

УДК 628.3:658.562

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОНОМІКО-ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ГОСПОДАРСТВА ПИВОВАРНОГО ЗАВОДУ

**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,  
**О.М.Черняк,**  
науковий співробітник НДЦ  
«Полтаваагропромпродуктивність»

*Проаналізовано можливість  
повторного використання води на  
пивоварному заводі, як джерела підвищення  
рівня рентабельності виробництва.*

*Здійснено оцінювання фактичних  
витрат води пивоварного заводу за двома  
варіантами балансових схем.*

**Ключові слова:** собівартість продукції, економіко-технічна ефективність, енергетичне господарство, пивоварний завод, балансова схема.

**Постановка проблеми.** При проектуванні або реконструкції систем енергетичного господарства підприємств харчової промисловості необхідно враховувати можливість повторного використання зворотних вод [4]. Це підвищує ефективність роботи самого підприємства і опосередковано впливає на собівартість продукції.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Необхідність удосконалення водогосподарського комплексу підприємств харчової промисловості обумовлена спрямованістю на вирішення пріоритетних державних завдань [4-6]. Указані праці підтверджують факт постійної уваги до проблем раціонального використання водних ресурсів на підприємствах, проте питання вибору ефективної й економічно вигідної балансової схеми залишається не до кінця розв'язаним [7-10].

**Виділення не розв'язаних раніше частини проблеми.** Наразі виникла необхідність в аналізі технічної цілісності систем водопостачання та водовідведення пивоварного заводу.

Суттєве зменшення води на підживлення, що у підсумку опосередковано відбивається на вартість самої продукції, обґрунтовано відповідними економіко-технічними розрахунками.

**Мета дослідження** – проаналізувати економіко-технічну ефективність енергетичного господарства пивоварного заводу. Запропонувати більш економічну балансову схему енергетичного господарства даного підприємства

**Виклад основного матеріалу.** Важливою складовою енергетичного господарства пивоварного заводу є системи водопостачання і водовідведення.

На території підприємства є три артезіанські свердловини. Перша свердловина глибиною 700м забирає воду із сеноман-нижньокрейдяного водоносного горизонту. Вода цієї свердловини використовується для господарсько-питних і технологічних потреб. Друга і третя свердловини забирають воду з Харківського водоносного горизонту вода використовується для виробництва пива. Вода у виробництві пива використовується на виробництво і охолодження сусла, гідравлічне видалення солодової і хмільної дробини, миття обладнання, трубопроводів і тари, на потреби котельні і холодильно-компресорної станції, господарсько-побутові потреби. Крім того, вода входить в склад готової продукції.

Для виробничих та господарсько-побутових потреб на заводі використовується вода питної якості, що відповідає діючим санітарним нормам і правилам [1]. Для прикладу розглядаємо ПАТ «Фірма Полтавпиво». Система водопостачання – прямоточна з оборотним циклом охолоджуючих вод холодильно-компресорної станції і з послідовним використанням води після охолодження сусла на мийку обладнання, трубопроводів, тари, на затірку солоду, вилуговування і видалення солодової і хмільної дробини.

Загальна кількість води та стічної води на промисловому підприємстві визначається за формулою:

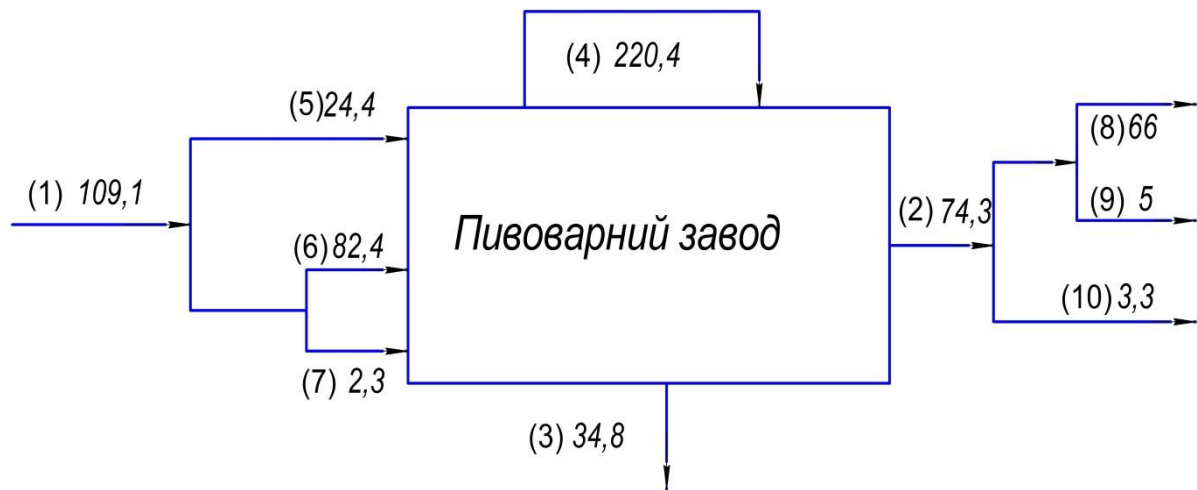
$$Q = \frac{N \cdot B}{86400}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1)$$

де N - норма водовідведення на одиницю продукції, м<sup>3</sup>/т;

B – обсяг виробництва, т/доб.

Балансова схема водопостачання і водовідведення графічно представляє якісні та кількісні зв'язки між окремими цехами, допоміжними приміщеннями та спорудами водопровідно-каналізаційного господарства заводу.

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



**Рис.1 Теоретичні норми витрат води та стічних вод на пивоварному 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 пивоварного заводу показані у вигляді балансових схем на рис. 2,3.

Для вибору більш раціонально-економічного варіанту розглядаємо дві балансові схеми.

I варіант: технічне та питне водопостачання здійснюється з власних артезіанських свердловин підприємства. Для охолодження оборотної води на

території заводу застосовуються градірні. Стічні води подаються на міські водовідвідні споруди.

II варіант: передбачає використання очищеної та доочищеної стічної води для технічного водопостачання. Також розглядається питання послідовного використання води після локальних очисних споруд на підприємстві. В цеху виробництва пива зворотна вода використовується для охолодження технологічного устаткування. Це суттєво зменшить забір води з артезіанських свердловин заводу.

Згідно побудованих балансових схем водопостачання і водовідведення промислового підприємства, визначаємо економіко-технічну ефективність енергетичного господарства пивоварного заводу за двома варіантами.

Відсоток кількості використаної води на пивоварному 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 води на підживлення, яка подається в систему водоспоживання, м<sup>3</sup>/добу.

Розрахунки проводимо окремо для цехів і для заводу в цілому.

Згідно схеми № 1:

Цех виробництва пива:

$$P_{об} = \frac{0}{0 + 488,3 + 274,35 + 142,53} \cdot 100\% = 0\%;$$

Цех видобування вуглекислоти:

$$P_{об} = \frac{0}{0 + 21,8} \cdot 100\% = 0\%;$$

Котельня:

$$P_{об} = \frac{0}{0 + 76,91} \cdot 100\% = 0\%;$$

Гаражі, ремонтне обслуговування автомобілів:

$$P_{об} = \frac{0}{0 + 1,3} \cdot 100\% = 0\%;$$

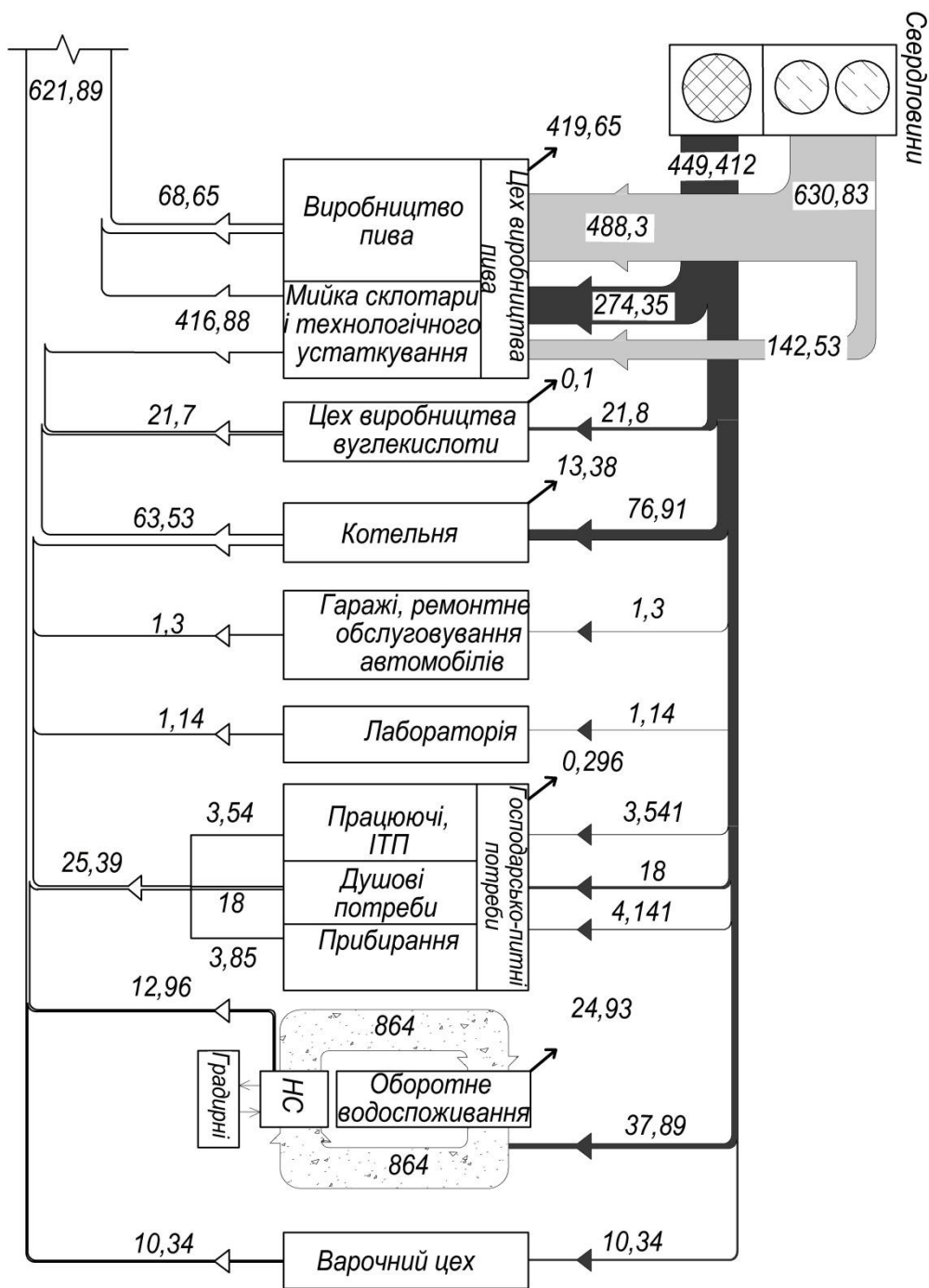


Рис.2 Фактичні витрати води та стічних вод для цехів та допоміжних приміщень пивоварного заводу за I варіантом.

Джерело: власна розробка

Умовні позначення:

- Водоспоживання з Харківського водоносного горизонту
- водовідведення
- Водоспоживання з Сеноман - Нижньокрейдяного водоносного горизонту
- оборотне водопостачання

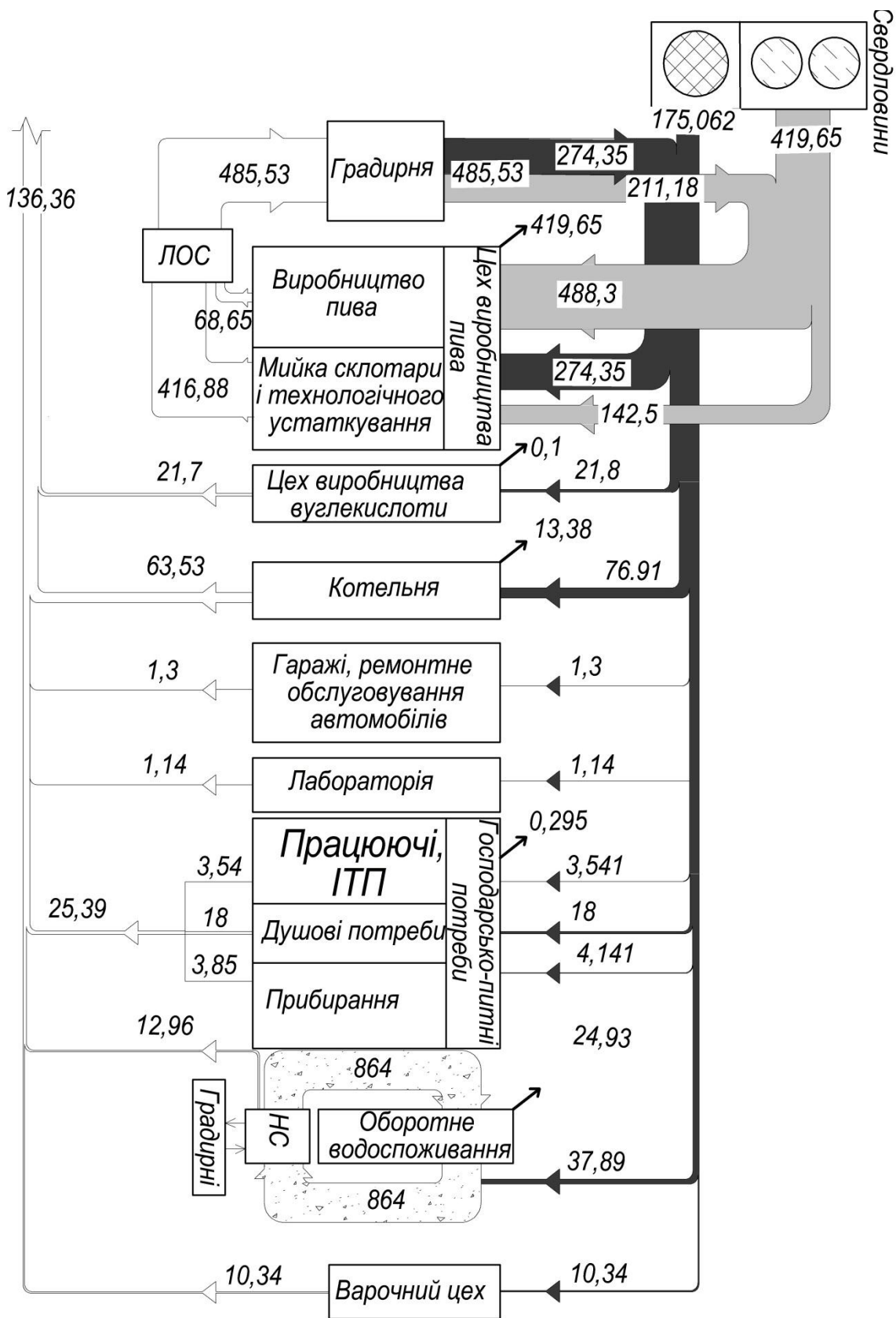


Рис.3 – Фактичні витрати води та стічних вод для цехів та допоміжних приміщень пивоварного заводу за II варіантом.

Лабораторія:

$$P_{об} = \frac{0}{0+1,14} \cdot 100\% = 0\% ;$$

Господарсько-питні потреби:

$$P_{об} = \frac{0}{0+3,541+18+4,141} \cdot 100\% = 0\% ;$$

Цех оборотного водоспоживання:

$$P_{об} = \frac{864}{864+37,89} \cdot 100\% = 96,11\% ;$$

Варильний цех:

$$P_{об} = \frac{0}{0+10,34} \cdot 100\% = 0\%$$

Оцінюємо використання оборотної системи у всьому об'єкті водопостачання в цілому. Розрахунки ведемо за тією ж формулою. Згідно першої балансової схеми:

$$P_{об} = \frac{864}{864+449,412+630,83} \cdot 100\% = 59,23\%$$

Згідно схеми № 2:

Цех виробництва пива:

$$P_{об} = \frac{0}{0+488,3+274,35+142,53} \cdot 100\% = 0\% ;$$

Цех видобування вуглекислоти:

$$P_{об} = \frac{0}{0+21,8} \cdot 100\% = 0\% ;$$

Котельня:

$$P_{об} = \frac{0}{0+76,91} \cdot 100\% = 0\% ;$$

Гаражі, ремонтне обслуговування автомобілів:

$$P_{об} = \frac{0}{0+1,3} \cdot 100\% = 0\% ;$$

Лабораторія:

$$P_{об} = \frac{0}{0+1,14} \cdot 100\% = 0\% ;$$

Господарсько-питні потреби:

$$P_{об} = \frac{0}{0+3,541+18+4,141} \cdot 100\% = 0\% ;$$

Цех оборотного водоспоживання:

$$P_{об} = \frac{864}{864+37,89} \cdot 100\% = 96,11\% ;$$

Варильний цех:

$$P_{об} = \frac{0}{0+10,34} \cdot 100\% = 0\%$$

Цех оборотного водоспоживання:

$$P_{об} = \frac{2,26+0,83+0}{2,26+0,83+1,5939} \cdot 100\% = 66\% ;$$

Оцінюємо використання оборотної системи у всьому об'єкті водопостачання в цілому. Розрахунки ведемо за тією ж формулою. Згідно другої балансової схеми:

$$P_{об} = \frac{864}{864+175,062+419,65} \cdot 100\% = 44,43\%$$

Безповоротні втрати води у відсотковому відношенні на підприємстві:

$$P_{втр} = \frac{Q_{підж} - Q_{скид}}{Q_{об} + Q_{підж} + Q_{посл}} \cdot 100\% ;$$

де  $Q_{скид}$  – витрати стічної води, що скидається у водовідвідну мережу;

$Q_{посл}$  – витрати води, яка використовується послідовно.

Згідно схеми № 1:

Цех виробництва пива:

$$P_{втр} = \frac{(488,3+274,35+142,53) - (416,88+68,65)}{0+(488,3+274,35+142,53)+0} \cdot 100\% = 46,36\% ;$$

Цех видобування вуглекислоти:

$$P_{втр} = \frac{21,8-21,7}{0+21,8+0} \cdot 100\% = 0,45\% ;$$



Котельня:

$$P_{\text{втр}} = \frac{76,91 - 63,53}{0 + 76,91 + 0} \cdot 100\% = 17,39\% ;$$

Гаражі, ремонтне обслуговування автомобілів:

$$P_{\text{втр}} = \frac{1,3 - 1,3}{0 + 1,3 + 0} \cdot 100\% = 0\% ;$$

Лабораторія:

$$P_{\text{втр}} = \frac{1,14 - 1,14}{0 + 1,14 + 0} \cdot 100\% = 0\% ;$$

Господарсько-питні потреби:

$$P_{\text{втр}} = \frac{(3,541 + 18 + 4,141) - 25,39}{0 + (3,541 + 18 + 4,141) + 0} \cdot 100\% = 1,13\% ;$$

Цех оборотного водоспоживання:

$$P_{\text{втр}} = \frac{37,89 - 12,96}{864 + 37,89 + 0} \cdot 100\% = 0,07\% ;$$

Варильний цех:

$$P_{\text{втр}} = \frac{10,34 - 10,34}{0 + 10,34 + 0} \cdot 100\% = 0\%$$

Загальна кількість безповоротної витрати води на підприємстві за схемою 1:

$$P_{\text{втр}} = \frac{(449,412 + 630,83) - 621,89}{864 + (449,412 + 630,83) + 0} \cdot 100\% = 23,57\%$$

Згідно схеми № 2:

Цех виробництва пива:

$$P_{\text{втр}} = \frac{(488,3 + 274,35 + 142,53) - 0}{0 + (488,3 + 274,35 + 142,53) + 485,53} \cdot 100\% = 65,08\% ;$$

Цех видобування вуглекислоти:

$$P_{\text{втр}} = \frac{21,8 - 21,7}{0 + 21,8 + 0} \cdot 100\% = 0,45\% ;$$

Котельня:

$$P_{\text{втр}} = \frac{76,91 - 63,53}{0 + 76,91 + 0} \cdot 100\% = 17,39\% ;$$

Гаражі, ремонтне обслуговування автомобілів:

$$P_{\text{втр}} = \frac{1,3 - 1,3}{0 + 1,3 + 0} \cdot 100\% = 0\% ;$$

Лабораторія:

$$P_{\text{втр}} = \frac{1,14 - 1,14}{0 + 1,14 + 0} \cdot 100\% = 0\% ;$$

Господарсько-питні потреби:

$$P_{\text{втр}} = \frac{(3,541 + 18 + 4,141) - 25,39}{0 + (3,541 + 18 + 4,141) + 0} \cdot 100\% = 1,13\% ;$$

Цех оборотного водоспоживання:

$$P_{\text{втр}} = \frac{37,89 - 12,96}{864 + 37,89 + 0} \cdot 100\% = 0,07\% ;$$

Варильний цех:

$$P_{\text{втр}} = \frac{10,34 - 10,34}{0 + 10,34 + 0} \cdot 100\% = 0\%$$

Загальна кількість безповоротної витрати води на підприємстві за схемою 2:

$$P_{\text{втр}} = \frac{(175,062 + 419,65) - 136,36}{864 + (175,062 + 419,65) + 485,53} \cdot 100\% = 23,57\%$$

Ефективність використання води з джерела:

$$K = \frac{Q_{\text{нід}} - Q_{\text{свід.}}}{Q_{\text{нід}}} \leq 1$$

Згідно схеми № 1:

Цех виробництва пива:

$$K_{\text{вук}} = \frac{(488,3 + 274,35 + 142,53) - (68,65 + 416,88)}{(488,3 + 274,35 + 142,53)} = 0,46 \leq 1$$

Цех видобування вуглекислоти:

$$K_{\text{вук}} = \frac{21,8 - 21,7}{21,8} = 0 \leq 1 ;$$

Котельня:

$$K_{\text{вук}} = \frac{76,91 - 63,53}{76,91} = 0,17 \leq 1 ;$$

Гаражі, ремонтне обслуговування автомобілів:

$$K_{\text{вик}} = \frac{1,3 - 1,3}{1,3} = 0 \leq 1 ;$$

Лабораторія:

$$K_{\text{вик}} = \frac{1,14 - 1,14}{1,14} = 0 \leq 1 ;$$

Господарсько-питні потреби:

$$K_{\text{вик}} = \frac{(3,541 + 18 + 4,141) - 25,39}{(3,541 + 18 + 4,141)} = 0,011 \leq 1 ;$$

Цех оборотного водоспоживання:

$$K_{\text{вик}} = \frac{37,89 - 12,96}{37,89} = 0,65 \leq 1 ;$$

Варильний цех:

$$K_{\text{вик}} = \frac{10,34 - 10,37}{10,34} = 0 \leq 1$$

Загальна ефективність використання води з джерела на підприємстві за схемою 1:

$$K_{\text{вик}} = \frac{(449,412 + 630,83) - 621,89}{(449,412 + 630,83)} = 0,46 \leq 1$$

Згідно схеми № 2:

Цех виробництва пива:

$$K_{\text{вик}} = \frac{(488,3 + 274,35 + 142,53) - (68,65 + 416,88)}{(488,3 + 274,35 + 142,53)} = 0,46 \leq 1$$

Цех видобування вуглекислоти:

$$K_{\text{вик}} = \frac{21,8 - 21,7}{21,8} = 0 \leq 1 ;$$

Котельня:

$$K_{\text{вик}} = \frac{76,91 - 63,53}{76,91} = 0,17 \leq 1 ;$$

Гаражі, ремонтне обслуговування автомобілів:

$$K_{\text{вик}} = \frac{1,3 - 1,3}{1,3} = 0 \leq 1 ;$$

Лабораторія:

$$K_{\text{вик}} = \frac{1,14 - 1,14}{1,14} = 0 \leq 1 ;$$

Господарсько-питні потреби:

$$K_{\text{вик}} = \frac{(3,541 + 18 + 4,141) - 25,39}{(3,541 + 18 + 4,141)} = 0,011 \leq 1 ;$$

Цех оборотного водоспоживання:

$$K_{\text{вик}} = \frac{37,89 - 12,96}{37,89} = 0,65 \leq 1 ;$$

Варильний цех:

$$K_{\text{вик}} = \frac{10,34 - 10,37}{10,34} = 0 \leq 1$$

Загальна ефективність використання води з джерела на підприємстві за схемою 2:

$$K_{\text{вик}} = \frac{(175,062 + 419,65) - 136,36}{(175,062 + 419,65)} = 0,42 \leq 1$$

### **Висновки:**

1. Отже, встановлено, що запропонований другий варіант балансової схеми є більш ефективним порівняно з першим. Позитивним фактором є збільшення коефіцієнту використання води та відсотку використання оборотної води.

2. Використання очищених зворотних вод для технічного водопостачання зменшує кількість води, яка забирається із свердловини (594,712 м<sup>3</sup>/добу замість 1080,242 м<sup>3</sup>/с) та витрату стічних вод, які скидаються до міської каналізаційної мережі (136,36 м<sup>3</sup>/добу замість 621,89 м<sup>3</sup>/добу), а також підвищує ефективність роботи всієї системи водоспоживання та водовідведення в цілому.

3. Для підвищення економіко-технічної ефективності систем водопостачання і водовідведення пивоварних заводів бажано звертати увагу на дані рекомендації з відповідними корективами, що враховують індивідуальні особливості підприємств.

### Список літератури

1. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. – К., 2010 – 41 с.

2. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности / Совет Экономической взаимопомощи, ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. –

М.: Стройиздат, 1984.- 590 с.

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

4. Калюжний А.П. Удосконалення енергетичного господарства олійно-екстракційного підприємства / А.П.Калюжний, Л.Л. Зубричева, Г.В. Ільїна // Науково-практичний збірник «Продуктивність агропромислового виробництва». – Київ: НДІ «Укראгропромпродуктивність». – 2016. – Вип. 28. – С. 50 – 57.

5. Калюжний А.П. 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.

6. Зубричева Л.Л. Аналіз складових водогосподарського комплексу Полтавської області / Л.Л. Зубричева, О.С. Палій // Сборник научных трудов SWorld. – Том 18. Вып №3 (36). – Иваново, 2014. – С.97-100.

7. Калюжний А.П. Оцінювання відповідності таблиць гідравлічного розрахунку водовідвідних труб сучасним матеріалам труб / Калюжний А.П., Л.Л.Зубричева // Науково-технічний збірник «Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки». – Київ: ХНУБА. – 2016. – Вип. 27. – С. 149 – 155.

8. Калюжний А.П. Економічне порівняння варіантів гідравлічного розрахунку мережі водовідведення / А.П.Калюжний, Л.Л. Зубричева, О.О. Кривенко // Науковий вісник будівництва: Зб. наук. пр. – Вип.№1 (83). – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2016. – С. 193-196.

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

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

**Исследование экономико-технической эффективности энергетического хозяйства  
пивоваренного завода**

А.П. Калюжний

Л.Л. Зубричева

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

О.М.Черняк

Научный сотрудник НИЦ «Полтаваагропромпроизводительность»

*Проанализирована возможность повторного использования воды на пивоваренном заводе, как источника повышения уровня рентабельности производства.*

*Осуществлено оценок фактических расходов воды пивоваренного завода по двум*

*вариантам балансовых схем.*

***Economic research design efficiency power sector brewery***

AP Kalyuzhniy, LL Zubricheva

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Poltava

O.M.Chernyak

Poltava research center of productivity of agroindustrial complex

The possibility of re-use of water in a brewery as a source of increasing the level of profitability of production is analysed.

The actual water consumption of the brewery was estimated using two variants of the balance schemes.

**КАЛЮЖНИЙ АНАТОЛІЙ ПАВЛОВИЧ**

кандидат технічних наук, доцент

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

м. Полтава, просп. Першотравневий 24, 36011

anatoliy1975@mail.ru

**ЗУБРИЧЕВА ЛЮДМИЛА ЛЕОНІДІВНА**

старший викладач

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

м. Полтава, просп. Першотравневий 24, 36011

zybricheva@ukr.net

**ЧЕРНЯК Ольга Михайлівна**

науковий співробітник НДЦ «Полтаваагропромпродуктивність»

м. Полтава, вул.Сковороди,8, 36003

тел.: 80532227695

olenenka@i.ua