, Н до 145 м) зображений на рисунку 2.2 [30]. Блочно-модульна насосна станція складається з підземної та наземної частини. Обидві частини станції поставляються на будівельний об’єкт у повній готовності до монтажу. За ступенем забезпечення подачі води підвищувальна станція може належати до I, II або III категорії надійності дії.

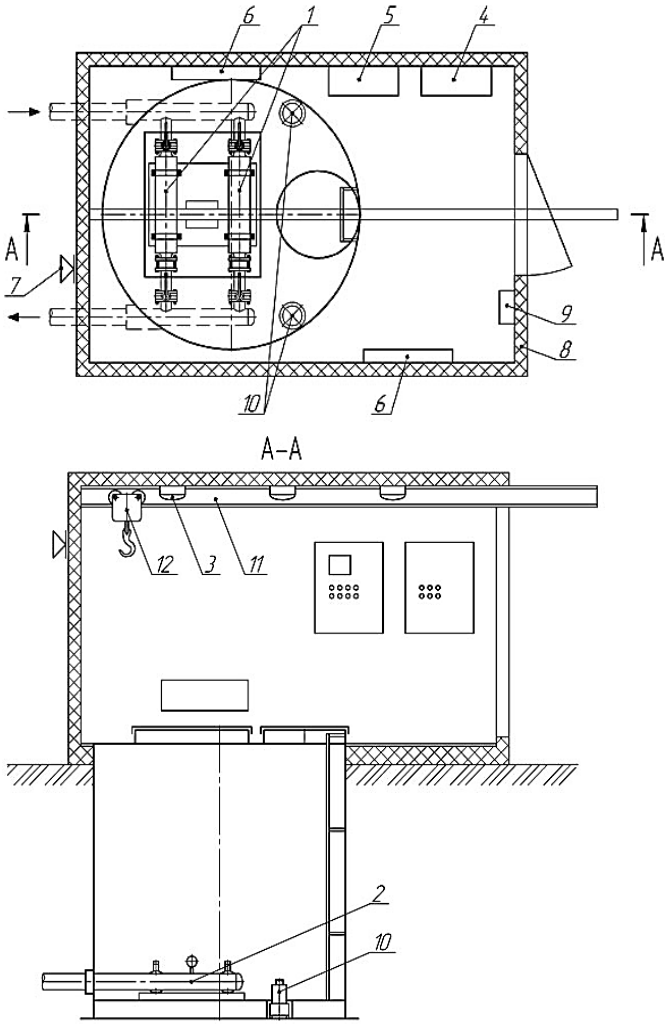

Рисунок 2.2 – Підвищувальна насосна станція ТП 945-2-12.2010:
1 – насос занурений з кожухом охолодження (1 робочий + 1 резервний) (максимально 6 насосів); 2 – запірна арматура, трубопроводи, контрольно-вимірювальні прилади; 3 – освітлення; 4 – шафа АВР (автоматичне введення резервного живлення); 5 – шафа управління підвищувальними насосами; 6 – електричний обігрівач (кількість залежить від габаритів блочно-модульної насосної станції); 7 – вентиляційна решітка; 8 – павільйон; 9 – шафа власних потреб; 10 – дренажний насос, поплавкові вимикачі; 11 – монорельс; 12 – таль

Робота насосів повністю автоматизована, залежно від рівня води у резервуарі, у водонапірній башті або тиску у мережі.

У блочно-модульній насосній станції встановлюється від 2 до 6 занурених насосів з кожухами охолодження. Станція може працювати навіть під час аварійного затоплення машинного залу, тому що насоси здатні працювати під водою.

Пуск насосів здійснюється на відкриті засувки на напірних водоводах. Обслуговування насосів та засувок відбувається з підлоги.

Для забезпечення незатопленості підвищувальної насосної станції передбачені такі заходи:

– для відкачування аварійних вод у приямках встановлені 2 занурені дренажні насоси (1 робочий + 1 резервний);

– шафа управління насосами розташована вище можливого рівня затоплення;

– передбачено дистанційне закриття засувок (встановлюються у колодязях поряд з насосною станцією) на всмоктуючих і напірних трубопроводах.

Передбачається припливно-витяжна, з природним спонуканням вентиляція блоково-модульної насосної станції.

Загальне освітлення прийнято здійснювати світильниками, обладнаними енергозберігаючими лампами з високою світловою віддачею і напругою 220 В. Для ремонтного освітлення використовується переносний світильник.

У підвищувальній насосній станції передбачене опалення електричними обігрівачами з електронним термостатом.

Для станцій I і II категорій надійності передбачена можливість підключення двох введень електроживлення. Кожне введення розраховане на повне навантаження. Для насосної станції I категорії надійності передбачений АВР. Станція III категорії має одне введення електроживлення.

Однією з головних причин перевитрати електричної енергії на блоково-модульній насосній станції є надлишковий напір, який створюється підвищувальним насосом. До того ж регулювання напору у водопровідній мережі в більшості випадків здійснюється шляхом закриття / відкриття засувки на напірному колекторі. Унаслідок цього потужність, необхідна для створення надлишкового напору, витрачається на подолання опору не повністю відкритої засувки.

Під час управління насосом за допомогою перетворювача частоти насос створює саме той напір, який необхідний у цій точці водопровідної мережі. Засувка на напірному колекторі повністю відкрита і не створює додаткового опору у трубопроводі.

Окрім відсутності необхідності витрачати електроенергію на створення надлишкового напору, необхідно також враховувати те, що дуже багато водопровідних мереж в нашій країні застаріли. Із огляду на це навіть невелике збільшення напору багаторазово збільшує вірогідність аварії трубопроводу, що спричиняє значні фінансові витрати. Застосування перетворювача частоти дає змогу не тільки стабілізувати напір в мережі, але й домогтися необхідної плавності його зміни під час увімкнення та вимкнення підвищувального насоса.

Підвищувальні насосні станції використовують на відкритих каналах, які транспортують воду на далекі відстані. До складу такого гідротехнічного вузла, крім ділянок каналу, що підводять і відводять, входять будівля насосної станції, зовнішні напірні трубопроводи, випуск води зі сполученими пристроями і відкрита знижувальна підстанція. Насосна станція розрахована на установку трьох – чотирьох агрегатів, що складаються з вертикального осьового поворотно-лопатевого насоса типу ОП 10–185 або ОП 11–185 і безпосередньо з'єднаного з ним синхронного вертикального електродвигуна ВДС–325/44–18 потужністю 5 000 кВт та напругою 6 000 В.

Для полегшення будівлі станції її конструкція може бути вирішена у вигляді вільно стоячого у воді тонкостінного циліндра, розділеного міжповерховим перекриттям з несучим стояком у центрі. Отвори усмоктувальних труб насосів перекриваються зйомними ґратами.

Напірні трубопроводи, індивідуальні для кожного насоса, виконують з металевих обичайок з посиленою антикорозійною ізоляцією. Випуск води – сифонного типу із клапанами зриву вакууму. Кількість сифонів дорівнює кількості насосів.

2.2 Циркуляційні насосні станції

Циркуляційні насосні станції входять до складу систем оборотного водопостачання енергетичних і промислових підприємств. Вони призначені для створення циркуляції води в системах охолодження робочих машин і агрегатів. Група циркуляційних насосних станцій найбільш різноманітна, тому що тип, кількість насосів, компонування устаткування й трубопроводів залежать від системи водопостачання, її призначення, від виду охолоджуючих споруд [31].

Станції циркуляційних систем охолодження теплових і атомних електростанцій, металургійних комбінатів за ступенем надійності роботи належать до I категорії. Навіть короткочасні перерви в їхній роботі не повинні допускатися, тому що це може спричинити важкі наслідки. Надійність роботи насосних станцій систем охолодження атомних електростанцій забезпечується за шляхом триразового дублювання енергоживлення, кількості агрегатів і надійних схем перемикання трубопроводів.

Параметри для підбору насосів визначають за тими ж методиками, що й для насосних станцій систем комунального водопостачання. Однак під час визначення подачі в окремих випадках необхідно враховувати температуру охолоджуваного робочого тіла, а також сезонне коливання температури води в джерелі. Режим роботи циркуляційних насосних станцій у більшості випадків постійний. Розглянемо особливості деяких з них.

Джерелом води для систем охолодження теплових електростанцій часто слугують водоймища-охолоджувачі. У таких системах подача охолодженої води з водоймища на електростанцію здійснюється блоковими або центральними насосними станціями.

На центральних станціях (рис. 2.3, *а*) встановлюють не менше чотирьох насосів із сумарною подачею, що дорівнює максимальній розрахунковій витраті охолодженої води. Резерв насосів не передбачають.

Вода від насосів через камеру перемикань надходить у два або більше напірних магістральних водовода, до яких підключають конденсатори турбін. Така схема компонування, за наявності запірно-регулюючої арматури, забезпечує надійність роботи станції. Регулювання подачі води здійснюється не тільки поворотом лопатей насосів, але й кількістю їхніх вмикань. Центральні насосні станції обладнують насосами типу ОП, а в разі підвищених напорів використовують насоси типу Д.

Загальний напірний водовод дає змогу розміщувати насосну станцію в деякому віддаленні від споруди електростанції. Насосні станції, зазвичай, сполучають із водозабірними спорудами.

У блокових насосних станціях (рис. 2.3, *б*) для кожного блока (турбіна-генератор) встановлюють по два циркуляційних насоса.

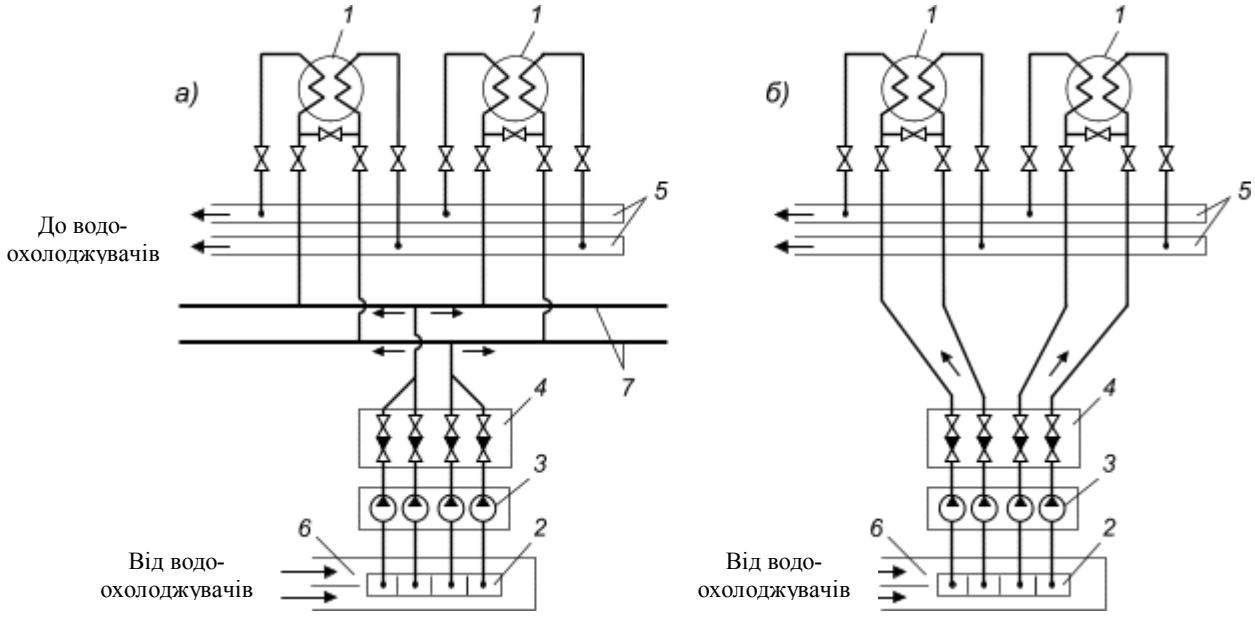

Рисунок 2.3 – Схеми оборотного водопостачання ТЕС:
а – централізована; б – блокова;
1 – конденсатори парових турбін; 2 – приймальні колодязі; 3 – будівля циркуляційної станції; 4 – приміщення зворотних клапанів та засувок; 5 – закриті самопливні відвідні канали (до басейнів) або зливні напірні трубопроводи (до градирень); 6 – приймальні самопливні канали (з приймальними колодязями); 7 – напірні трубопроводи

Від кожного насоса до конденсаторів турбін підводять окремі напірні водоводи. Охолоджена вода з конденсаторів зливальними трубами надходить у канал і відводиться у водоймище. Особливістю таких станцій є відсутність запірно-регулюючої арматури і зворотних клапанів на трубопроводах. Засувки встановлюють лише на зливальних трубах конденсаторів. Це знижує загальні енерговитрати й вартість експлуатації. З метою регулювання подачі води

станцію обладнують осьовими поворотно-лопатевими насосами. Блокові насосні станції розміщують фронтально до машинного залу електростанції.

Під час проєктування будинків і водозабірних споруд циркуляційних насосних станцій керуються [17].

Недоліком системи охолодження із центральною насосною станцією є відносно велика кількість арматури, що спричиняє збільшення гідравлічних втрат, а отже, і експлуатаційних витрат.

На промислових підприємствах циркуляційні насосні станції систем охолодження із градирнями й бризкальними басейнами трохи відрізняються від розглянутих вище.

Відмінною рисою таких станцій є установка двох груп насосів. Перша група насосів призначена для подачі охолодженої води в технологічні цехи, а насоси другої групи перекачують гарячу воду, що надходить із цехів, в охолоджуючі споруди. Для запобігання утворення карбонатних відкладень і біологічних обростань трубопроводів і технологічних апаратів охолоджена вода обробляється сірчаною кислотою, гексаметафосфатом, хлором і мідним купоросом, для чого на станції передбачається спеціальне приміщення реагентного господарства.

Циркуляційні насосні станції схем водопостачання промислових підприємств призначені головним чином для подачі води в охолоджуючі пристрої різних технологічних установок (конденсатори парових турбін, холодильники доменних і мартенівських печей, прокатних станів тощо). Тип і кількість насосів, компонування трубопроводів циркуляційної насосної станції залежать, у першу чергу, від прийнятої схеми водопостачання (прямотечійна (рис. 2.4) або оборотна) і виду водоохолоджуючих споруд [31].

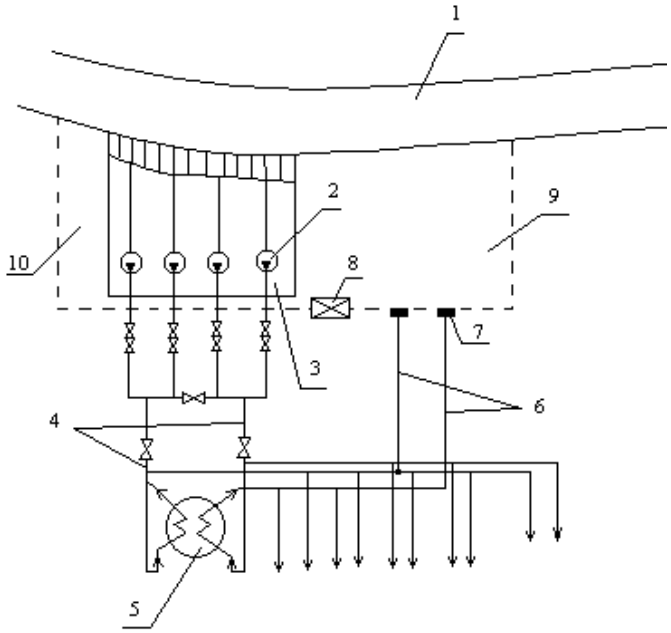

Рисунок 2.4 – Прямотечійна схема водопостачання промислового підприємства: 1 – джерело водопостачання; 2 – циркуляційні насоси; 3 – берегова насосна станція; 4 – напірні циркуляційні водоводи; 5 – конденсатор; 6 – зливні циркуляційні водоводи; 7 – сифонні колодязі; 8 – колодязі перемикань; 9 – зливний канал; 10 – перепускний канал

Всі циркуляційні насосні станції, що подають воду на технологічні потреби, належать до станцій І класу надійності дії. Перерви в їхній роботі, навіть найкоротші, ні за яких умов не можуть бути допущені. Безперебійна робота станцій досягається відповідним резервом устаткування, дублюванням системи енергопостачання, усмоктувальних і напірних комунікацій, а також установкою насосів під заливом. У зв'язку з цим, циркуляційні насосні станції в більшості випадків будують заглибленими, з підземним розміщенням насосного приміщення.

Кількість води, необхідна для охолодження технологічного устаткування, перебуває в прямої залежності від її первісної температури. Чим вища температура води, тим більше її потрібно, і навпаки. З огляду на це кількість агрегатів, їхню подачу, тип насосів і приводних електродвигунів варто вибирати з урахуванням зміни температури води в межах річного циклу. Під час коливання температури води необхідно змінювати сумарну подачу станції шляхом увімкнення різної кількості насосів і переходити на іншу частоту обертання або на інший кут установки лопатей робочого колеса (в осьових насосах).

Іноді конструкцію підводної частини будівлі циркуляційної насосної станції системи оборотного водопостачання розбивають за висотою на два яруси, на кожному з яких розташовані насосні агрегати. Таке компонування устаткування дає змогу забирати насосами необхідну кількість охолодженої води з різних глибин залежно від температури повітря. Крім того, двоярусне розміщення насосів скорочує розміри підводної частини станції в плані на 40 % (у порівнянні зі звичайним одноярусним розташуванням насосів) без збільшення розмірів споруди за висотою, значно зменшує будівельний обсяг, а отже, і вартість станції.

2.3 Пересувні насосні станції

Для водопостачання тимчасових споруд, господарств і будівельних майданчиків широко застосовують пересувні насосні установки і станції невеликої подачі. Досвід будівництва й експлуатації систем водопостачання вказує на очевидну економічну доцільність великих насосних станцій, у яких собівартість води, що подається, зазвичай у 2–4 (і більше) рази нижче, ніж у станцій малої подачі. Проте існування невеликих насосних установок, зокрема пересувних, є цілком закономірним і виправданим, незважаючи на їхню порівняно малу економічність. Варто мати на увазі, що серійне виготовлення пересувних насосних станцій на заводах знижує їхню вартість, дає змогу швидко вводити в дію й зводить до мінімуму потребу щодо будівельних матеріалів.

У зв’язку з особливостями роботи пересувних насосних станцій, що полягають у значній зміні дійсних висот усмоктування, частих переміщеннях, монтажах і демонтажах, для установки на цих станціях найбільш придатні відцентрові насоси. На сьогодні майже всі пересувні насосні станції обладнані

одноступеневими відцентровими насосами консольного типу або двостороннього усмоктування [32].

Існує багато різних типів і конструкцій пересувних насосних станцій. Залежно від системи привода й способу пересування розрізняють сухопутні насосні станції із зовнішнім приводом, сухопутні насосні станції із власним двигуном і плавучі насосні станції.

Пересувна насосна станція СНП-120/30 (рис. 2.5) призначена для подачі води у зрошувальну мережу з природних водойм або річок. Насос станції – відцентровий. Усмоктувальний трубопровід має забірник з фільтром, що виконаний у вигляді сітки коробчастої форми. Напірний трубопровід обладнано засувкою, яка призначена для пуску насоса та регулювання витрати води. Газовий ежектор слугує для заповнення водою всмоктувального трубопроводу та насоса.

Станцію попередньо встановлюють біля водойми та опускають в неї всмоктувальний трубопровід із забірником. Насос повинен розташовуватися над рівнем води не вище 3,5 м. Запускають двигун і вмикають газовий ежектор. У момент закінчення заповнення з ежектора викидається водяний пил і вода. Після закінчення заповнення всмоктувального трубопроводу і насоса водою вмикають насос для подачі води в мережу.

Насосну станцію встановлюють повздовжньою віссю перпендикулярно до берега водойми або річки та регулюванням опор досягають її горизонтального положення. Подача насосної станції 80–175 л/с, тиск у мережі 0,39–0,23 МПа. Агрегатується вона з трактором класу тяги 30 кН. Пересувні насосні станції із власним двигуном виконують у вигляді причепа.

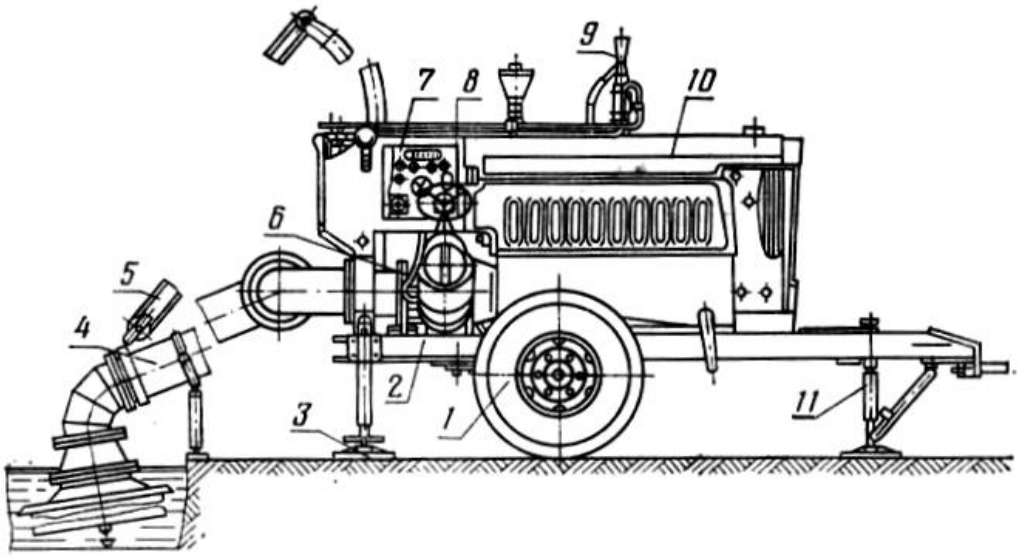

Рисунок 2.4 – Пересувна насосна станція СНП–120/30:
1 – причіп; 2 – вісь; 3 і 11 – опори; 4 – усмоктувальний трубопровід;
5 – механізм підйому всмоктувального трубопроводу; 6 – насос;
7 – пульт керування; 8 – напірний трубопровід із засувкою;
9 – газовий ежектор на випускній трубі двигуна; 10 – дизельний двигун

Як приводні двигуни, використовують двигуни внутрішнього згоряння або електродвигуни.

Плавучі насосні станції належать до найбільш потужних пересувних станцій (рис. 2.5).

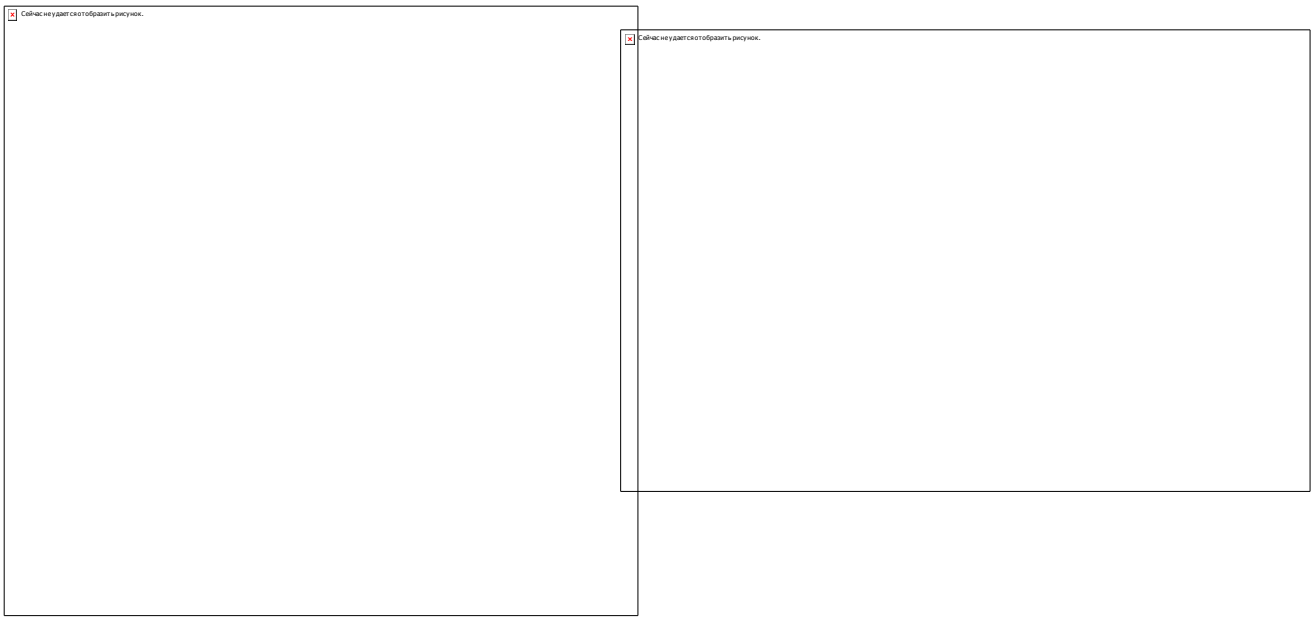

Рисунок 2.5 – Плавуча насосна станція «Іртиш»:
1 – сталеві поплавки; 2 – опускний пристрій; 3 – занурений насос;
4 – трубна обв'язка з фланцями; 5 – зворотний клапан; 6, 7 – поворотний дисковий затвор; 8 – павільйон; 9 – обігрів павільйону; 10 – рибозахисний пристрій; 11 – шафа управління з частотним регулюванням (не зображено);
12 – клемна коробка (не зображено); 13 – монорельс на опорах; 14 – таль ручна

Все устаткування плавучих насосних станцій розміщується на понтоні – металевому або залізобетонному. Для привода насосів використовують двигуни внутрішнього згоряння або електродвигуни.

Пересувні плаваючі насосні станції застосовують за умови нестійких берегів джерел та коливання рівнів води в них більше 5 м. Воду подають до берега через рухомі напірні трубопроводи [32].

Подачі плаваючих насосних станцій досягають 20 $м^3/с$, однак більшість плаваючих насосних станцій мають подачі до 1 $м^3/с$. Після закінчення поливального сезону їх можна евакуювати у місця зимового зберігання.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Назвіть основне призначення підвищувальних насосних станцій та особливості їхнього влаштування.
2. Назвіть основне призначення циркуляційних насосних станцій та особливості їхнього влаштування.
3. Назвіть основне призначення пересувних насосних станцій та особливості їхнього влаштування.