

УДК 628.3:658.562

## УДОСКОНАЛЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ГОСПОДАРСТВА ОЛІЙНО-ЕКСТРАКЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА

**А.П.Калюжний,**  
кандидат технічних наук, доцент Полтавського  
національного технічного університету  
імені Юрія Кондратюка,  
**Л.Л. Зубричева,**  
ст. викладач Полтавського національного  
технічного університету імені Юрія Кондратюка,  
**Г.В.Ільїна,**  
директор НДЦ «Полтаваагропромпродуктивність»

*Здійснено оцінювання фактичних витрат води олійно-екстракційним підприємством за двома варіантами. Визначено у відсотках кількість води, яка може повторно або зворотно використовуватися в системі водопостачання. Запропоновано більш економічну балансову схему енергетичного господарства даного підприємства*

**Ключові слова:** енергетичне господарство, олійно-екстракційний завод, балансова схема, безповоротні втрати води, собівартість продукції.

**Постановка проблеми.** Системи водопостачання і водовідведення є важливою складовою енергетичного господарства підприємств харчової промисловості. Аналіз технічної досконалості систем водопостачання на підприємстві надає можливість суттєво зменшити витрату «свіжої» води, що у підсумку опосередковано відбивається на вартості самої продукції.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Велика увага на промислових підприємствах приділяється зменшенню енергоресурсів, однією із складових яких є вода. Зниження витрат природних вод є одним із головних завдань, котрі розв'язують на олійно-екстракційному підприємстві [4-6]. Аналіз публікацій

підтверджує, що проблема раціонального використання водних ресурсів постійно вивчається в Україні [7-9].

**Виділення не розв'язаних раніше частини проблеми.** При проектуванні або реконструкції систем енергетичного господарства підприємств харчової промисловості необхідно враховувати можливість повторного використання стічних вод [3]. Це підвищує ефективність роботи самого олійно-екстракційного підприємства і впливає на собівартість продукції.

**Мета дослідження** – проаналізувати можливість повторного використання води на олійно-екстракційному заводі, як джерела підвищення рівня рентабельності виробництва.

**Виклад основного матеріалу.** Задача систем водопостачання і водовідведення – забезпечення водою і відвід стічної води з врахуванням особливостей технологічних процесів. Характерним для олійно-екстракційних заводів є те, що вода при виробництві олії витрачається в основному:

- на зволоження сировини,
- на мокре шротоуловлювання,
- на охолодження закритої теплообмінної апаратури,
- на миття обладнання і тари,
- для приготування розчинів,
- на підживлення систем оборотного водопостачання,
- для хімічного водоочищення.

Для виробничих та господарсько-побутових потреб на олійно-екстракційному заводі використовується вода питної якості, що відповідає діючим санітарним нормам і правилам [1]. Для прикладу розглядаємо ПРАТ «Полтавський олійно-екстракційний завод – Кернел Груп». Система водопостачання на підприємстві прямопотокова і обігова з самостійним циклом охолоджуючої води та частковим поверненням конденсату. У заводську мережу каналізації надходять: господарсько-побутові та виробничі стоки від цехів підприємства, котельні, блоку складів та адміністративно-побутового корпусу. Забруднені стічні води утворюються при мокрому шротовидаленні, при

конденсації водяної пари в конденсаторах. Ці води містять переважно жири та бензин. Внутрішньозаводська мережа каналізації приймає очищені стічні води від очисної станції цеху рафінації, цеху екстракції, жиρούловлювача їдальні, пральні, цеху гідратації олії, заводууправління.

Визначення загальної кількості води та січної води на промисловому підприємстві здійснюється за формулою:

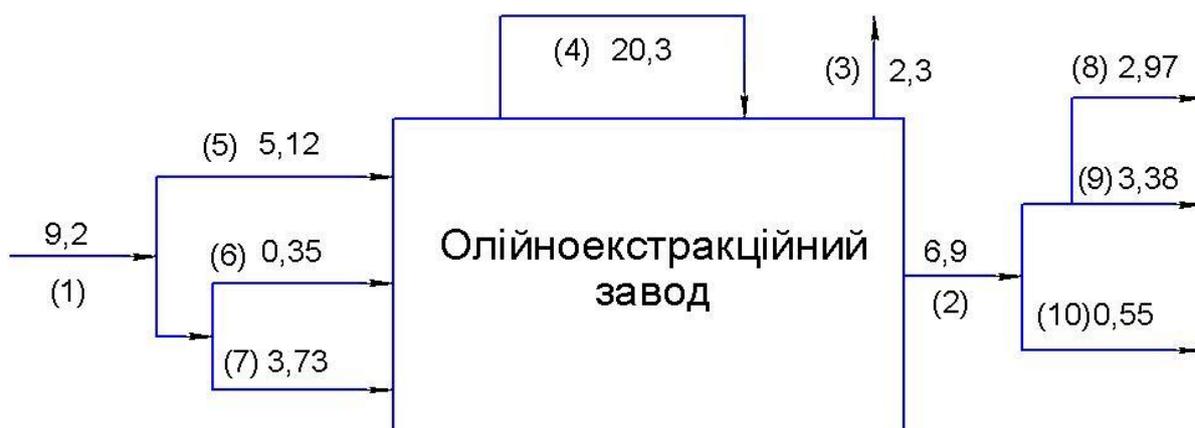
$$Q = \frac{N \cdot B}{86400}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1)$$

де  $N$  - норма водовідведення на одиницю продукції,  $\text{м}^3/\text{т}$ ;

$B$  – обсяг виробництва,  $\text{т}/\text{доб}$ .

Балансова схема – це графічне зображення якісних і кількісних зв'язків між окремими водоспоживачами та спорудами водопровідно-каналізаційного господарства. Дана балансова схема включає в себе позначення: свердловина, резервуар чистої води (РЧВ), насосна станція другого підйому (НС-2), водоспоживачі (цехи та допоміжні приміщення олійно-екстракційного заводу), локальні каналізаційні очисні споруди (ЛКОС).

Теоретичні норми витрат води та стічних вод на олійно-екстракційному заводі згідно джерела [2] наведені у вигляді балансової схеми на рис.1



**Рис.1 Теоретичні норми витрат води та стічних вод на олійно-екстракційному заводі**

1 – водоспоживання; 2 – водовідведення; 3 – втрати води; 4 – обігове водопостачання; 5 – технічна вода; 6 – виробнича вода; 7 – вода для господарсько-питних потреб; 8 – виробничі стічні води, що потребують

очищення; 9 – побутові стічні води, що потребують очищення; 10 – стічні води, що не потребують очищення.

*Джерело:* побудовано на основі даних [2].

Фактичні витрати води та стічних вод для цехів та допоміжних приміщень олійно-екстракційного заводу показані у вигляді балансових схем на рис. 2,3.

Аналізуються дві балансові схеми. для вибору більш раціонального та економічного варіанту.

I варіант: вода для господарсько-питних та технічних потреб водопостачання подається з власної свердловини (721,105 м<sup>3</sup>/добу) та частково з міської водопровідної мережі (20,57 м<sup>3</sup>/добу). Для очищення оборотної води на території заводу діють локальні очисні споруди.

II варіант: передбачає використання очищеної стічної води для ремонтно-будівельного, ремонтно-механічного цехів, автотранспортної дільниці, а також для цеху хімічної водоочищення. Це суттєво зменшить забір води з свердловини.

Згідно побудованих балансових схем водопостачання і водовідведення заводу, визначено ефективність енергетичного господарства олійно-екстракційного підприємства.

Відсоток кількості використаної води на олійно-екстракційному заводі визначається

$$P_{об} = \frac{Q_{об}}{Q_{об} + Q_{під}} \cdot 100\%; \quad (2)$$

де  $Q_{об}$  – витрата води, яка використовується в обороті, м<sup>3</sup>/добу;

$Q_{під}$  – витрата «свіжої» води, яка подається в систему водоспоживання, м<sup>3</sup>/добу.

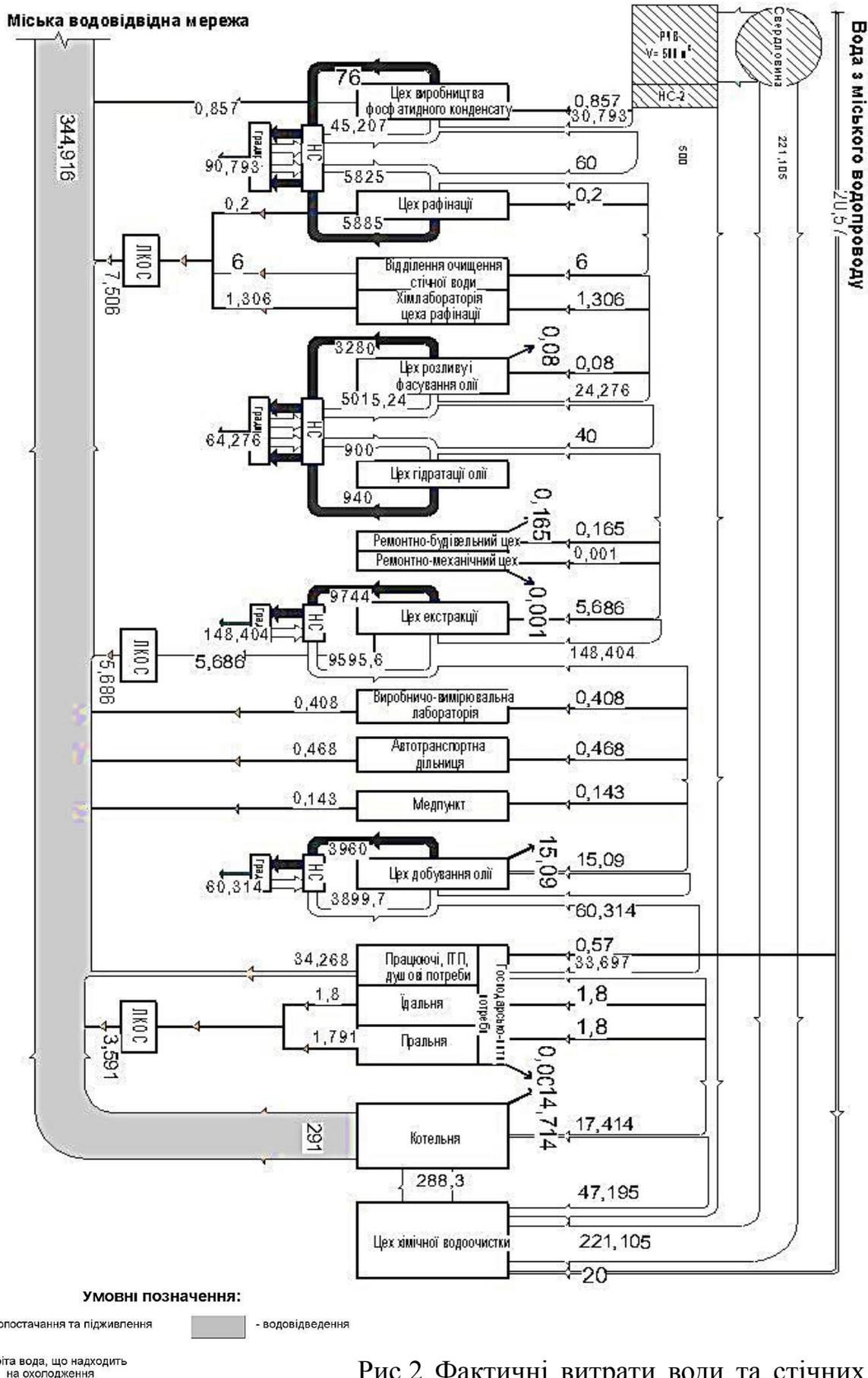
Розрахунки проводимо для цехів і для заводу в цілому.

Цех виробництва фосфатидного конденсату:

$$P_{об} = \frac{76}{76 + (30,793 + 0,857)} \cdot 100\% = \frac{76}{107,65} \cdot 100\% = 70,5\% ;$$

Цех рафінації олії:

$$P_{об} = \frac{5885}{5885 + (60 + 0,2)} \cdot 100\% = \frac{5885}{5945,2} \cdot 100\% = 98,9\%$$



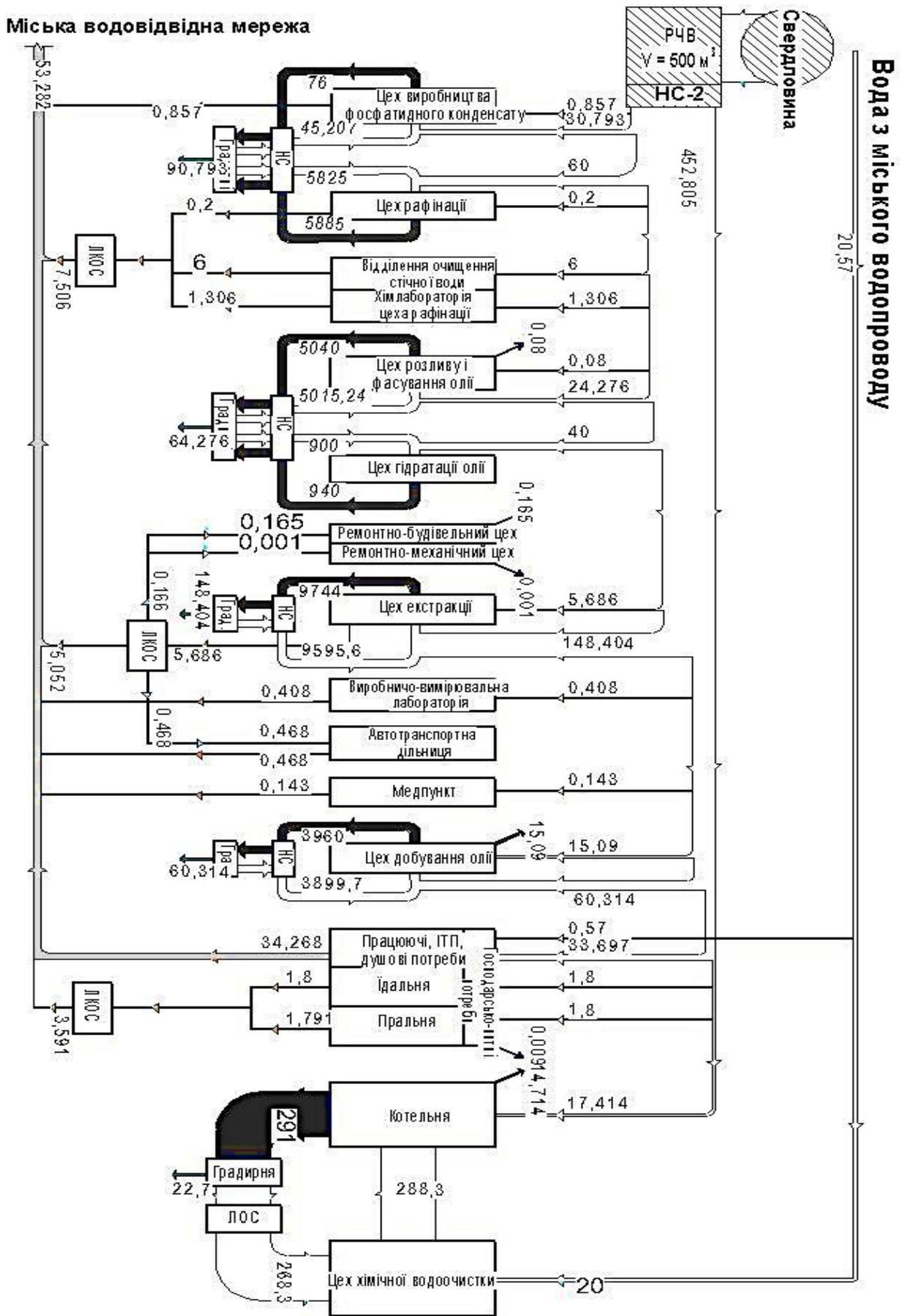


Рис.3 – Фактичні витрати води та стічних вод для цехів та допоміжних приміщень олійно-екстракційного заводу за II варіантом.

Джерело: власна розробка.

Цех розливу і фасування олії:

$$P_{об} = \frac{3280}{3280 + (24,276 + 0,08)} \cdot 100\% = \frac{3180}{3305,076} \cdot 100\% = 99,2\% ;$$

Цех гідратації олії:

$$P_{об} = \frac{940}{940 + 40} \cdot 100\% = \frac{940}{980} \cdot 100\% = 95,918\% ;$$

Цех екстракції:

$$P_{об} = \frac{9744}{9744 + (148,404 + 5,686)} \cdot 100\% = \frac{9744}{9898,09} \cdot 100\% = 98,443\% ;$$

Цех добування олії:

$$P_{об} = \frac{3960}{3960 + (60,314 + 15,09)} \cdot 100\% = \frac{3960}{4035,404} \cdot 100\% = 98,13\% ;$$

Використання оборотної системи у всьому об'єкті водопостачання в цілому:

$$P_{об} = \frac{76 + 5885 + 3280 + 940 + 9744 + 3960}{76 + 5885 + 940 + 9744 + 3960 + 364 + 21,913} \cdot 100\% = 98,41\% ;$$

Безповоротні витрати і втрати води у відсотковому відношенні для цехів, допоміжних приміщень та для всього об'єкту в цілому за 2 схемами:

$$P_{втр} = \frac{Q_{нід} - Q_{скид}}{Q_{об} + Q_{нід} + Q_{посл}} \cdot 100\% ; \quad (3)$$

де  $Q_{скид}$  – витрата стічної води, що скидається у внутрішньозаводську систему каналізації, а потім - у міську каналізаційну мережу, м<sup>3</sup>/добу;

$Q_{посл}$  – витрата води, яка використовується послідовно, м<sup>3</sup>/с.

За I варіантом балансової схеми

Цех виробництва фосфатидного конденсату:

$$P_{втр} = \frac{(0,857 + 30,793) - 0,857}{(0,857 + 30,793) + 76 + 0} \cdot 100\% = 28,6\% ;$$

Цех рафінації олії:

$$P_{втр} = \frac{(60 + 0,02) - 0,2}{(60 + 0,2) + 5885 + 0} \cdot 100\% = 1,009\% ;$$

Цех розливу і фасування олії:

$$P_{\text{втр}} = \frac{(24,276 + 0,08) - 0}{(24,276 + 0,08) + 3280 + 0} \cdot 100\% = 0,73\%;$$

Цех гідратації олії:

$$P_{\text{втр}} = \frac{(40 + 0) - 0}{(40 + 0) + 940 + 0} \cdot 100\% = 4,082\%;$$

Цех екстракції:

$$P_{\text{втр}} = \frac{(5,686 + 148,404) - 5,686}{(5,686 + 148,404) + 9744 + 0} \cdot 100\% = 1,499\%;$$

Цех добування олії:

$$P_{\text{втр}} = \frac{(15,09 + 60,314) - 0}{(5,686 + 148,404) + 3960 + 0} \cdot 100\% = 1,87\%;$$

Пральня:

$$P_{\text{втр}} = \frac{1,8 - 1,791}{1,8} \cdot 100\% = 0,5\%;$$

Котельня:

$$P_{\text{втр}} = \frac{(288,3 + 17,414) - 291}{(288,3 + 17,414) + 0 + 0} \cdot 100\% = 4,8\%;$$

Цех хімічної водоочищення:

$$P_{\text{втр}} = \frac{288,3 - 0}{288,3 + 0 + 288,3} \cdot 100\% = 50\%;$$

За II варіантом балансової схеми

Цех екстракції:

$$P_{\text{втр}} = \frac{(5,686 + 148,404) - 5,052}{(5,686 + 148,404) + 9744 + (0,468 + 0,166)} \cdot 100\% = 1,51\%;$$

Котельня:

$$P_{\text{втр}} = \frac{(288,3 + 17,414) - 0}{288,3 + 17,414 + 0 + 291} \cdot 100\% = 51,23\%;$$

Безповоротні втрати води для всіх інших цехів та допоміжних приміщень дорівнюють I варіанту балансової схеми.

Безповоротні втрати води для заводу в цілому за I варіантом балансової схеми:

$$P_{\text{втр1}} = \frac{741,675 - 344,916}{741,675 + 23885 + 0} \cdot 100\% = 1,6\%;$$

Безповоротні втрати води для заводу в цілому за II варіантом балансової схеми:

$$P_{\text{втр}2} = \frac{452,805 - 53,282}{452,805 + 23885 + (291 + 288,3 + 0,468 + 0,166)} \cdot 100\% = 1,6\%;$$

Ефективність використання води в цехах, допоміжних приміщеннях, а також на заводі в цілому визначена за допомогою коефіцієнта використання води

$$K = \frac{Q_{\text{нід}} - Q_{\text{скуп.}}}{Q_{\text{нід}}} \leq 1 \quad (4)$$

За I варіантом балансової схеми

Цех виробництва фосфатидного конденсату:

$$K = \frac{(0,857 + 30,793) - 0,857}{0,857 + 30,793} = 0,973 \leq 1;$$

Цех рафінації олії:

$$K = \frac{(60 + 0,2) - 0,2}{60 + 0,2} = 0,996 \leq 1;$$

Цех розливу і фасування олії:

$$K = \frac{(0,08 + 24,276) - 0}{0,08 + 24,276} = 1;$$

Цех гідратації олії:

$$K = \frac{40}{40} = 1;$$

Цех екстракції:

$$K = \frac{(5,686 + 148,404) - 5,686}{5,686 + 148,404} = 0,963 \leq 1;$$

Цех добування олії:

$$K = \frac{(15,09 + 60,314) - 0}{15,09 + 60,314} = 1;$$

Ремонтно-будівельний цех:

$$K = \frac{0,165 - 0}{0,165} = 1;$$

Ремонтно-механічний цех:

$$K = \frac{0,001 - 0}{0,001} = 1;$$

Пральня:

$$K = \frac{1,8 - 1,791}{1,8} = 0,05 \leq 1;$$

Котельня:

$$K = \frac{306 - 291}{306} = 0,05 \leq 1;$$

Цех хімічної водоочищення:

$$K = \frac{288,3 - 0}{288,3} = 1;$$

Для відділення очищення стічної води, хімлабораторії цеху рафінації, виробничо-вимірювальної лабораторії, автотранспортної дільниці, медичного пункту, їдальні та побутового комплексу  $K = 0$ .

За II варіантом балансової схеми

Цех екстракції:

$$K = \frac{(5,686 + 148,404) - 5,052}{5,686 + 148,404} = 0,967 \leq 1;$$

Котельня:

$$K = \frac{306 - 0}{306} = 1;$$

Коефіцієнт використання води для всіх інших цехів та допоміжних приміщень дорівнюють I варіанту балансової схеми.

Для заводу в цілому:

$$K_1 = \frac{741,675 - 344,916}{741,675} = 0,535 \leq 1;$$

$$K_2 = \frac{452,805 - 53,282}{452,805} = 0,882 \leq 1;$$

### **Висновки:**

1. В результаті розрахунків встановлено, що для даного об'єкта водоспоживання другий варіант кращий, оскільки має перевагу в порівнянні з першим. Позитивним фактором є збільшення коефіцієнту використання води (0,882 проти 0,535).

2. Використання очищених стічних вод для технічного водопостачання зменшує кількість води, яка забирається із свердловини (452,805 м<sup>3</sup>/добу замість

741,675 м<sup>3</sup>/с) та витрату стічних вод, які скидаються до міської каналізаційної мережі (53,282 м<sup>3</sup>/добу замість 344,916 м<sup>3</sup>/добу), а також підвищує ефективність роботи всієї системи водоспоживання та водовідведення в цілому.

3. Наведені рекомендації з відповідними корективами, що враховують індивідуальні особливості підприємства бажано враховувати при проектуванні та реконструкції систем енергетичного господарства олійно-екстракційних заводів.

#### Список літератури

1.ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

2.Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности ВНИИ ВОДГЕО. Госстрой СССР. – М.1978 г.

3.Водний кодекс України; Повітряний кодекс України: Тести відповідають офіц. – К.: Школа, 2003. – 96 с.

4.Калюжний А.П., Земогляд В.Д. Експериментальне дослідження якісних показників стічних вод підприємств м.Полтава /А.П.Калюжний, В.Д. Земогляд // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХНУБА,ХОТВ АБУ. – 2015. – Вип. 39(81). – С.134– 138.

5.Большакова О.С. Методи удосконалення системи регулювання скиду промислових стічних вод: наукова дисертація / Большакова О.С. – Харків: УкркомунНДПрогрес, 2002.

6.Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: підручник / А.К. Запольський. – К.: Вища школа,2005. – 671с.

7.Нефедова Н.Є. Суспільно-геологічне дослідження регіонального водогосподарського комплексу: проблеми методології та методики: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. географічних наук: 11.00.02 «Економічна і соціальна географія» / Н.Є. Нефедова.- Одеса, 2005.- 20 с.

8.Левківський С.С., Падун М.М. Рациональное використання і охорона водних ресурсів: Підручник. – К.: Либідь, 2006. – 280 с.

9.Схема-прогноз розвитку і розміщення продуктивних сил Полтавської області на період до 2015 року. – К.: РВПС НАН України, 2005. – 177 с