



ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

---

Інститут інженерно-екологічних систем

Кафедра водопостачання

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до курсового та дипломного проектування  
з водопостачання промислових підприємств  
для студентів напрямку «Водні ресурси»  
освітньо-кваліфікаційного рівня – магістр (8.092601)

– спеціаліст (7.092601)

Спеціальність – «Водопостачання та водовідведення»

Форма навчання – денна, заочна

УДК

«Затверджено»

Вченою радою

Інституту інженерно-екологічних систем

Протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Методичні вказівки розглянуті і рекомендовані до друку на засіданні науково-методичної комісії інституту інженерно-екологічних систем, протокол № 5 від 24 січня 2011 року.

Методичні вказівки розглянуті і рекомендовані до друку на засіданні кафедри водопостачання, протокол № 4 від 6 грудня 2010 року.

Укладачі: д. т. н., проф. Грабовський П. О.,

к. т. н., доц. Карпов І. П.

Рецензенти:

Кратофіл Ф.Ф. – технічний директор АТ «Інфоксводоканал»

к. т. н., проф. Ларкіна Г. М. – ОДАБА.

Відповідальний за випуск:

д. т. н., проф. Прогульний В. Й. - ОДАБА.

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| ВСТУП.....   | 5  |
| 1. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ТА ЗМІСТ ПРОЕКТУ.....                       | 5  |
| 1.1 Розрахункова частина.....                                    | 5  |
| 1.1.1 Вихідні дані.....  | 5  |
| 1.1.2 Визначення розрахункових витрат води.....                  | 7  |
| 1.1.3 Вибір схеми водопостачання.....                            | 9  |
| 1.1.4 Розрахунок охолоджувачів.....                              | 10 |
| 1.1.5 Компоновка споруд на генеральному плані .....              | 14 |
| 1.1.6 Розрахунок мереж оборотного водопостачання.....            | 14 |
| 1.1.7 Підбір обладнання насосних станцій.....                    | 15 |
| 1.1.8 Визначення ємкості приймальних камер.....                  | 16 |
| 1.1.9 Обробка води.....  | 17 |
| 1.2 Графічна частина проекту.....                                | 20 |
| 2 ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВОГО<br>ВОДОПОСТАЧАННЯ..... | 21 |
| Вихідні дані .....   | 21 |
| 2.1 Визначення розрахункових витрат води .....                   | 22 |
| 2.1.1 Витрати води у цеху.....                                   | 22 |
| 2.1.2 Втрати води в системі.....                                 | 22 |
| 2.2 Розрахунок охолоджувачів.....                                | 24 |
| 2.3 Компоновка споруд на генеральному плані.....                 | 25 |
| 2.4 Розрахунок мереж оборотного водопостачання.....              | 26 |
| 2.5 Підбір обладнання насосної станції.....                      | 28 |
| 2.6 Ємкість приймальних камер.....                               | 29 |
| 2.7 Обробка води.....  | 30 |
| 2.7.1 Вибір технології.....                                      | 30 |

|   |    |
|---|----|
| 2.7.2 Дози и витрати реагентів.....                   | 31 |
| 2.7.3 Розрахунок обладнання станції обробки води..... | 33 |
| ДОДАТКИ.....  | 35 |
| ЛІТЕРАТУРА.....                                       | 42 |

## ВСТУП

Основною метою виконання курсового та дипломного проекту «Водопостачання промислового підприємства» є придбання і закріплення студентами навиків розрахунку систем виробничого водопостачання, які як по схемах, так і по складу споруд відрізняються від централізованих систем водопостачання населених місць.

У методичних вказівках приведений порядок виконання розрахунків і склад графічної частини. Надан приклад розрахунку системи промислового водопостачання, а в додатках – довідкові дані, необхідні для проектування.

## 1 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ І ЗМІСТ ПРОЕКТУ

### 1.1 Розрахункова частина

Порядок виконання проекту ілюструється блок-схемою на рис.1.

#### 1.1.1 Вихідні дані

- види продукції, що випускається, об'єми випуску і коефіцієнти їх зміни;
- норми водоспоживання на одиницю продукції, зокрема безповоротні втрати у виробництві, сезонні коефіцієнти зміни норм і коефіцієнти годинної нерівномірності;
- географічне розташування підприємства;
- дані про забруднення води у виробництві;
- необхідні температури води і вільні напори на вході і виході з цехів
- категорії водоспоживачів
- фрагмент генерального плану майданчика для розміщення споруд водопроводу
- дані про якість додаткової води.

Початкові дані повинні бути ретельно проаналізовані. З літературних джерел або із завдання отримують дані про вживані у виробництві технології, якості води на вході в споруди і виході з них, визначаються норми водоспожи-

вання і коефіцієнти нерівномірності, намічаються можливі системи водопостачання по кожному споживачеві (прямоточна, оборотна і тому подібне).

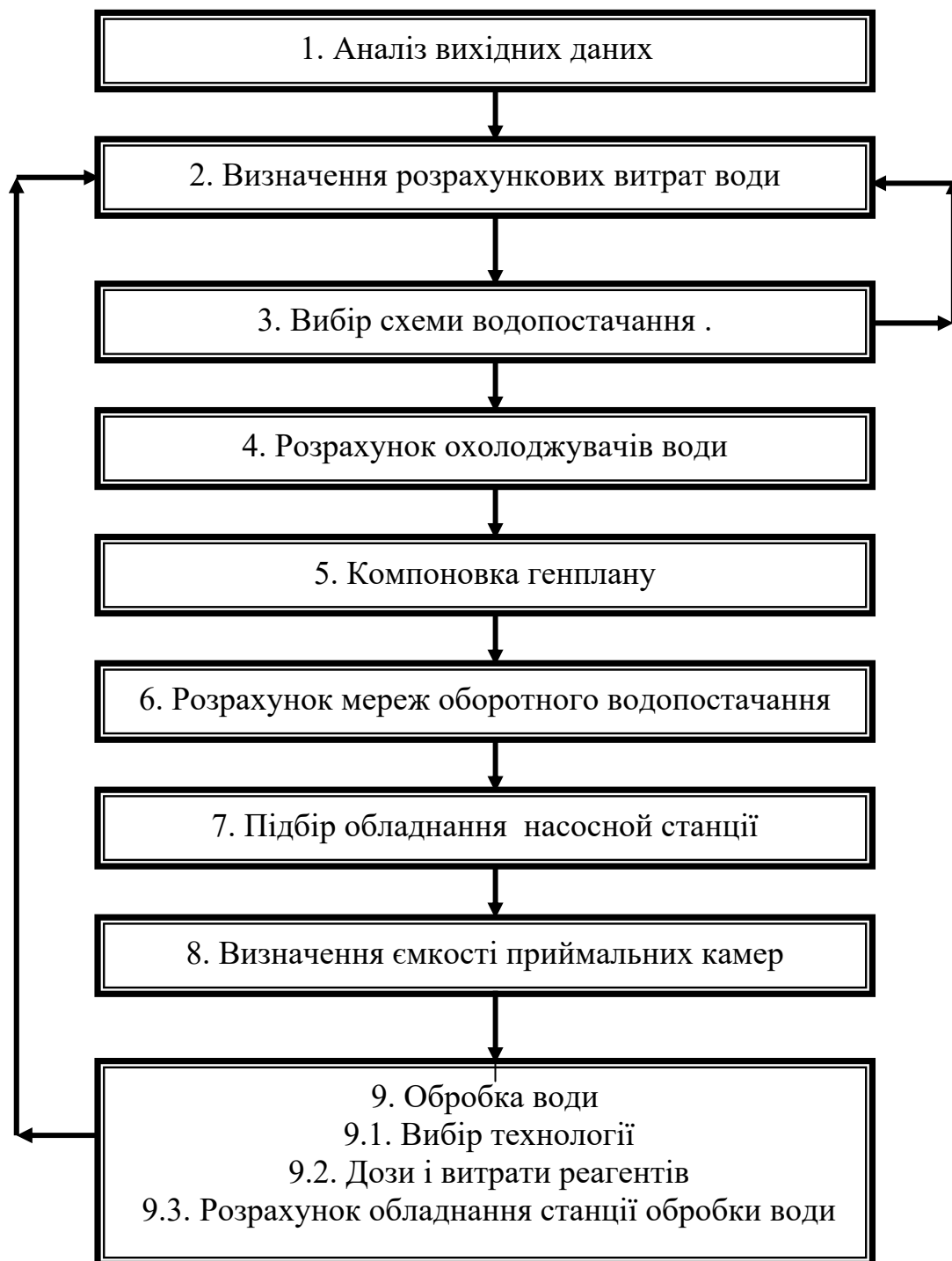


Рис.1. Блок-схема виконання проекту.

### 1.1.2 Визначення розрахункових витрат води.

Розрахункові формули для визначення водоспоживання на виробничі потреби приведені в табл.1.1. Розрахунки виконуються для кожного виду виробництва окремо.

Таблиця 1.1.Розрахункові витрати води

| Витрата                        | Формула  |
|--------------------------------|--|
| 1. Добова, м <sup>3</sup> /доб |  |
| - середня                      | $Q_{cp} = W_n \times P_o$                        |
| - максимальна                  | $Q_{max} = Q_{cp} \times K_{max} \times K_{літ}$ |
| - мінімальна                   | $Q_{мін} = Q_{cp} \times K_{мін} \times K_{зим}$ |
| 2. Годинна, м <sup>3</sup> /Г  |  |
| - середня                      | $q_{cp} = Q_{cp} / 24$                           |
| - максимальна                  | $q_{max} = Q_{max} \times K_{г. max} / 24$       |
| - мінімальна                   | $q_{мін} = Q_{мін} \times K_{г. min} / 24$       |

Позначення в табл.1.1:

$W_n$ - добовий об'єм випуску продукції, од (із завдання);

$P_o$  - норма витрати води на одиницю продукції, м<sup>3</sup>/од (із завдання або з «Укрупнених норм.» /1/);

$K_{max}$ ,  $K_{мін}$  - коефіцієнти зміни об'єму випуску продукції (із завдання);

$K_{літ}$ ,  $K_{зим}$  - коефіцієнти зміни норми в літній і зимовий періоди (з /1/);

$K_{г. max}$ ,  $K_{г. min}$  - коефіцієнти годинної нерівномірності (із завдання).

Знаходять втрати води в системі:

Втрати у виробництві, що обчислюються залежно від норми безповоротних втрат на одиницю продукції  $P_n$  (м<sup>3</sup>/од), визначуваної в завданні або по /1/. Цю витрату зручно виражати у відсотках від основної витрати –  $P_n \times 100 / P_o$ . Таким чином

$$q_n = W_n \times P_n . \quad (1.1)$$

Втрати в охолоджувачі залежать від типу охолоджувача, кліматичних умов, температур води на вході і виході з цеху і категорії водоспоживача.

Втрати на випаровування, м<sup>3</sup>/год:

$$q_{\text{вип}} = K_{\text{вип}} \times \Delta t \times q_0 = P_1 \times q_0 \quad (1.2)$$

де  $\Delta t = t_1 - t_2$  – перепад температур на вході і виході з охолоджувача, °C;

$q_0$ , – витрата оборотної води, м<sup>3</sup>/г;

$P_1$  – втрати на випаровування в долях від витрати води;

$K_{\text{вип}}$  – коефіцієнт, що враховує частку тепловіддачі випаровуванням, визначуваний залежно від температури повітря по сухому термометру (додаток, табл.1).

Втрати із-за віднесення води вітром -

$$Q_{\text{від}} = P_2 \times q_0 \quad (1.3)$$

де  $P_2$  – втрати, виражені в долях одиниці, визначувані залежно від типу градирен /2, табл.38/ (для вентиляторних градирен з водоуловлювачами

$P_2 = 0,1 \div 0,2\%$ ).

3. Втрати в спорудах очищення і обробки води.

В результаті аналізу якості води на виході з цеху встановлюють необхідність очищення оборотної води. При використанні схем очищення з відстоюванням і фільтруванням заздалегідь величину витрати втрат приймають –  $P_{\text{ос}} = 5 \div 10 \% = 0,05 \div 0,1$ . Таким чином

$$q_{\text{ос}} = P_{\text{ос}} \times q_0 \quad (1.4)$$

У подальшому ці втрати уточнюють.

4. Витрата на скидання води з системи (продування) розраховують по формулі

$$q_{\text{скид}} = P_3 \times q_0 \quad (1.5)$$

де  $P_3$  – відносна величина продування, залежна від якості оборотної і додаткової води і способу її обробки. Величина  $P_3$  задається заздалегідь в розмірі до 5%, а потім уточнюється після розрахунку споруд обробки води. В деяких ви-



падках продування системи не потрібне ( $P_3 = 0$ ), наприклад, коли втрати води у виробництві забезпечують освіження оборотної води.

Загальні втрати води в системі, рівні витраті свіжій (додаткової) води, визначаються формулою

$$q_{\text{доод}} = q_n + q_{\text{вин}} + q_{\text{від}} + q_{\text{ос}} + q_{\text{скид}}$$

або у відсотках

$$P = P_n + P_1 + P_2 + P_{\text{ос}} + P_3 \quad (1.6)$$

Завершальним етапом розрахунку витрат води є складання балансової схеми, для чого повинна бути задана схема водопостачання (див. розд. 1.1.3). Балансова схема розробляється для кожного варіанту в наступному порядку:

- 1) викреслюють схему оборотного водопостачання, на яку наносять виробничі цехи, очисні споруди, насосні станції і охолоджувачі;
- 2) на схемі виписують значення розрахункових середньогодинних витрат по всіх спорудах і, зокрема, втрати води. Витрати визначають з умови балансу: у будь-якій точці схеми витрата води, що поступає, повинна дорівнювати витраті води, що відводиться.

Отримана схема є основою для розрахунку всіх елементів системи водопостачання (охолоджувачів, насосних станцій, очисних споруд, мереж). Після детального розрахунку цих споруд балансова схема повинна бути уточнена.

### 1. 1. 3 Вибір схеми водопостачання.

На промисловому підприємстві може бути декілька схем водопостачання, обслуговуючих споживачів з різними вимогами до якості води. Вибір цих схем зазвичай неоднозначний і часто вимагає проведення техніко-економічного порівняння варіантів. При цьому, природно, прагнуть до створення оборотних систем водопостачання.

Розробляючи схеми водопостачання, споживачів групують по схожих вимогах до якості початкової і відпрацьованої води, необхідним напорам і з урахуванням розташування цехів. При цьому розглядають варіанти використання

місцевих установок по поліпшенню якості води або зміні напору (підкачка). Системи водопостачання можуть бути зв'язаними одна з одною. Наприклад, свіжа вода з джерела подається в цикл оборотного водопостачання, що вимагає воду якнайкращої якості, вода після продування цього циклу може служити підживленням для циклів з нижчими вимогами до якості.

Якщо споживач один і йому потрібна вода тільки одної якості, вибір схеми спрощується – саме цей випадок розглядається в курсовому проекті.

#### 1.1.4 Розрахунок охолоджувачів.

Проектування охолоджувачів оборотної води включає три види розрахунків: теплотехнічний, аеродинамічний, гідравлічний.

На основі першого і другого розрахунків підбирається вид охолоджувача, його конструкція і відповідний типовий проект. Гідравлічний розрахунок дозволяє вибрати діаметри трубопроводів, а також марки і кількість насосів.

При теплотехнічному розрахунку вибирають:

1. Тип охолоджувача.
2. Тип зрошувача в градирнях.
3. Початкові дані для розрахунку.
4. Розрахункові параметри атмосферного повітря.
5. Площу і кількість градирен (або секцій).

**Вибір типу охолоджувача** проводиться залежно від теплового навантаження, необхідного перепаду температур, витрати охолоджуваної води, наявності вільних площ, кліматичних і інших місцевих умов. Область застосування охолоджувачів приведена в табл. 2 додатків. Найбільш поширеним типом охолоджувачів є градирні. Вентиляторні градирні в порівнянні з баштовими забезпечують більш глибоке охолодження води. Будівництво їх дешевше, ніж баштових, проте експлуатаційні витрати (електроенергія на привід вентиляторів, витрати на їх ремонт і тому подібне) декілька більші.

**Вибір типу зрошувача** проводиться залежно від якості охолоджуваної води. За наявності в оборотній воді жирів, смол і нафтопродуктів застосовують градирні з краплинним зрошувачем. За наявності зважених речовин, утворюючих відкладення, що не змиваються водою, – бризкальні градирні /2/. Дані про якість води, що поступає в охолоджувач, залежать від виду процесу, конструкції апаратів і задаються технологами підприємства. Якнайкращим типом зрошувача є плівковий, оскільки він має найбільшу поверхню на одиницю об'єму градирні і низький аеродинамічний опір. Проте такі градирні більш матеріаломісткі. Витрата будівельних матеріалів для плівкового зрошувача в 2÷3 рази вище, ніж для краплинного. Тому плівкові зрошувачі застосовують тільки у випадках недоліку території для розміщення градирен /3/. Орієнтовне гідравлічне навантаження – відношення витрати охолоджуваної води до площі градирні в плані приймається,  $\text{м}^3/(\text{м}^2 \times \text{г})$ , при зрошувачі /5/:

- плівковому – 8÷12
- краплинному – 6÷10
- бризкальному – 5÷6.

**Початковими даними** для розрахунку градирен є:

1. Гідравлічне навантаження  $q$ ,  $\text{м}^3/\text{г}$  – максимальна годинна витрата води, що поступає в градирні.
2. Температура води на вході  $t_1$  і на виході  $t_2$  з градирні задається технологами підприємства на підставі теплотехнічного розрахунку охолоджуючого устаткування.

Вода в градирні може бути охолоджена до температури нижчої, ніж температура атмосферного повітря по сухому термометру. Теоретичною межею охолодження води є її температура по вологому термометру  $\tau$ . Тому розрахунку температуру  $t_2$  приймають такою, щоб різниця  $t_2 - \tau$  була не менше 4÷5 °С.

Параметри атмосферного повітря змінюються як в перебігу доби, так і в межах року. Розрахунок градирен проводиться на найменш сприятливий літній

період по середньодобових температурах повітря по сухому і вологому термометрах за багаторічними спостереженнями при забезпеченості 1-10% (дивись БНІП/2/, табл.40) залежно від категорії споживача . Якщо ці матеріали відсутні, то допускається використовувати дані найжаркішого місяця /9/ з додаванням до температури по вологому термометру  $1 \div 3$  °С. Значення параметрів атмосферного повітря (температур  $\Theta$ ,  $\tau$  і вологості повітря  $\phi$ ) для деяких міст СНД приведені в табл. 3 додатків.

**Розрахунок площі і числа градирен** може бути виконаний по методиках, приведених в «Посібнику...» /3/, що включає використання формул або графіків. Найбільш точні результати дає використання експериментальних даних, що отримуються при експлуатації градирен аналогічного типу в таких же атмосферних умовах.

Для приблизних розрахунків вентиляторних градирен з краплинними або бризкальними зрошувачами допускається використовувати емпіричну формулу /4/:

$$F = \frac{q_{\max} \times \Delta t^{1,5} \times 10^3}{K \times (V_B \times \rho)^{0,625} \times (t_1 - \tau)^{1,95}}, \quad (1.7)$$

де F – необхідна площа градирні, м<sup>2</sup> ;

$\Delta t = t_1 - t_2$  – розрахунковий перепад температур води на вході і виході з градирні, град;

K – коефіцієнт, що враховує залежність температури води від напору перед розбризкуючим соплом, температури по вологому термометру  $\tau$  і перепаду температур  $\Delta t$  (табл.4 додатків);

$V_B$  – швидкість повітря в зрошувачі градирні, що приймається залежно від типу зрошувача: для краплинного –  $1,65 \div 2,25$  м/с, для бризкального –  $2,1 \div 2,6$  м/с (ці швидкості уточнюються після підбору типового проекту);

$\rho$  – щільність атмосферного повітря залежно від температури по сухому термометру і відносній вологості,  $\text{кг/м}^3$ . При вологості більше 40% наближені значення  $\rho$  приведені в табл.5 додатків.

Формула (1. 7) використовується за умов:

$$\Delta t = 3 \div 20 \text{ } ^\circ\text{C}; t_2 - \tau \geq 3 \div 4 \text{ } ^\circ\text{C}; \tau = 15 \div 22 \text{ } ^\circ\text{C}; \phi = 30 \div 70\%.$$

Завершальним етапом теплотехнічного розрахунку є підбір типового проекту градирен (табл.6 додатків), після чого по продуктивності вентилятора  $Q_v$  і площі градирні (секції)  $F_{\text{гп}}$  знаходять швидкість повітря

$$V_{v1} = Q_v / F_{\text{гп}} \quad (1. 8)$$

і порівнюють її з прийнятим раніше значенням  $V_v$  у формулі (1.7).

Якщо  $V_{v1}$  перевищує прийняту величину  $V_v$  більше, ніж на 20%, проводять повторний розрахунок по формулі (1.7) із значенням  $V_v = V_{v1}$ . Крім того, перевіряють гідравлічне навантаження

$$q_{\text{ж}} = q / N_c F_{\text{гп}} \quad (1. 9)$$

де  $N_c$  – число секцій зрошувача.

Якщо  $q_{\text{ж}}$  перевищує значення, що рекомендується для даного типу зрошувача, збільшують число секцій.

**Аеродинамічний розрахунок** полягає у визначенні аеродинамічного опору градирні у всіх її елементах: вхідному отворі, зрошувачі, водорозподільнику і водоуловлювачі і тому подібне Величина кожного з опорів визначається по формулі

$$h = \zeta V_v^2 \rho / 2g ,$$

де  $\zeta$  – коефіцієнт опору;

$\rho$  – щільність повітря.

Отримані втрати тиску зіставляють з напором, що розвивається вентилятором. Зазвичай при прив'язці типових проектів вентиляторних градирен аеродинамічний розрахунок не виконують.

### 1.1.5 Компоновка споруд на генплані

Генплан розробляють відповідно до ДНіП П-89-80/5/. Для зниження вартості доцільно блокувати будівлі і споруди, розташовані поряд, а якщо це неможливо – розміщувати їх якомога ближче один до одного. Проте при цьому повинні бути дотримані норми /5/ по освітленості будівель, протипожежній безпеці, розміщенню проїздів і комунікацій. Деякі часто використовувані нормативи з /5/ приведені нижче:

1. Відстані між будівлями і спорудами, що освітлюються через вікна, – не менш найбільшої висоти протистоячої будівлі, і, крім того, залежно від ступеня вогнестійкості – від 9 до 16 м.

2. Ширина проїздів – від 9 до 18 м, відстань від кромки автодоріг до будівель і споруд – від 1,5 до 12 м залежно від довжини будівлі, наявності в'їздів автомобілів і їх вантажопідйомності. При цьому, якщо необхідно забезпечити під'їзд пожежних машин, відстань від кромки дороги до стін повинна бути не більше  $8 \div 25$  м (залежно від висоти будівлі).

3. До будівель і споруд повинен бути забезпечений під'їзд пожежних машин: з одного боку – при ширині будівлі до 16 м і з двох сторін при більшій ширині.

4. Відстань від підземних мереж до будівель (споруд): напірний водопровід (каналізація) – не менше 5 м, самопливна каналізація – не менше 3 м.

Особливу увагу слід приділяти охолоджувачам води, оскільки неправильне їх розташування приводить до обмерзання сусідніх будівель, а влітку – до зниження ефекту охолодження. Мінімальні відстані між охолоджувачами і між будівлями і охолоджувачами приведені в табл.7 додатків. Порядок розробки генплану проілюстрований в прикладі.

### 1.1.6 Розрахунок мереж виробничого водопостачання

Мережі виробничого водопостачання можуть бути напірними і безнапірними із залізобетонних, чавунних і сталевих труб. При транспортуванні агресивних рідин застосовують пластмасові і скляні труби.

Число ниток призначається залежно від категорії надійності подачі води. Розрахункові витрати визначаються по балансовій схемі на випадок максимальної годинної витрати. У системах, що не допускають перерву в подачі води, а також в об'єднаних виробничо-протипожежних системах мережі виконуються кільцевими. При аварії на одній з ділянок мережа повинна пропустити аварійну витрату у розмірі 70÷100% розрахункової.

Напірні трубопроводи розраховують по економічних швидкостях /6/, а самотпливні лінії – по критичних швидкостях, при яких не випадають зважені частинки. Діаметри напірних труб призначають по витратах при нормальному режимі роботи, а для обчислення напору насосів використовують дані розрахунку при аварійному режимі.

Втрати напору в напірних трубах (м) визначають по формулі

$$\Delta h = 1,5 \times 1000 i \times l \times 10^{-3} \quad (1.10)$$

де 1,5 – коефіцієнт, що враховує місцеві опори в комунікаціях (цей коефіцієнт збільшений в порівнянні із звичайними значеннями, оскільки довжини трубопроводів на майданчику порівняно невеликі);

1000  $i$  – гідравлічний ухил, м/км.;

$l$  – довжина ділянки, м (визначається по генплану).

Порядок розрахунку проілюстрований в прикладі.

### 1.1.7 Підбір обладнання насосних станцій.

Насоси підбирають по максимальній витраті (див. розд.1.1.2) і напору:

$$H = h_{\Gamma} + h_{nc} + h_{нк} + h_{св} \quad (1.11)$$

де  $H$  – розрахунковий напір насосу, м;

$h_{\Gamma}$  – геометрична висота підйому води, визначувана як різниця відміток водорозподільних пристроїв охолоджувачів і води в резервуарі (для групи насосів, що подають воду в градирню), або відмітки підлоги цеху і мінімального рівня в приймальній камері для насосів подачі води в цех, м;

$h_{nc}$  – втрати напору в комунікаціях насосної станції (3 ÷ 4 м);

$h_{нк}$  – втрати напору в зовнішніх комунікаціях за межами насосної станції (визначаються на випадок аварії), м;

$h_v$  – вільний напір, що приймається рівним робочому напору перед водорозподільником градирні, або потрібному вільному напору перед цехом (див. завдання), м.

При установці насосів не “під заливом” величина допустимої вакуумметричної висоти всмоктування  $H_{доп}^{вак}$ , що приведена в каталогах, повинна бути скорегована залежно від температури перекачуваної води /5/:

$$H_{вак}^1 = H_{доп}^{вак} - \Delta H, \quad (1. 12)$$

де  $\Delta H$  - тиск насиченої пари залежно від температури:

| Температура води,<br>°C | 20   | 30   | 40   | 50   | 60  | 70   | 80   | 90   | 100  |
|-------------------------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| $\Delta H$ м. вод. ст.  | 0,24 | 0,43 | 0,75 | 1,25 | 2,0 | 3,17 | 4,82 | 7,14 | 10,3 |

Насоси, підібрані по максимальній годинній витраті, перевіряються на роботу в інших режимах – середнього і мінімального водоспоживання.

Число резервних агрегатів задається залежно від числа робочих і категорії надійності подачі води /2/.

### 1.1.8 Визначення ємкості приймальних камер

Для підвищення надійності системи водопостачання кожна група насосів повинна мати резервуари на всмоктуючій лінії, відмітки води в яких забезпечують роботу “під заливом”.

Об'єм ємкостей перед насосами повинен забезпечувати роботу насоса більшої продуктивності в кожній групі протягом 5÷10 хвилин /2/. При використанні типового проекту насосної станції об'єм камер перевіряється на виконання цієї вимоги і при необхідності корегується.



### 1.1.9 Обробка води

Оборотна вода не повинна викликати корозію труб, устаткування, біологічних обростань, випадання суспензій і сольових відкладень. Для забезпечення цих вимог передбачають відповідну обробку оборотної і додаткової води.

**Запобігання механічним відкладенням.** Додаткова вода поверхневих джерел повинна піддаватися освітленню загальноприйнятими методами (відстоювання, фільтрування і тому подібне) Для запобігання і видалення механічних відкладень в теплообмінній апаратурі передбачають періодичне гідроімпульсне або гідропневматичне очищення або часткове освітлення оборотної води.

**Боротьба з цвітінням води і біологічним обростанням.** Боротьба з цвітінням у водосховищах і ставках-охолоджувачах проводиться розбризкуванням мідного купоросу по поверхні води. Необхідні дози визначаються по БНіП /2, додаток 11/.

Для попередження бактерійних біобростань застосовують хлорування оборотної води. Хлорування здійснюють 2 ÷ 6 разів на добу по 40 ÷ 60 хвилин. Доза хлору повинна забезпечити вміст залишкового активного хлору в системі не менше 1 мг/л. Ця доза визначається дослідним шляхом, а за відсутності таких даних може розраховуватися по формулі

$$D_{ХЛ} = X_1 \times K_y + 2 \quad (1.13)$$

де  $X_1$  – хлорпоглинаємість води, що додається в систему, мг/л;

$K_y$  – коефіцієнт упарювання, визначуваний по формулі

$$K_y = P / (P_2 + P_3 + P_{п}) \quad (1.14)$$

де  $P$  – загальна добавка води у систему, % від витрати оборотної води ;

$P_2, P_3, P_{п}$  – втрати води на віднесення, продування системи і у виробництві % від витрати оборотної води.

Продуктивність хлораторів  $q_{ХЛ}$  кг/годину, визначається формулою

$$q_{ХЛ} = q_{\max} \times D_{ХЛ} \times 10^{-3} \quad (1.15)$$

де  $q_{\max}$  - максимальна годинна витрата води, м<sup>3</sup>/годину.

Для попередження обростання споруд оборотної системи водоростями проводять обробку води мідним купоросом 3÷4 рази на місяць протягом 1 години дозами 1÷2 мг/л (по іону міді). Крім того, для попередження обростання їх мікроорганізмами і водоростями рекомендують одночасно з обробкою мідним купоросом (або після неї) хлорувати воду дозами 7 ÷10 мг/л протягом 1 години 3÷4 рази на місяць.

**Запобігання карбонатним відкладенням.** Необхідність обробки води для запобігання таким відкладенням виникає у разі, коли

$$Щ_{\text{дод}} \times K_y \geq 3 \quad (1.16)$$

де  $Щ_{\text{дод}}$  – лужність додаткової води, мг-екв/л.

Застосовують наступні методи обробки води:

- підкислення – при будь-яких значеннях лужності  $Щ_{\text{дод}}$  і коефіцієнтах  $K_y$ ;
- фосфатування – при лужності додаткової води  $Щ_{\text{дод}} \leq 5,5$  мг-екв/л;
- комбіновану фосфатно-кислотну обробку – коли фосфатування не запобігає відкладенням або величина продування економічно недоцільна;
- рекарбонізацію димовими газами (газоподібною вуглекислою) - при  $Щ_{\text{дод}} \leq 3,5$  мг-екв/л і  $K_y \leq 1,5$  ;
- зм'якшування додаткової води вапном або катіонуванням.

Орієнтовні рекомендації по способах обробки води приведені в табл.8 додатків. Деякі з методів розглянуті нижче.

### Підкислення

Дозу кислоти з розрахунку на додаткову воду визначають по формулі:

$$D_k = 100 \times e \times (Щ_{\text{дод}} - Щ_{\text{об}} / K_y) / C_k \quad (1.17)$$

де  $e$  – еквівалентна вага кислоти, мг/мг-екв (для сірчаної кислоти – 49, для соляної – 36,5);

$C_k$  – вміст активної частини в технічному продукті;

$\text{Щ}_{\text{об}}$  – лужність оборотної води після обробки її кислотою.

Величина  $\text{Щ}_{\text{об}}$  залежить від загального солевмісту оборотної води, її температури. Концентрація кальцію, двоокису вуглецю визначається по методиці, викладеній в БНіП /2, додаток 12/.

### Фосфатування

Фосфатування здійснюють триполіфосфатом або гексаметафосфатом натрію. Доза реагенту по товарному продукту (в розрахунку на витрату додаткової води) –  $3 \div 5$  мг/л. Для запобігання накипеутворення необхідно передбачати продування не менше

$$P_3 = P_1 / (K_{y,\text{доп}} - 1) - P_2 \quad (1.18)$$

де  $K_{y,\text{доп}}$  - допустимий коефіцієнт упарювання:

$$K_{y,\text{доп}} = (2 - 0,125 \times \text{Щ}_{\text{дод}}) \times (1,4 - 0,01 \times t_1) \times (1,1 - 0,01 \times \text{Ж}_{\text{дод}}), \quad (1.19)$$

де  $t_1$  – температура води до охолоджувача,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\text{Ж}_{\text{дод}}$  – загальна жорсткість додаткової води, мг-екв/л.

Якщо  $K_{y,\text{доп}} < 1$  – необхідно застосовувати підкислення або комбіновану фосфатно-кислотну обробку води.

### Фосфатно-кислотна обробка води

Метод слід застосовувати при виконанні умови

$$0 < \text{Щ}_{\text{дод.гр}} < \text{Щ}_{\text{дод}} \quad (1.20)$$

де  $\text{Щ}_{\text{дод.гр}}$  – гранична лужність додаткової води, при якій запобігають карбонатним відкладенням, визначується формулою

$$\text{Щ}_{\text{дод.гр}} = 16 - K_y / 0,125 (1,4 - 0,01 \times t_1) (1,1 - 0,01 \times \text{Ж}_{\text{дод}}) \quad (1.21)$$

При  $\text{Щ}_{\text{дод.гр}} > \text{Щ}_{\text{дод}}$  передбачають тільки фосфатування, при  $\text{Щ}_{\text{дод.гр}} < 0$  – підкислення.

Необхідна доза кислоти  $D_k$ , мг/л –

$$D_k = 100 \times e_k \times (\text{Щ}_{\text{дод}} - \text{Щ}_{\text{дод.гр}}) / C_k, \quad (1.22)$$

а доза фосфатного реагенту по товарному продукту –  $3 \div 5$  мг/л і уточнюється при експлуатації.

## Запобігання корозії

Для запобігання корозії у виробничих водопроводах передбачають введення триполіфосфату або гексаметафосфату натрію. Систему на 2÷3 доби заповнюють розчином фосфорвмістуючих реагентів з концентрацією 100 мг/л (по  $P_2O_5$ ). Потім, після скидання цього розчину і промивки, дозу знижують до 5÷10 мг/л (по  $P_2O_5$ ).

Приготування розчинів фосфорвмістуючих реагентів проводиться в баках з концентрацією 0,5 ÷ 3% (по товарному продукту), при тривалості розчинення 2 ÷ 4 години в залежності від температури води (50÷20°C).

### 1.2 Графічна частина проекту.

Об'єм графічної частини – 1-2 листи креслень формату А1, на яких повинні бути представлені:

1. Фрагмент генплану промпідприємства в масштабі 1:500 або 1:1000, на якому показують цехи, всі водопровідні споруди (насосні станції, охолоджувачі і тому подібне), зовнішні комунікації водопостачання, проїзди. На генплан наносять горизонталі і координатну сітку, до якої повинні бути прив'язані основні будівлі і споруди. Поряд з генпланом поміщають експлікацію будівель і споруд з координатами, а також позначення всіх мереж /8/.

2. Висотно-технологічна схема руху води по основних спорудах оборотної системи, на яку наносять абсолютні відмітки землі, води і дна споруд, а також показують місця введення реагентів.

3. Плани і розрізи основних споруд з технологічним устаткуванням і комунікаціями: насосна станція, охолоджувач, станція стабілізаційної обробки води і тому подібне. Склад і об'єм креслень узгоджується з керівником проекту.

4. Специфікація основного устаткування системи водопостачання – насоси, електродвигуни, засувки, зворотні клапани, ємкості, мішалки, хлоратори і тому подібне. Креслення оформляють відповідно до ЄСКД, а також з урахуванням рекомендацій методичних вказівок /8/.

## 2 ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ СИСТЕМИ ПРОМИСЛОВОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ

### Вихідні дані

1. Цех промислового підприємства, що стоїть окремо, випускає щодоби  $W_{\text{п}} = 460$  т продукції. Коефіцієнти зміни об'єму випуску продукції –  $K_{\text{макс}} = 1,1$ ;  $K_{\text{мін}} = 0,9$ .
2. Система водопостачання цеху – оборотна; норми витрати оборотної води –  $P_0 = 150$  м<sup>3</sup>/т, безповоротне споживання води –  $P_{\text{п}} = 5$  м<sup>3</sup>/т; сезонні коефіцієнти зміни норми водоспоживання –  $K_{\text{літ}} = 1,05$ ,  $K_{\text{зим}} = 0,9$ ; коефіцієнти годинної нерівномірності –  $K_{\text{г.макс}} = 1,2$ ;  $K_{\text{г.мін}} = 0,9$ .
3. Підприємство знаходиться в районі м. Луганська.
4. Вода в процесі виробництва нагрівається, але не забруднюється. Температура на виході з цеху  $t_1 = 30^\circ\text{C}$ , а на вході –  $t_2 = 25^\circ\text{C}$ . Димові гази у виробництві не утворюються.
5. Категорія надійності водопостачання – 1.
6. Фрагмент генерального плану майданчика представлений на рис.2.2.
7. Необхідний вільний напір води, що охолоджує, на ввіді в цех – 22 м, напір води на виході з цеху недостатній для подачі її в охолоджувач.
8. Дані про якість додаткової води:
  - джерело водопостачання підземне
  - каламутність – 1,0 мг/л
  - кольоровість – 20 градусів
  - лужність –  $\text{Щ}_{\text{доб}} = 4,0$  мг-екв/л
  - загальна жорсткість –  $\text{Ж}_{\text{доб}} = 7$  мг-екв/л
  - хлорпоглинаємість –  $X_1 = 2,0$  мг/л.

## 2.1 Визначення розрахункових витрат води

### 2.1.1 Витрати води в цеху:

- середньодобова  $Q_{cp} = 460 \times 150 = 69000 \text{ м}^3/\text{добу}$
- максимальна добова  $Q_{max} = 69000 \times 1,1 \times 1,05 = 79700 \text{ м}^3/\text{добу}$
- мінімальна добова  $Q_{min} = 69000 \times 0,9 \times 0,9 = 55900 \text{ м}^3/\text{добу}$
- середня годинна  $q_{cp} = Q_{cp}/24 = 69000/24 = 2875 \text{ м}^3/\text{Г}$
- максимальна годинна  $q_{max} = Q_{max} \times K_{г. max}/24 = 79700 \times 1,2/24 = 3985 \text{ м}^3/\text{Г}$
- мінімальна годинна  $q_{min} = Q_{min} \times K_{г. min}/24 = 55900 \times 0,9/24 = 2096 \text{ м}^3/\text{Г}$ .

### 2.1.2 Втрати води в системі:

2.1.2.1. У виробництві –  $P_{п} = 5 \text{ м}^3/\text{Г}$ , або у відсотках

$$\frac{P_{п}}{P_{о}} \times 100 = 5/150 \times 100 = 3,33\% .$$

2.1.2.2. На випаровування в охолоджувачі.

Тут заздалегідь необхідно вибрати тип охолоджувача. Для 1 категорії надійності водопостачання споживача, розташованого в районі м. Луганська розрахункова температура повітря по вологому термометру  $t_1 = 18,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (додатки, табл.3). Необхідна різниця температури охолодженої води  $t_2$  і  $t_1$  складе:  $t_2 - t_1 = 25 - 18,8 = 5,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Таку різницю температур можуть забезпечити тільки вентилятори градирні (додатки, табл.2).

При температурі повітря по сухому термометру  $30,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (додатки, табл.3) коефіцієнт  $K_{вип}$  (додатки, табл.1) рівний 0,0015. Тоді втрати

$$P_1 = K_{вип} \times (t_1 - t_2) = 0,0015 \times (30 - 25) = 0,0075 (0,75\%).$$

2.1.2.3. На віднесення вітром.

Для вентиляторної градирні з водоуловлювачем втрати  $P_2$  складають  $0,1 \div 0,2 \% /2$ , табл.38/. Приймаємо  $P_2 = 0,15\%$ .

2.1.2.4. Оскільки вода у виробництві не забруднюється, втрати в очисних спорудах відсутні.

2.1.2.5. Втрати на продування системи прийняті у розмірі  $P_3 = 5\%$ . (підлягають уточненню після розрахунку споруд по стабілізації води).

**Загальна витрата додаткової води** складає:

$P = P_{\Pi} + P_1 + P_2 + P_3 = 3,33 + 0,75 + 0,15 + 5,0 = 9,23\%$ , або при середньогодинній витраті  $q_{\text{ср}} = 2875 \text{ м}^3/\text{Г}$  -

$$P = 96 + 22 + 4 + 144 = 266 \text{ м}^3/\text{Г}.$$

2.1.3. За наслідками розрахунку складають балансову схему на середньогодинне водоспоживання (рис.2.1).

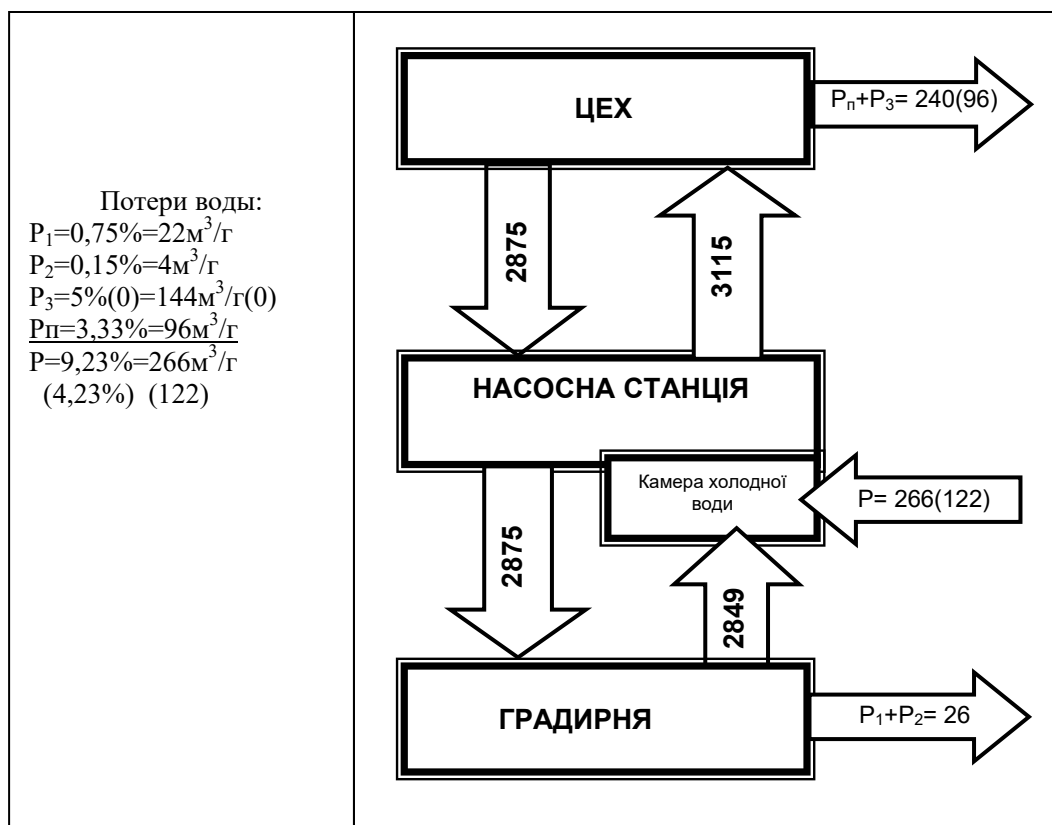


Рис.2.1. Балансова схема

( у дужках вказані витрати, скоректовані після розрахунку споруд обробки води).

Для отримання максимальних годинних витрат середні витрати по балансовій схемі помножують на коефіцієнт  $K_{\max}^0 = q_{\max} / q_{\text{ср}} = 3985/2875 = 1,39$ , а для визначення мінімальних годинних витрат – на коефіцієнт  $K_{\min}^0 = q_{\min} / q_{\text{ср}} = 2096/2875 = 0,729$ .

Звідні дані по розрахункових витратах зведені в табл.2.1.

Таблиця 2.1 Розрахункові витрати елементів оборотної системи

| Елемент системи    | Розрахункові витрати, м <sup>3</sup> /г, для режимів |           |           |
|--------------------|--|-----------|-----------|
|                    | максим.  | середній  | мінім.    |
| 1. Цех             | 4330/3996  | 3115/2875 | 2271/2096 |
| 2. Насосна станція |  |           |           |
| - гаряча вода      | 3996/3996  | 2875/2875 | 2096/2096 |
| - холодна вода     | 4330/4330  | 3115/3115 | 2271/2271 |
| 3. Градирня        | 3996/3960  | 2875/2849 | 2096/2077 |

Примітка: У чисельнику вказані витрати на вході в споруди, а в знаменнику – на виході із споруд.

## 2.2 Розрахунок охолоджувачів

2.2.1. Як охолоджувач прийнята вентиляторна градирня з водоуловлюючими пристроями. Зрошувач прийнятий краплинного типу, оскільки вміст зв'язаних речовин у воді невеликий.

2.2.2. Необхідну площу градирні розраховуємо по формулі (1.7), заздалегідь прийнявши швидкість повітря  $V_B = 2$  м/с. Коефіцієнт  $K$  в цій формулі визначується по табл.4 додатків: для  $\Delta t = t_1 - t_2 = 30 - 25 = 5^\circ\text{C}$  при температурі по вологому термометру  $\tau = 18,8^\circ\text{C}$  і напору перед соплом 3,5 м для краплинного зрошувача  $K = 499$ . Щільність повітря визначена по таблиці 5 додатків: при ро-



зрахунковій температурі повітря по сухому термометру для м. Луганська  $\theta = 30,1^{\circ}\text{C}$  (дод., табл. 3)  $\rho = 1,13 \text{ кг/м}^3$ . Тоді:

$$F_{\text{op}} = \frac{q_{\text{макс}} \times \Delta t^{1,5} \times 10^3}{K \times (V_{\text{в}} \times \rho)^{0,625} (t_1 - \tau)^{1,95}} = \frac{3996 \times 5^{1,5} \times 10^3}{499 \times (2 \times 1,13)^{0,625} (30 - 18,8)^{1,95}} = 485 \text{ м}^2$$

Приймаємо типову секційну градирню з краплинним зрошувачем і вентилятором 1ВГ-70 продуктивністю по повітрю  $Q_{\text{в}} = 1,3 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{Г}$  з площею однієї секції  $F_{\text{тп}} = 192 \text{ м}^2$ , розмірами  $12 \times 16 \text{ м}$  по ТП 901-6-19 (дод., табл.6). Необхідне число секцій  $N_{\text{с}} = 485/192 = 2,53$ , приймаємо  $N_{\text{с}} = 3$  секції. Швидкість повітря в секції складе  $V_{\text{в}} = Q_{\text{в}}/F_{\text{тп}} = 1,3 \times 10^6 / 192 \times 3600 = 1,88 \text{ м/с}$ , що відрізняється від раніше прийнятого значення ( $V_{\text{в}} = 2 \text{ м/с}$ ) на 6%. Максимальне гідравлічне навантаження на градирню складе

$$q_{\text{ж}} = q_{\text{макс}} / N_{\text{с}} \times F_{\text{тп}} = 3996 / 3 \times 192 = 6,94 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \times \text{Г})$$

що не перевищує допустимих меж [для краплинних зрошувачів  $6 \div 10 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \times \text{Г})$ ].

### 2.3 Компоновка споруд на генеральному плані

2.3.1. По максимальній розрахунковій витраті ( $q_{\text{г}} = 3996 \text{ м}^3/\text{Г}$ ) підбирають типову насосну станцію – ТП 901-2-74. Насосна станція оборотного водопостачання продуктивністю  $4000 \text{ м}^3/\text{Г}$  з двома групами насосів. Необхідність двох груп насосів обумовлена тим, що напір на виході з цеху недостатній для подачі води в охолоджувач (див. п.7 вихідних даних).

2.3.2. Розміщують насосну станцію і градирні на генеральному плані, виходячи з максимальної компактності споруд, мінімальних відстаней між ними при одночасному дотриманні нормативних відстаней між градирнями і іншими будівлями, можливості будівництва і експлуатації зовнішніх мереж.

2.3.3. Проводять трасування мереж на генеральному плані, враховуючи задані точки підведення і відведення води в цеху, насосній станції і градирні. Схема генплану майданчика приведена на рис.2.2.

## 2.4 Розрахунок мереж оборотного водопостачання

2.4.1. Оскільки категорія надійності водоспоживання перша, всі лінії прокладені в 2 нитки із сталевих труб по ГОСТ 10704-91.

2.4.2. Розрахункові витрати по кожній ділянці узяті з табл.2.1 для режиму максимального водорозбору.

2.4.3. Довжини ділянок визначені по генплану, причому для за кільцеваних ділянок довжини розрахункових ділянок визначені як половина загальної довжини кільця.

2.4.4. Діаметри трубопроводів підібрані по таблицях Ф.А.Шевельова /6/ по витратах, що рекомендуються. З цих же таблиць визначені швидкості і гідравлічні ухили. При цьому розрахунки проводяться на нормальний режим роботи, а також на аварійний (одна нитка пропускає 100%-ну витрату).

2.4.5. Втрати напору (м) визначені по формулі (1.10). Результати розрахунків зведені в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 Розрахунок зовнішніх мереж

| Найменування ділянки          | Розрахункова витрата, м <sup>3</sup> /Г (л/с) | Число ниток | Довжина ділянки, м | Діаметр, мм | Швидкість, м/с      | 1000i, м/км         | Втрати напору h <sub>зм</sub> , м |
|-------------------------------|---|-------------|--------------------|-------------|---------------------|---------------------|-----------------------------------|
| 1. Цех – насосна станція      | 3996<br>(1110)                                | 2           | 15                 | 700         | $\frac{1,42}{2,84}$ | $\frac{3,38}{13,6}$ | $\frac{0,08}{0,31}$               |
| 2. Насосна станція – градирня | 3996<br>(1110)                                | 2           | 35                 | 700         | $\frac{1,42}{2,84}$ | $\frac{3,38}{13,6}$ | $\frac{0,17}{0,72}$               |
| 3. Градирня – насосна станція | 3960<br>(1100)                                | 2           | 20                 | 700         | $\frac{1,40}{2,81}$ | $\frac{3,32}{13,3}$ | $\frac{0,10}{0,40}$               |
| 4. Насосна станція – цех      | 4330<br>(1203)                                | 2           | 24                 | 800         | $\frac{1,18}{2,36}$ | $\frac{1,99}{7,94}$ | $\frac{0,08}{0,29}$               |

Примітка: У чисельнику приведені результати розрахунків при нормальному режимі, в знаменнику – при аварійному (одна нитка пропускає 100%-у витрату).

Втрати напору на ділянках 1 і 3 в табл.2.2 використовуються для перевірки пропускної спроможності цих ділянок (вода тут двигается самопливом), а на ділянках 2 і 4 – для підбору насосів.

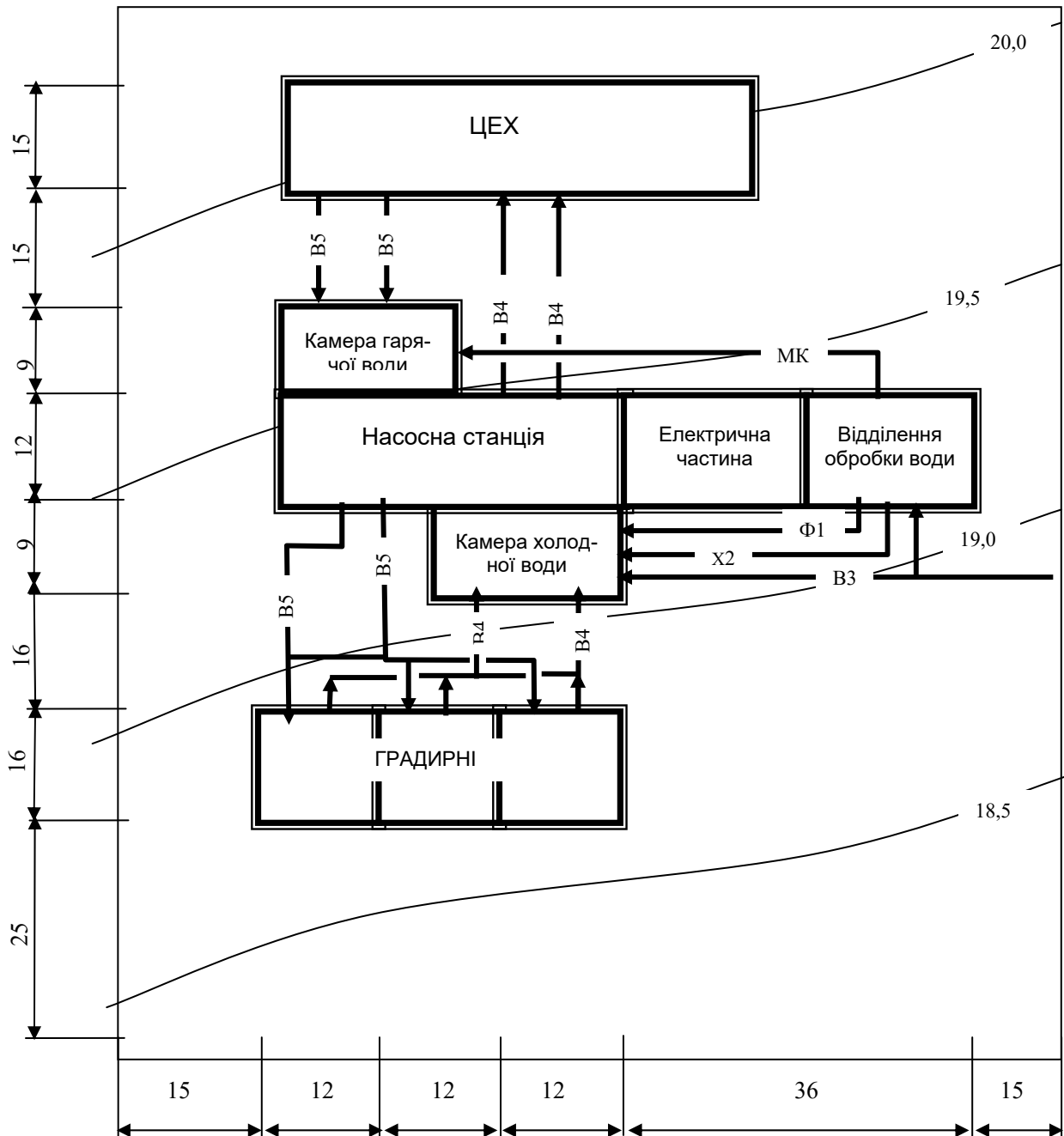


Рис.2.2. Схема генплану майданчика з мережами оборотного водопостачання.

- В3 – водопровід додаткової води;
- В4 – водопровід оборотної води, охолодженої;
- В5 – водопровід оборотної води, нагрітої;

X2 – хлорна вода;

Ф1 – розчин фосфатів;

МК – розчин мідного купоросу;

## 2.5 Підбір обладнання насосної станції

2.5.1. Розрахункові витрати для підбору насосів визначені в табл.2.1.

2.5.2. Напір насосів визначається на випадок аварії на одному із зовнішніх трубопроводів (втрати в них – див.табл.2.2 прикладу).

Геометрична висота підйому води:

- для насосів гарячої води – різниця відміток водорозподільника градирні і мінімального рівня води в приймальній камері: відмітка землі біля градирні – 18,75 м (див.рис.2.2), висота розміщення водорозподільника над землею – 7,4 м (див. типовий проект), відмітка водорозподільника –  $18,75 + 7,4 = 26,15$  м, відмітка підлоги насосної станції – 19,50 м, відмітка мінімального рівня води в камері гарячої води на 4 м нижче за відмітку землі, тобто  $19,50 - 4,0 = 15,50$  м. Таким чином, геометрична висота підйому дорівнює:

$$h_G^{gap} = 26,15 - 15,50 = 10,65 \text{ м}$$

- для насосів холодної води – різниця відмітки підлоги цеху (20,0 м) і мінімального рівня в резервуарі охолодженої води ( $19,0 - 4,0 = 15,0$ ), тобто  $h_G^{xol} = 20,0 - 15,0 = 5,0$  м.

2.5.3. Втрати напору в комунікаціях насосної станції при максимальній подачі можна прийняти від 3 до 4 м (прийнято  $h_{nc} = 4$  м).

2.5.4. Вільні напори у водорозподільника градирні прийняті рівними 3,5 м (див. розділ 2.2 прикладу), а на вході в цех – 22,0 м (див. завдання).

Розрахунок параметрів для підбору насосів виконаний для максимальної, середньої і мінімальної витрат і зведений в табл.2.3.

Перерахунок втрат напору в насосній станції і в зовнішніх комунікаціях для режимів середнього і мінімального споживання зроблений, виходячи з втрат при максимальній витраті, пропорційно квадрату витрат, тобто

$$h_2 = h_1(q_2/q_1)^2$$

Таблиця 2.3 Підбір насосів

| Група насосів | Продуктивн. насосів, м <sup>3</sup> /Г | Потрібний напір насосів, м |                 |                 |                 |      | Параметри підбраного насоса: марка, D <sub>к</sub> , мм, n, хв <sup>-1</sup> | Число робочих насосів | Напір, що розвивається, м |
|---------------|--|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|--|-----------------------|---------------------------|
|               |  | h <sub>Г</sub>             | h <sub>НС</sub> | h <sub>ЗМ</sub> | h <sub>СВ</sub> | Н    |  |                       |                           |
| Гаряча вода   | 3996                                   | 10,65                      | 4,0             | 0,72            | 3,5             | 18,9 | Д 2000-21<br>D <sub>к</sub> =460 мм<br>n=980 об/хв                           | 2                     | 21                        |
|               | 2875                                   |                            | 2,1             | 0,37            |                 | 16,6 |  | 2                     | 26                        |
|               | 2096                                   |                            | 1,1             | 0,20            |                 | 15,4 |  | 1                     | 20                        |
| Охолодж. вода | 4330                                   | 5                          | 4,0             | 0,29            | 22              | 31,3 | Д 2000-34<br>D <sub>к</sub> =700 мм<br>n=730 об/хв                           | 2                     | 32                        |
|               | 3115                                   |                            | 2,1             | 0,15            |                 | 29,3 |  | 2                     | 38                        |
|               | 2271                                   |                            | 1,1             | 0,08            |                 | 28,2 |  | 1                     | 29                        |

Таким чином, необхідні витрати і напори забезпечують:

- для гарячої води – 2 робочих насоса Д 2000-21 (D<sub>к</sub> = 460 мм);
- для охолодженої води – 2 робочих насоса Д 2000-34 (D<sub>к</sub> = 700 мм).

Для 1 категорії надійності водоспоживання для кожної групи насосів передбачено по 2 резервних агрегати. Правильність підбору обладнання повинна бути проілюстрована графіками спільної роботи насосів.

## 2.6 Ємкість приймальних камер

За типовим проектом насосної станції (ТП 901-2-74) приймальні камери мають розміри в плані 18×6 м при висоті шару води в камері гарячої води 2,2 м і в камері холодної води – 3,3 м. Відповідні об'єми:

- камери гарячої води – 18 × 6 × 2,2 = 238 м<sup>3</sup>,
- камери холодної води – 18 × 6 × 3,3 = 356 м<sup>3</sup>.

Ці об'єми при максимальній подачі забезпечують роботу насосів в термін:

- одного насоса гарячої води –  $\frac{238 \times 2}{3996} = 0,12 \text{ г} = 7,1 \text{ хв};$
- одного насоса холодної води –  $\frac{356 \times 2}{4330} = 0,16 \text{ г} = 9,9 \text{ хв},$

що відповідає вимогам БНіП /2, п.9.7/.

## 2.7 Обробка води

### 2.7.1 Вибір технології

Оскільки вода у виробництві не забруднюється, а додаткова вода також достатньо чиста, споруди по освітленню води передбачати немає необхідності.

Зіставлення початкових даних за якістю води з рекомендаціями по способах обробки /7/ (табл.8 дод.) показує, що можливе використання наступних технологій:

- 1) підкислення
- 2) фосфатування
- 3) фосфатно-кислотна обробка.

(рекарбонізація недоцільна через відсутність димових газів у виробництві).

Для подальших розрахунків необхідно уточнити прийняту заздалегідь величину продування оборотної системи  $P_3 = 5\%$ .

По формулі (1.19) визначений допустимий коефіцієнт упарювання води при її фосфатуванні:

$$\begin{aligned} K_{y.\text{доп}} &= (2 - 0,125 \times \text{Ш}_{\text{доб}})(1,4 - 0,01 \times t_1)(1,1 - 0,01 \times \text{Ж}_{\text{доб}}) = \\ &= (2 - 0,125 \times 4)(1,4 - 0,01 \times 30)(1,1 - 0,01 \times 7) = 1,7 \end{aligned}$$

По формулі (1.18) знаходимо необхідне для запобігання накіпеутворення скидання води з системи з урахуванням втрат у виробництві:

$$P_3 = P_1 / (K_{y.\text{доп}} - 1) - P_2 = 0,75 / (1,7 - 1) - 0,15 = 0,92 \%$$

(значення  $P_1=0,75\%$ ,  $P_2=0,15\%$  визначені раніше - див. розд.2.2 прикладу).

Оскільки втрати у виробництві ( $P_n = 3,33\%$ ) більше потрібної величини скидання, то можна відмовитися від передбаченого раніше продування, прийнявши  $P_3 = 0$ . Тоді коефіцієнт упарювання (формула(1.14)) буде дорівнювати:

$$K_y = (P_1 + P_2 + P_n)/(P_2 + P_n) = (0,75 + 0,15 + 3,33)/(0,15 + 3,33) = 1,22.$$

Розглянемо доцільність застосування комбінованої фосфатно-кислотної обробки, для чого по формулі (1.21) визначимо

$$\begin{aligned} \text{Ш}_{\text{доб.зр}} &= 16 - K_y / 0,125(1,4 - 0,01 \times t_1)(1,1 - 0,01 \times \text{Ж}_{\text{доо}}) = \\ &= 16 - 1,22 / 0,125(1,4 - 0,01 \times 30)(1,1 - 0,01 \times 7) = 7,39. \end{aligned}$$

Оскільки  $\text{Ш}_{\text{доб.гр}} > \text{Ш}_{\text{доб}}$ , передбачаємо тільки фосфатування води.

У зв'язку з відмовою від спеціального продування системи ( $P_3 = 0$ ), необхідно скорегувати витрати на балансовій схемі (рис.2.1 прикладу), у тому числі і витрату додаткової води: у добу середнього споживання  $P = 122 \text{ м}^3/\text{г}$ , а в максимальну добу  $P = 122 \times 1,39 = 170 \text{ м}^3/\text{г}$  (1,39 – коефіцієнт збільшення витрати в максимальну годину максимальної доби – див.розд.2.1). Оскільки решта розрахункових витрат або не змінилася, або змінилася трохи (менше 5% для насосів холодної води), корегувати розрахунки споруд обороту води немає необхідності. Таким чином, приймаються наступні технології обробки води:

1. Хлорування для боротьби з бактерійними обростаннями і водоростями.
2. Купоросування для боротьби з водоростями.
3. Фосфатування для запобігання карбонатним відкладенням і корозії.

Для подальшого проектування використаний типовий проект ТП 901-3-213.66 “Станція стабілізаційної обробки води продуктивністю 4000  $\text{м}^3/\text{г}$ .” Станція обробки води розмірами в плані 12×18 м блокується з насосною станцією по ТП 901-2-74 і складається з хлордозаторного відділення і відділення фосфатів і мідного купоросу.

### 2.7.2 Дози і витрати реагентів

Доза хлору для попередження бактерійного обростання визначається по формулі (1.13)

$$D_x = X_1 \times K_y + 2 = 2 \times 1,22 + 2 = 4,44 \text{ мг/л}$$

максимальна годинна витрата хлору – по формулі (1.15)

$$q_{\text{хг}} = q_{\text{макс}} \times D_x \times 10^{-3} = 4330 \times 4,44 \times 10^{-3} = 19,2 \text{ кг/г}$$

де 4330 м<sup>3</sup>/г – розрахункова витрата з табл.2.1.

Добова витрата хлору визначена з умови 4-разового хлорування по 1 годині, тобто  $19,2 \times 4 = 76,8$  кг/добу.

Для попередження обростання водоростями передбачено, крім того, хлорування дозами 7÷10 мг/л протягом 1 години в добу. Прийнято дозу хлору 8 мг/л, його витрата при цьому складатиме

$$q_{\text{хг1}} = 4330 \times 8 \times 10^{-3} = 34,6 \text{ кг/г}$$

Доза мідного купоросу для обробки оборотної води прийнята 2 мг/л (по іону міді) або 8 мг/л по товарному продукту, тривалість подачі – 1 година, періодичність – 3÷4 рази на місяць. Годинні і добові витрати реагенту визначені аналогічно витраті хлора.

Для запобігання відкладенням, а також корозії устаткування в додаткову воду додають триполіфосфат дозами відповідно рівними 5 і 15 мг/л по товарному продукту (зміст активної частини – приблизно 50 %).

Розрахунок витрат реагентів зведений в табл.2.4.

Таблиця 2.4. Витрати реагентів

| Вигляд реагенту | Призначення            | Доза, мг/л | Витрата води, м <sup>3</sup> /г | Витрата реагентів |              | Режим подачі   |
|-----------------|------------------------|------------|---------------------------------|-------------------|--------------|--|
|                 |                        |            |                                 | години на кг/г    | доба, кг/доб |  |
| Хлор            | Попередження обростань | 4,44       | 4330                            | 19,2              | 76,8         | 4 рази по 1г в добу<br>1 г в добу 3-4 рази на місяць |
|                 | Боротьба з водоростями | 8,0        | 4330                            | 34,6              | 34,6         |  |
| Мідний купорос  | Боротьба з водоростями | 8,0        | 4330                            | 34,6              | 34,6         | 1 година в добу<br>3-4 рази на місяць                |



|               |                         |      |     |      |      |                  |
|---------------|-------------------------|------|-----|------|------|------------------|
| Триполіфосфат | Попередження відкладень | 5,0  | 170 | 0,85 | 20,4 | 24 години в добу |
|               | Запобігання корозії     | 15,0 | 170 | 2,55 | 61,2 |                  |

## 2.7.3 Розрахунок устаткування станції обробки води

### 2.7.3.1 Хлордозаторна

Газоподібний хлор поступає в дозаторну з централізованої хлораторної промпідприємства. Пройшовши грязевика, він поступає в хлоратори ЛОНШ-100К (продуктивністю приблизно по 10 кг/г), дозується і за допомогою водострумінєвого ежектора подається в камеру охолодженої води. Максимальна годинна витрата хлору 34,6 кг/г (див. табл.2.4) забезпечується 4 хлораторами (резерв тут не передбачається). Необхідна для роботи хлораторів витрата води складає  $0,6 \div 1,0 \text{ м}^3$  на 1 кг хлору, або  $34,6 \times 1,0 = 34,6 \text{ м}^3/\text{г}$ .

### 2.7.3.2 Підготовка розчину мідного купоросу.

Мідний купорос в сухому вигляді доставляється на станцію. При концентрації розчину  $b_p = 4\%$  (0,04) (щільність розчину  $\rho = 1040 \text{ кг/м}^3$ ) необхідний об'єм бака розчину для приготування годинного запасу ( $t = 1 \text{ г}$ ) при витраті  $q_k = 34,6 \text{ кг/г}$  (див.табл.2.4) складає:

$$W = \frac{q_k \times t}{b_p \times \rho} = \frac{34,6 \times 1,0}{0,04 \times 1040} = 0,83 \text{ м}^3.$$

Прийнятий в типовому проекті бак ємкістю  $1,0 \text{ м}^3$  забезпечує необхідний запас розчину. Отриманий розчин насосами-дозаторами перекачується в камеру нагрітої води.

### 2.7.3.3. Фосфатування

Триполіфосфат у сухому вигляді доставляється на станцію і зберігається на спеціальних піддонах, які за допомогою ручного крана подаються до мішалок. Отриманий в них 5% розчин стислим повітрям передавлюється в ємкості,

де розбавляється до 2% концентрації, звідки насосами-дозаторами перекачується в камеру охолодженої води.

Типовим проектом передбачена одна мішалка об'ємом 1 м<sup>3</sup> і дві ємкості по 1 м<sup>3</sup>. Час, на який вистачить запасу розчину в мішалці:

$$t = \frac{W \times b_p \times \rho_p}{q_\phi} = \frac{1,0 \times 0,05 \times 1050}{2,55} = 20,6 \text{ ч},$$

де  $W$  – ємкість мішалки (1 м<sup>3</sup>);

$b_p$  – концентрація розчину (0,05);

$\rho_p$  – щільність розчину (1050 кг/м<sup>3</sup>);

$q_\phi$  – годинна витрата реагенту (2,55 кг/г) -(див.табл.2.4).

Аналогічно обчислюється час для ємкості об'ємом 1 м<sup>3</sup> при концентрації розчину 2%:

$$t = \frac{1,0 \times 0,02 \times 1020}{2,55} = 8 \text{ г.}$$

При почерговому використанні ємкостей може бути забезпечена необхідна витрата розчину триполіфосфату.

## ДОДАТКИ

Таблиця 1. Коефіцієнти  $K_{\text{вип}}$  для градирен.

|  |       |        |        |        |        |
|--|-------|--------|--------|--------|--------|
| Температура повітря по сухому термометру, °С | 0     | 10     | 20     | 30     | 40     |
| $K_{\text{вип}}$                             | 0,001 | 0,0012 | 0,0014 | 0,0015 | 0,0016 |

Таблиця 2. Рекомендовані області застосування охолоджувачів /2/

| Охолоджувач                | Область застосування охолоджувача води                  |                             |   |
|----------------------------|---|-----------------------------|---|
|                            | Питоме теплове навантаження, тис.ккал/м <sup>2</sup> ×Г | Перепад температур води, °С | Різниця температури охолодженої води і температури атмосферного повітря по змоченому термометру, °С |
| Вентиляторні градирні      | 80÷100 і вище   | 3÷20                        | 4÷5   |
| Баштові градирні           | 60÷100  | 5÷15                        | 8÷10  |
| Басейни, що бризкають      | 5÷20  | 5÷10                        | 10÷12   |
| Водосховища-охолоджувачі   | 0,2÷0,4   | 5÷10                        | 6÷8   |
| Радіаторні (сухі) градирні | -   | 5÷10                        | 25÷30   |
| Відкриті і бризкальні      | 7÷15  | 5÷10                        | 10÷12   |

Примітка: Показники в таблиці дані для води, що поступає на охолоджувач, з температурою до 40°С.

Таблиця 3. Параметри атмосферного повітря.

| Пункти<br>спостережен-<br>ня | Забезпеченість параметрів атмосферного повітря % |          |          |            |          |          |            |          |          |
|------------------------------|--|----------|----------|------------|----------|----------|------------|----------|----------|
|                              | 1  |          |          | 5          |          |          | 10         |          |          |
|                              | $\Theta_1$                                       | $\Phi_1$ | $\tau_1$ | $\Theta_1$ | $\Phi_1$ | $\tau_1$ | $\Theta_1$ | $\Phi_1$ | $\tau_1$ |
| Алма-Ата                     | 32,0   | 28       | 19,8     | 27,7       | 31       | 17,4     | 26,5       | 34       | 17,0     |
| Астрахань                    | 30,4   | 52       | 23,2     | 28,8       | 55       | 22,4     | 27,8       | 56       | 21,6     |
| Ашхабад                      | 36,3   | 18       | 20,2     | 34,8       | 20       | 19,8     | 33,9       | 22       | 19,7     |
| Горький                      | 26,8   | 48       | 19,6     | 24,0       | 52       | 17,8     | 22,7       | 56       | 17,3     |
| Іркутськ                     | 22,0   | 63       | 17,6     | 20,5       | 68       | 16,9     | 19,7       | 71       | 16,5     |
| Казань                       | 26,8   | 43       | 18,7     | 24,6       | 51       | 18,2     | 23,4       | 55       | 17,8     |
| Краснодар                    | 28,0   | 55       | 21,6     | 26,5       | 57       | 20,6     | 25,5       | 59       | 20,1     |
| Красноярськ                  | 24,4   | 55       | 18,6     | 22,5       | 61       | 17,8     | 21,4       | 64       | 17,2     |
| Ст.-Петербург                | 26,0   | 56       | 20,1     | 23,2       | 60       | 18,3     | 21,7       | 63       | 17,4     |
| Луганськ                     | 30,1   | 30       | 18,8     | 27,0       | 37       | 17,8     | 25,7       | 44       | 18,0     |
| Москва                       | 27,0   | 55       | 20,8     | 24,5       | 57       | 19,0     | 22,9       | 59       | 17,9     |
| Новосибірськ                 | 25,4   | 54       | 19,3     | 23,3       | 59       | 18,2     | 22,0       | 63       | 17,6     |
| Омськ                        | 27,4   | 44       | 19,4     | 24,1       | 50       | 17,6     | 22,5       | 55       | 17,0     |
| Свердловськ                  | 25,8   | 49       | 18,8     | 23,2       | 57       | 17,8     | 21,5       | 62       | 17,0     |
| Ташкент                      | 31,2   | 37       | 21,0     | 29,4       | 38       | 19,8     | 28,6       | 40       | 19,6     |
| Томськ                       | 24,3   | 60       | 19,2     | 22,3       | 64       | 18,0     | 21,0       | 68       | 17,4     |
| Тула                         | 25,5   | 56       | 19,6     | 23,1       | 60       | 18,2     | 21,6       | 63       | 17,3     |
| Уфа                          | 27,6   | 44       | 19,5     | 25,3       | 48       | 18,3     | 23,8       | 53       | 17,8     |
| Харків                       | 28,5   | 38       | 19,2     | 26,4       | 45       | 18,8     | 24,9       | 52       | 18,6     |
| Челябінськ                   | 26,0   | 51       | 19,4     | 23,7       | 54       | 15,8     | 22,4       | 58       | 17,3     |

Таблиця 4. Значення коефіцієнта К для вентиляторних градирен

| Напір<br>води<br>перед<br>соплом | Температура повітря по вологовому термометру, в °С |            |            |            |            |            |            |            |
|----------------------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                                  | 15   | 16         | 17         | 18         | 19         | 20         | 21         | 22         |
| $\Delta t = 5^{\circ}\text{C}$   |  |            |            |            |            |            |            |            |
| 4,5                              | <u>442</u>   | <u>461</u> | <u>485</u> | <u>506</u> | <u>528</u> | <u>549</u> | <u>570</u> | <u>592</u> |
|                                  | 395  | 408        | 422        | 436        | 450        | 466        | 485        | 505        |
| 3,5                              | <u>420</u>   | <u>441</u> | <u>461</u> | <u>481</u> | <u>502</u> | <u>522</u> | <u>543</u> | <u>563</u> |
|                                  | 380  | 392        | 406        | 419        | 433        | 448        | 467        | 486        |
| 2,0                              | <u>388</u>   | <u>407</u> | <u>426</u> | <u>445</u> | <u>464</u> | <u>483</u> | <u>502</u> | <u>521</u> |
|                                  | 358  | 369        | 381        | 493        | 407        | 422        | 439        | 458        |
| $\Delta t = 10^{\circ}\text{C}$  |  |            |            |            |            |            |            |            |
| 4,5                              | <u>404</u>   | <u>423</u> | <u>442</u> | <u>461</u> | <u>480</u> | <u>499</u> | <u>518</u> | <u>537</u> |
|                                  | 367  | 374        | 386        | 398        | 410        | 425        | 441        | 458        |
| 3,5                              | <u>384</u>   | <u>403</u> | <u>421</u> | <u>438</u> | <u>457</u> | <u>475</u> | <u>493</u> | <u>511</u> |
|                                  | 347  | 338        | 379        | 394        | 410        | 410        | 425        | 442        |
| 2,0                              | <u>355</u>   | <u>372</u> | <u>389</u> | <u>504</u> | <u>422</u> | <u>439</u> | <u>456</u> | <u>473</u> |
|                                  | 325  | 355        | 347        | 358        | 371        | 386        | 399        | 418        |
| $\Delta t = 15^{\circ}\text{C}$  |  |            |            |            |            |            |            |            |
| 4,5                              | <u>363</u>   | <u>380</u> | <u>397</u> | <u>414</u> | <u>432</u> | <u>450</u> | <u>457</u> | <u>484</u> |
|                                  | 324  | 335        | 346        | 357        | 370        | 384        | 398        | 417        |
| 3,5                              | <u>344</u>   | <u>361</u> | <u>377</u> | <u>394</u> | <u>411</u> | <u>428</u> | <u>448</u> | <u>461</u> |
|                                  | 311  | 321        | 332        | 343        | 355        | 369        | 383        | 402        |
| 2,0                              | <u>316</u>   | <u>322</u> | <u>348</u> | <u>364</u> | <u>379</u> | <u>395</u> | <u>410</u> | <u>426</u> |
|                                  | 291  | 301        | 311        | 322        | 333        | 346        | 360        | 379        |
| $\Delta t = 20^{\circ}\text{C}$  |  |            |            |            |            |            |            |            |
| 4,5                              | <u>317</u>   | <u>334</u> | <u>351</u> | <u>368</u> | <u>386</u> | <u>404</u> | <u>421</u> | <u>438</u> |
|                                  | 283  | 293        | 305        | 317        | 330        | 343        | 356        | 370        |
| 3,5                              | <u>298</u>   | <u>315</u> | <u>331</u> | <u>348</u> | <u>365</u> | <u>382</u> | <u>398</u> | <u>415</u> |
|                                  | 258  | 275        | 287        | 299        | 312        | 327        | 342        | 358        |
| 2,0                              | <u>270</u>   | <u>286</u> | <u>302</u> | <u>318</u> | <u>333</u> | <u>349</u> | <u>364</u> | <u>380</u> |
|                                  | 245  | 256        | 268        | 280        | 293        | 307        | 322        | 338        |

Примітка: У чисельнику приведені значення К для краплинного зрошува-  
ча, в знаменнику – для бризкального.

Таблиця 5. Приблизні значення щільності повітря

|   |               |               |               |               |               |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Температура по сухому<br>термометру $\Theta$ , °C | 20            | 22            | 24            | 26            | 28            |
| Щільність повітря $\rho$ ,<br>кг/м <sup>3</sup>   | 1,18-<br>1,17 | 1,17-<br>1,16 | 1,16-<br>1,15 | 1,15-<br>1,14 | 1,14-<br>1,13 |

Таблиця 6. Типи вентиляторів градирен.

| Вентилятор<br>продуктивні-<br>стю повітря в<br>тис.м <sup>3</sup> /Г | Зрошувач  | Розміри<br>однієї<br>секції в<br>плані, м | Матеріали    |                   | К-ть        | Номер<br>проекту     |
|--|---|---|--------------|-------------------|-------------|----------------------|
|  |   |   | кар-<br>каса | об-<br>шив-<br>ки |             |                      |
| 1  | 2   | 3   | 4            | 5                 | 6           | 7                    |
| Осьовий<br>06-320 №8,<br>від 15 до 20                                | Краплинний  | 1x2                                       | Д            | Д                 | 2<br>4<br>6 | 901-6-32             |
|  | Плівковий   | 1x2                                       | Д            | Д                 | 2<br>4<br>6 |                      |
| Осьовий<br>06-320, №12,<br>від 30 до 50                              | Краплинний  | 2x4                                       | Д            | Д                 | 2<br>3      | 901-6-33             |
|  | Плівковий   | 2x4                                       | Д            | Д                 | 2           |                      |
| ІВГ-25<br>близько 120  | Краплинний  | 4x4                                       | Жб           | Ац                | 2-6         | 901-6-27             |
|  | Плівковий   | 4x4                                       | Жб           | Ац                | 2-6         |                      |
|  | Плівковий<br>Q=200 м <sup>3</sup> /Г<br>на 1 секцію | 4x4                                       | Д            | Д                 | 2-6         | 901-6-2              |
|  | Краплинний<br>Q=100м <sup>3</sup> /Г<br>на 1 секцію | 4x4                                       | Д            | Д                 | 2-6         |                      |
| ВН-25<br>близько 125<br>ІВГ-50<br>близько 500                        | Що бризкає  | 4x4                                       | Жб           | Ац                | 2-6         | 901-6-27<br>901-6-34 |
|  | Плівковий   | 8x8                                       | Д            | Д                 | 2-5         |                      |
|  | Краплинний  | 8x8                                       | Д            | Д                 | 2-5         |                      |
| ІВГ-50<br>близько 500  | Плівковий<br>Q=750м <sup>3</sup> /ч<br>на 1 секцію  | 8x8                                       | Ст           | Д                 | 2-5         | 901-6-29             |
|  |   | 8x8                                       | Ст           | Ац                | 2-5         |                      |
|  | Краплинний  | 8x8                                       | Ст           | Д                 | 2-5         |                      |

|                         |  |  |                |                        |                   |                      |
|-------------------------|--|--|----------------|------------------------|-------------------|----------------------|
|                         | Що бризкає   | 8x8  | Ст             | Ац                     | 2-5               |                      |
|                         | –  | 8x8  | Ст             | Д                      | 2-5               |                      |
|                         |  | 8x8  | Ст             | Ац                     | 2-5               |                      |
| ІВГ-50<br>близько 500   | Що бризкає<br>Плівковий<br>Краплинний  | 8x8<br>8x8<br>8x8                              | Жб<br>Жб<br>Жб | Ац<br>Ац<br>Ац         | 2-5<br>2-5<br>2-5 | 901-6-21             |
| ІВГ-70<br>близько 1100  | Плівковий<br>Плівковий Q=<br>=1500м <sup>3</sup> /Г<br>на 1 секцію<br>Плівковий                                      | 12x12<br>12x12<br>12x12                        | Жб<br>Ст<br>Ст | Ац<br>Д<br>Ац          | 2-3<br>2-3<br>2-3 | 901-6-20<br>901-2-30 |
| ІВГ-70<br>близько 1100  | Q=750 м <sup>3</sup> /Г,<br>що бризкає<br>на 1 секцію<br>Краплинний<br>Q=1500 м <sup>3</sup> /Г<br>на 1 секцію       | 12x16<br>12x16                                 | Жб<br>Жб       | Ац<br>Ац               | 2-3<br>2-3        | 901-6-19             |
| ІВГ-70,<br>близько 1300 | Краплинний<br>Q=2000 м <sup>3</sup> /ч<br>на 1 секцію  | 12x16  | Жб             | Ац                     | 2-3               | –                    |
| ІВГ-70,<br>близько 1250 | Краплинний<br>Q=1500 м <sup>3</sup> /ч<br>на 1 секцію<br>–<br>Q=1500 м <sup>3</sup> /ч,<br>що бризкає<br>на 1 секцію | 12x16<br>12x16<br>12x16                        | Ст<br>Ст<br>Ст | Д<br>Ац<br>Д           | 2-3<br>2-3<br>2-3 | 901-6-31             |
| ІВГ-70,<br>близько 1250 | Q=1500 м <sup>3</sup> /ч,<br>що бризкає<br>на 1 секцію   | 12x16  | Ст             | Ац                     | 2,3               | 901-6-31             |
| СК-400,<br>до 2700      | Крапельно-<br>плівковий<br>–   | 400 м <sup>2</sup><br>Мк<br>380 м <sup>2</sup> | Ст<br>Ст       | Кор-<br>пус<br>Жб<br>Д | 1<br>1            | 901-6-31             |
| СК-1200,<br>До 10000    | Крапельно-<br>плівковий<br>Q=10000 м <sup>3</sup> /Г   | 1200 м <sup>2</sup>                            | Жб             | Жб                     | 1                 | 901-6-31             |

Примітки: 1. Для всіх видів градирен (за винятком бризкальних) застосовується дерев'яний зрошувач.

2. Д - дерево; Жб – залізобетон; Ст – сталь; Ац – азбестоцементні листи.

Таблиця 7. Мінімальні відстані від охолоджувачів до будівель і споруд.

| Будівлі і споруди                                 | Відстані, м, до:                        |                        |
|---|---|------------------------|
|   | баштових градирен                       | вентиляторних градирен |
| 1. Будівлі  | 21                                      | 21                     |
| 2. Відкриті електростанції і лінії електропередач | 30                                      | 42                     |
| 3. Баштові градирні                               | $0,5D, 1) \text{ но } 18 \geq \text{м}$ | 18                     |
| 4. Вентиляторні градирні                          | 18                                      | 9-24 <sup>2)</sup>     |
| 5. Вісь залізниці                                 | 21                                      | 21                     |
| 6. Край автодороги                                | 21                                      | 39                     |

Примітки:

1. D – діаметр градирні на рівні вхідних вікон;
2. При площі секції до 20 м<sup>2</sup> – 9 м, до 100 м<sup>2</sup> – 15 м, до 200 м<sup>2</sup> – 21м, більше 200 м<sup>2</sup> – 24 м.



Таблиця 8. Способи обробки води /7/, що охолоджує

| Лужність природної води, мг-екв/л |                 | Метод обробки, що рекомендується   | Примітки  |
|-----------------------------------|-----------------|--|---|
| Поверхн. джерело                  | Підзем. джерело |  |   |
| ≤2,5                              | ≤1,5            | Продування системи зі скиданням не більше 2% води  | Допустимість визначається санітарними умовами і техніко-економічними обґрунтуваннями                                |
| 2,5-4                             | 1,5-5,0         | Підкислення води зі скиданням оборотної до 0,5-1% її витрати<br><br>Рекарбонізація<br><br>Фосфатування при допустимому скиданні частини води у водоймище | При обмеженні концентрації SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup><br><br>За наявності димових газів і невисокій концентрації |
| ≥4-5                              |                 | Зм'якшування додаткової води вапном з освітленням при скиданні не більше 0,5% оборотної води   | Якщо вода потребує освітлення   |
| >4-5                              |                 | Зм'якшування додаткової води Na-катионуванням або H-катионуванням з "голодною" регенерацією, або сумісним катионуванням без скидання додаткової води     | Коли вода не потребує освітлення  |

Примітка: При підкисленні бажано мати в оборотній воді загальну карбонатну жорсткість не менше 2 мг-екв/л, концентрацію хлоридів до 350 мг/л, сульфатів до 600 мг/л щоб уникнути корозії.

## ЛІТЕРАТУРА

1. СЕВ, ВНДІ ВОДГЕО. Укрупнені норми водоспоживання і водовідведення для різних галузей промисловості. М: Будвидат, 1978
2. БНіП 2.04.02-84. Водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. - М.: Будвидат, 1985 - 136 с.
3. Посібник з проектування градирен (до БНіП 2.04.02-84)/ ВНІІ ВОДГЕО - М.: ЦІТП Держбуду СРСР, 1989 - 190 с.
4. Шабалін А.Ф. Оборотно водопостачання промислових підприємств. М.: Будвидат, 1972 - 296 с.
5. БНіП II-89-60. Будівельні норми і правила. Генеральні плани промислових підприємств. М.: Будвидат, 1981 - 32 с.
6. Шевельов Ф.А., Шевельов А.Ф. Таблиці для гідравлічного розрахунку водопровідних труб. - М.: Будвидат, 1984 - 116 с.
7. Вахлер б.Л. Водопостачання і водовідведення на металургійних підприємствах. Довідник-М.: Металургія, 1977 - 320 с.
8. Методичні вказівки по оформленню проектів - ОІБІ,Одеса, 1985 - 50 с.
9. БНіП 2.01.01-82. Будівельна кліматологія і геофізика/ Держбуд СРСР. - М, Будвидат - 1984.