Практичне заняття 2. **Порівняння будівельних та архітектурно-планувальних рішень при застосуванні прямоточної та оборотної систем водозабезпечення промислового підприємства**

Мета заняття – Сформувати практичні навички порівняльного аналізу впливу типу системи водозабезпечення на архітектурно-планувальну структуру промислового підприємства, склад і розміщення інженерних споруд, трасування трубопроводів, організацію транспортних і монтажних зон, конструктивні рішення та використання виробничої території; навчити обґрунтовувати будівельні рішення з урахуванням технологічної схеми водоспоживання, надійності, можливості реконструкції та раціонального використання території.

Завдання. Для заданого промислового підприємства розробити та порівняти принципові архітектурно-планувальні схеми розміщення будівель, споруд та інженерних комунікацій при прямоточній і оборотній системах водозабезпечення, визначити зміни у складі споруд, площі та організації території, трасуванні трубопроводів і будівельних рішеннях та обґрунтувати отримані результати.

Результати виконання роботи:

- скласти принципову схему прямоточної системи;
- скласти принципову схему оборотної системи;
- визначити перелік основних споруд для кожного варіанта;
- нанести споруди та основні трубопроводи на умовний генеральний план;
- порівняти протяжність і напрямки основних комунікацій;
- визначити додаткові будівельні об'єкти оборотної системи;
- проаналізувати потребу в експлуатаційних і монтажних майданчиках;
- визначити вплив системи на архітектурно-планувальну структуру підприємства;
- оформити порівняльну таблицю та короткий технічний висновок.

Інформація до розв'язання завдання

Принципова схема застосування прямоточної системи водозабезпечення:

джерело води → водозабірна споруда → насосна станція → промислові споживачі → очищення/відведення → водний об'єкт.

Така схема потребує розміщення на території підприємства водоприймальних, насосних, очисних та відвідних споруд, а також відповідних трубопровідних комунікацій.

При проєктуванні генерального плану необхідно враховувати:

- розташування підприємства відносно джерела води;
- відстань від водозабору до основних споживачів;
- можливість прокладання магістральних трубопроводів;

- розміщення насосної станції;
- розташування споруд очищення та відведення використаної води;
- транспортний і експлуатаційний доступ;
- можливість ремонту та заміни трубопроводів.

Для прямоточних систем суттєвим містобудівним та інженерним фактором є наявність надійного джерела води поблизу підприємства. Для промислових систем одноразового використання води також важливими є характеристики джерела та умови відведення використаної води.

Принципова схема застосування оборотної системи водозабезпечення:

підживлення свіжою водою → насосна станція → технологічні споживачі → збір нагрітої/забрудненої води → охолодження та/або очищення → оборотний резервуар → насосна станція → повторне використання.

Принципова відмінність полягає у необхідності передбачити додатковий комплекс будівель та споруд, зокрема: оборотні насосні станції; охолоджувальні споруди; градирні – за відповідною технологічною схемою; резервуари оборотної води; споруди локального очищення; трубопроводи подачі та повернення води; технологічні майданчики; майданчики для ремонту та обслуговування обладнання.

Оборотні системи зменшують потребу у свіжій воді, але водночас потребують додаткового інженерного комплексу. Для таких систем характерні втрати води через випаровування та необхідність продувки, тому передбачається підживлення.)

Аналітичні показники

Показник	Прямоточна система	Оборотна система
Водозабір	Основний елемент системи	Необхідний, але витрата свіжої води менша
Насосна станція	Водозабірна/подаюча	Подаюча + оборотна
Оборотний резервуар	Не передбачається	Передбачається
Охолоджувальна споруда	Зазвичай не потрібна	Потрібна відповідно до технології
Трубопроводи	Подача + відведення	Подача + зворотна лінія + підживлення
Очисні споруди	Перед відведенням води – за необхідності	Локальне очищення/коригування якості – за технологією
Площа інженерної зони	Як правило, менша	Може збільшуватися через додаткові споруди

Взаємозв'язок з виробничими корпусами	Переважно подаючі комунікації	Подаючі та зворотні комунікації
Монтажний доступ	Потрібний до магістралей і насосних	Потрібний до більшої кількості споруд
Експлуатаційна зона	Відносно компактна	Потребує доступу до насосних, резервуарів, охолоджувачів
Вплив на генеральний план	Залежить від джерела та скидання	Більша кількість внутрішньомайданчикових споруд
Можливість повторного використання води	Немає або обмежена	Основний принцип системи

Розрахункова частина

Для кожного варіанта пропонується виконати спрощений матеріальний баланс води.

Для оборотної системи:

$$Q_f = Q_b + Q_e + Q_l,$$

де Q_c – витрата води, що циркулює в оборотній системі, м³/год;
Q_f – витрата свіжої води, м³/год;
Q_b – витрата води на продувку, м³/год;
Q_e – втрати води через випаровування, м³/год;
Q_l – інші втрати, м³/год.

або, якщо задана сумарна частка втрат k:

$$Q_f = k \times Q_c$$

Для порівняння можна визначити коефіцієнт оборотності води:

$$K_o = Q_c / Q_f$$

Архітектурно-планувальна частина

Алгоритм виконання:

1. За вихідними даними визначити промисловий об'єкт, його виробничу площу та витрату води.
2. Побудувати принципову схему прямоточного водозабезпечення та визначити необхідні споруди.
3. Побудувати принципову схему оборотного водозабезпечення, визначити витрату свіжої води та склад додаткових споруд.
4. Розмістити споруди обох систем на умовному генеральному плані з урахуванням виробничих корпусів, транспортних шляхів, санітарно-технічних зон та трасування комунікацій.
5. Виконати порівняння та оформити висновок щодо впливу системи водозабезпечення на будівельні й архітектурно-планувальні рішення.

Варіанти вихідних даних

Варіант	Тип підприємства	Площа виробничої території, га	Основний корпус, м²	Витрата води Q_c, м³/год	Частка втрат оборотної системи k, %
1	Машинобудівне	12	18 000	240	4
2	Металургійне	35	42 000	1200	5
3	Ливарне	18	24 000	480	5
4	Хімічне	28	32 000	900	6
5	Нафтопереробне	45	55 000	1800	5
6	Харчове	10	15 000	210	7
7	Целюлозно-паперове	30	38 000	1100	6
8	Виробництво будівельних матеріалів	16	22 000	360	5
9	Скляне	14	20 000	320	4
10	Коксохімічне	40	48 000	1500	6
11	Енергетичне	50	60 000	2200	4
12	Хіміко-фармацевтичне	12	18 000	280	6
13	Металообробне	20	26 000	520	5
14	Текстильне	11	16 000	250	7
15	Комбіноване промислове	32	40 000	1000	5

Приклад розвязання: Q_c=240 м^3/год, k=4%=0,04.

Орієнтовна потреба в підживлювальній воді:

$$Q_f=0,04\times240=9,6 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Коефіцієнт оборотності:

$$K_o=240/9,6=25.$$

Графічна частина

На одному аркуші показати схему прямоточної системи; схему оборотної системи; фрагмент генерального плану підприємства для двох варіантів.

Аналітична таблиця

Показник	Прямоточна система	Оборотна система	Вплив на будівельне рішення
Кількість основних споруд			
Площа інженерної зони			
Протяжність трубопроводів			
Кількість насосних споруд			
Резервуари			
Охолоджувальні споруди			
Потреба в монтажних майданчиках			
Експлуатаційний доступ			
Складність генерального плану			
Можливість реконструкції			

Література

1. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування : ДБН В.2.5-74:2013. Чинний від 2019-02-01. Київ : Мінрегіон України, 2013. Зі зміною № 1. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3873908776213940176 (дата звернення: 24.09.2026).
2. Lahnsteiner, J., Andrade, P., Mittal, R. D. An Introduction to Industrial Water Reuse and Recycling. In: Handbook of Water and Used Water Purification. Cham : Springer, 2019. DOI: 10.1007/978-3-319-66382-1_165-1. URL: (дата звернення: 24.09.2026).
3. ISO 46001:2019. Water efficiency management systems – Requirements with guidance for use. Geneva : International Organization for Standardization, 2019. 38 p. Зі зміною ISO 46001:2019/Amd 1:2024. URL: https://www.iso.org/standard/68286.html (дата звернення: 24.09.2026).
4. Industrial Water Treatment Operation and Maintenance : UFM 3-230-13. Washington, D.C. : Department of Defense, 2026. URL: https://www.wbdg.org/FFC/DOD/UFC/ufm_3_230_13_2026.pdf (дата звернення: 24.09.2026).
5. Water efficiency management systems – Requirements with guidance for use : ISO 46001:2019. Geneva : International Organization for Standardization, 2019. URL: https://www.iso.org/standard/68286.html (дата звернення: 24.09.2026).