

УДК 626.83:621.311

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.1.12>

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ІЗ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ГОЛОВНІЙ НАСОСНІЙ СТАНЦІЇ ІНГУЛЕЦЬКОЇ ЗРОШУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Козленко Є.В. – кандидат сільськогосподарських наук, докторант
Інституту зрошувального землеробства

Національної академії аграрних наук України

ORCID ID: 0000-0003-3001-8220

Морозов О.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри гідротехнічного будівництва,
водної інженерії та водних технологій

Херсонського державного аграрно-економічного університету

ORCID ID: 0000-0002-5617-0813

Морозов В.В. – кандидат сільськогосподарських наук, професор
кафедри гідротехнічного будівництва,
водної інженерії та водних технологій

Херсонського державного аграрно-економічного університету

ORCID ID: 0000-0002-2594-883X

При забезпеченні стабільної якості води в джерелі зрошення – річці Інгулець, технічно обґрунтована можливість здійснювати економію коштів на оплату електроенергії за рахунок застосування багатотарифного обліку електроенергії. Облік електроенергії на Головній насосній станції здійснюється за допомогою багатотарифних лічильників, де тарифи на електроенергію впродовж доби значно відрізняються: різниця в тарифах «пік» та «нічний» така, що майже у 5 разів нижче тариф «нічний».

Забезпечення економії оплати за електроенергію можна досягнути, «маневруючи» роботою насосно-силових агрегатів Головної насосної станції, тобто, перекачувати в нічний час більші обсяги води, ніж вдень. Наприклад, один насосно-силовий агрегат Головної насосної станції залишається у роботі постійно, а в часи з пільговим тарифом на оплату електроенергії (з 000 до 700 години ранку) додатково долучаються до роботи ще один, або, за необхідністю, два-три агрегати. При цьому, слід використовувати, як регулюючі ємкості Інгулецький магістральний канал, Явкінський магістральний канал, Любінське водосховище, рибогосподарські пруди та пруди цукрового заводу.

Економічний ефект від впровадження багатотарифного обліку електроенергії (зменшення витрат державних коштів на оплату електроенергії для перекачки води за рахунок використання багатотарифного обліку електроенергії впродовж всього поливного періоду) від додаткового включення тільки одного агрегату у нічний час за добу буде складати: 68 135,76 грн.

За рахунок коштів спеціального фонду (коштів, отриманих за надання послуг з подачі води) на всіх електродвигунах встановлені системи плавного пуску (2013 р. – 3 агрегати, 2016 р. – 5 агрегатів, 2017 р. – 4 агрегатів). Завдяки переходу з 2011 року на новий режим формування якості води, який забезпечив стабільну якість води в Інгулецькому магістральному каналі незалежно від кількості працюючих агрегатів (на відміну від регламенту «антирічка», який застосовувався раніше), з'явилася можливість оперативного корегування режиму роботи Головної насосної станції як єдиної технічної системи із впровадженням багатотарифного обліку електроенергії дає можливість заощаджувати значні кошти на оплату електроенергії.

В 2018 році досягнута найбільша за всі роки досліджень роботи Головної насосної станції щорічна економія бюджетних коштів на оплату електроенергії, яка використовується для перекачування води, 36,8 млн. гривень. Науково обґрунтована та підтверджена на практиці економія значних обсягів бюджетних коштів при застосуванні

багатотарифного обліку електроенергії на Головній насосній станції Інгулецької зрошувальної системи. З урахуванням тенденції відновлення зрошення в сучасних умовах необхідно повернути багатотарифний облік електроенергії, який було скасовано у 2019 році.

Ключові слова: зрошення, багатотарифний облік електроенергії, енергозбереження, насосно – силове обладнання, техніко – економічне обґрунтування, ефективність.

Kozlenko Ye.V., Morozov O.V., Morozov V.V. Feasibility study and practical implementation of energy saving measures at the Main Pumping Station of the Ingulets Irrigation System

While ensuring stable water quality in the source of irrigation – the river Ingulets, technically justified the ability to save money to pay for electricity through the use of multi-tariff metering. Electricity metering at the Main Pumping Station is carried out using multi-tariff meters, where electricity tariffs differ significantly during the day: the difference between “peak” and “night” tariffs is such that it is almost 5 times lower than the “night” tariff.

Ensuring savings on electricity bills can be achieved by “maneuvering” the operation of the pumping units of the Main Pumping Station, ie, to pump more water at night than during the day. For example, one pump-power unit of the Main Pumping Station remains in operation permanently, and in times with a preferential tariff for electricity payment (from 0⁰⁰ to 7⁰⁰ o'clock in the morning) another, or, if necessary, two or three units are additionally connected to work. At the same time, the Ingulets main canal, Yavkinsky main canal, Lyubynsky reservoir, fish ponds and ponds of the sugar factory should be used as regulating tanks.

The economic effect of the introduction of multi-tariff electricity metering (reduction of public funds to pay for electricity for water pumping through the use of multi-tariff electricity metering throughout the irrigation period) from the additional inclusion of only one unit at night will be: 68 135,76 UAH.

At the expense of the special fund (funds received for the provision of water supply services) on all electric motors installed smooth start systems (2013 y – 3 units, 2016 y – 5 units, 2017 y – 4 units). Due to the transition from 2011 y to a new regime of water quality formation, which ensured stable water quality in the Ingulets main canal regardless of the number of operating units (unlike the anti-river regulation, which was used earlier), it became possible to quickly adjust the operation of the Main Pump station as a single technical system with the introduction of multi-tariff electricity metering allows you to save significant funds to pay for electricity.

In 2018 y, the largest annual savings of budget funds for the payment of electricity used for pumping water; 36.8 million hryvnias, was achieved in the years of research of the Main Pumping Station. Scientifically substantiated and confirmed in practice savings of significant amounts of budget funds in the application of multi-tariff metering of electricity at the Main Pumping Station of the Ingulets Irrigation System. Taking into account the trend of resumption of irrigation in modern conditions, it is necessary to return the multi-tariff metering of electricity, which was abolished in 2019 y.

Key words: irrigation, multi-tariff metering of electricity, energy saving, pumping and power equipment, feasibility study, efficiency.

Постановка проблеми. Інгулецька зрошувальна система (далі – ІЗС) – одна з перших в Україні. Зрошення на Інгулецькому зрошувальному масиві розпочалося у 1957 році і здійснюється по нинішній час. Забір води для зрошення здійснюється з русла р. Інгулець, в районі села Ново-Василівка Снігурівського району за допомогою Інгулецької та Явкинської Головних насосних станцій з подальшою подачею її на висоту 60 м в магістральний канал [1, 2].

Загальна протяжність магістрального каналу 53,5 км. Інгулецька зрошувальна система забезпечує самоплинний спосіб подачі води із магістрального міжгосподарського каналу до розподільчих. Міжгосподарська розподільна мережа представлена 11-ма розподільчими каналами (від Р-1 до Р-11), загальна протяжність – 343 км, кількість гідротехнічних споруд – 621 од. Насосні станції працюють як єдиний інженерно-технічний комплекс, їх робота здійснюється у вегетаційний період року – з квітня по жовтень [1, 2].

На Інгулецькій Головній насосній станції встановлено і працюють сім вертикальних відцентрових насосів марки 1200-6,3/63 (попередня маркіровка – 52В-17). Продуктивністю кожного насоса складає 5,2 м³/с. Привід насосів здійснюється вертикальними синхронними двигунами МС 325-10/1613, потужністю 4,8 тис. кВт кожний. Загальна потужність насосної станції – 33,6 тис. кВт.

Напірні трубопроводи від кожного насосу діаметром 1400 мм з'єднані у дві нитки металевого водоводу діаметром 2800 мм, довжиною 600 м.

Явкінська Головна насосна станція обладнана п'ятьма вертикальними відцентровими насосами марки 1200В-6,3/63, продуктивністю – 5,2 м³/с кожний. Загальна потужність насосної станції становить 25 тис. кВт. Напірні трубопроводи від кожного насоса металеві діаметром 1400 мм з'єднані у дві нитки металевого водоводу діаметром 2500 мм, довжиною 750 м.

На даний час наявність зрошуваних земель по Інгулецькій зрошувальній системі – 60,8 тис. га, в т.ч. 18,2 тис. га – Херсонська область, 42,6 тис. га – Миколаївська область.

Крім цього, з Інгулецького магістрального каналу вода подається на Явкінську і Спаську зрошувальні системи (площі зрошення: 50,2 тис. га і 10,4 тис. га відповідно) та на поповнення Жовтневого водосховища (для господарсько – технічних потреб міста Миколаєва).

При забезпеченні постійної якості води в джерелі зрошення – річки Інгулець, технічно обґрунтована можливість здійснювати економію коштів на оплату електроенергії за рахунок застосування багатотарифного обліку електроенергії.

Облік електроенергії на Головній насосній станції здійснюється за допомогою багатотарифних лічильників, тарифи на електроенергію, впродовж доби значно відрізняються: різниця в тарифах «пік» та «нічний» така – майже у 5 разів тариф «нічний» нижче. Оскільки вартість електричної енергії залежить від затрат на її виробництво і передачу, моменту попиту (пори року, днів тижня і години доби), величини заявленої потужності та часу споживання потужності, то собівартість її є різною для кожної години року. Тому перехід до тарифів реального часу дозволяє вийти на дійсну ціну електричної енергії та оптимізувати виробництво, постачання і споживання електричної енергії. Це можливо лише при удосконаленні існуючої системи обліку [3].

Забезпечення економії оплати за електроенергію можна досягнути, «маневруючи» роботою Головної насосної станції, тобто перекачувати в нічний час більші обсяги води, ніж вдень. Наприклад, один насосно-силовий агрегат Головної насосної станції залишається у роботі постійно, а в часи з пільговим тарифом на оплату електроенергії (з 0⁰⁰ до 7⁰⁰ години ранку) додатково долучаються до роботи ще один, або, за необхідністю, два-три агрегати. При цьому, слід використовувати, як регулюючу ємкість Інгулецький магістральний канал, Явкінський магістральний канал, Любінське водосховище, рибогосподарські пруди та пруди цукрового заводу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науково – технічне обґрунтування ефективної роботи Інгулецької зрошувальної системи в сучасних умовах господарювання висвітлені в наукових працях В.О. Ушкаренка, Р.А. Вожегової, В.В. Морозова, Є.В. Козленка, О.В. Морозова, Є.В. Волоchnюка та інших вітчизняних вчених [1; 2; 4; 5].

Мета дослідження – розробити техніко-економічне обґрунтування та впровадити практичні заходи із енергозбереження на Головній насосній станції Інгулецької зрошувальної системи.

Виклад основного матеріалу дослідження. Керівництвом Управління каналів Інгулецької зрошувальної системи технічно обґрунтовано та з 2007 р. впроваджено на Головній насосній станції багатотарифний облік електроенергії.

При застосуванні на Інгулецькій зрошувальній системі регламенту формування якості води «промивка – 30 діб + «антирічка» (який діяв до 2011 року) робота Головної насосної станції складається з трьох періодів. Перший період – здійснення промивки русла р. Інгулець впродовж 30 діб та час добігання всієї промивної води до Головної насосної станції (кінець квітня – III декада червня). Початок другого періоду – підхід по руслу Інгульця зверху до Головної насосної станції слідом за промивною високомінералізованою води (III декада червня). Відлік третього періоду – з моменту, коли дніпровська вода вже підтягнута знизу руслом Інгульця «антирічкою» до створу ГНС (I декада серпня) до зупинки ГНС (III декада жовтня – I декада листопада).

Але, при застосуванні проектного регламенту формування якості води «антирічка» (II варіант), вищеописаний варіант економії можливий тільки у перший період роботи (кінець квітня – травень) Головної насосної станції (до підходу зверху по руслу р. Інгульця високомінералізованою води вслід за промивною).

У проектному режимі, при сучасних обсягах водорозбору, це робити немає сенсу, тому що у II та III періодах роботи Головної насосної станції при 3-х працюючих насосно – силових агрегатах вся вода не розбирається, значну її частину доведеться перекачувати на скид.

Якщо кожен добу долучати до роботи один насосно-силовий агрегат Головної насосної станції у нічний час, можливо розрахувати економію коштів на оплату електроенергії для перекачки води:

1. Загальний тариф на оплату електроенергії (станом на 01.09. 2018 р.) – 2,8694 грн за 1 кВт-год.

2. Тариф на оплату електроенергії у нічний час з 0 до 7 години (станом на 01.09.2018 р.) – 0,6246 грн за 1 кВт-год;

3. Розрахункова питома витрата Головної насосної станції – 0,219 кВт-год/м³;

4. Вартість подачі 1 м³ води Головної насосної станції за загальним тарифом складає:

$0,219 \text{ кВт-год/м}^3 * 2,8694 \text{ грн./кВт-год} = 0,6284 \text{ грн.};$

5. Вартість подачі 1 м³ води за пільговим (нічним) тарифом складає:

$0,219 \text{ кВт-год/м}^3 * 0,6246 \text{ грн./кВт-год} = 0,1368 \text{ грн.};$

6. За 7 годин (тривалість пільгового нічного тарифу на добу) один агрегат Головної насосної станції перекачує:

$138600 \text{ м}^3 : 5,5 \text{ м}^3/\text{с (витрати)} \times 3600 \text{ (кількість секунд у годині)} \times 7 \text{ (кількість годин)}.$

При цьому витрачається 18 960,48 грн. ($138600 \text{ м}^3 \times 0,1368 \text{ грн.}$).

При подачі вищевизначеного обсягу води за загальним тарифом буде витрачено: 87 096,24 грн ($138600 \text{ м}^3 \times 0,6284 \text{ грн.}$).

Тобто економія від додаткового включення одного насосно-силового агрегату Головної насосної станції у нічний час (7 годин) з пільговим тарифом на оплату електроенергії складає 68 135,76 грн.

$87\ 096,24 \text{ грн} - 18\ 960,48 \text{ грн} = 68\ 135,76 \text{ грн.}$

При застосуванні нового регламенту формування якості води «промивка зверху на весь поливний період» з'являється можливість кожен ніч включати додатково від одного до п'яти насосно-силових агрегатів Головної насосної станції (в залежності від потреби у водоподачі та регулюючого об'єму).

Якщо взяти до розрахунку тільки II та III періоди роботи Головної насосної станції (20 червня – 10 вересня), щорічна економія державних коштів на оплату

електроенергії від додаткового включення тільки одного насосно-силового агрегату у нічний час буде складати:

$$68\,135,76 \text{ грн} \times 86 = 5\,859\,675,36 \text{ грн},$$

де 86 – середня кількість діб II та III періодів роботи Головної насосної станції.

Тобто, економічний ефект від засосування багатотарифного обліку електроенергії (зменшення витрат державних коштів на оплату електроенергії для перекачки води впродовж всього поливного періоду) від додаткового включення тільки одного агрегату у нічний час буде складати: 5 859 675,36 грн (за період 20 червня – 10 вересня).

За рахунок коштів спеціального фонду (коштів, отриманих за надання послуг з подачі води) на всіх електродвигунах насосно-силових агрегатів поступово встановлені системи плавного пуску (2013 р. – 3 агрегати, 2016 р. – 5 агрегатів, 2017 р. – 4 агрегатів). Пристрій плавного пуску насосно – силових агрегатів – це складний електронний пристрій, головна функція якого – зменшення пускового струму в момент пуску електричних двигунів та зменшення динамічних зусиль на обмотці статора, що має велике значення для збереження обладнання, яке працює в умовах частих включень-відключень з метою економії коштів на оплату електроенергії за рахунок багатотарифного обліку електроенергії.

При впровадженні на Головній насосній станції системи плавного пуску насосно – силового обладнання забезпечується зниження кратності пускового струму, та, відповідно зменшення електромагнітних зусиль, що прикладаються до обмоток електродвигунів, в два рази (рис. 1).

На Головній насосній станції Інгулецької зрошувальної системи за 2012-2018 рр. було встановлено 6 сучасних тиристорних збуджувачів вітчизняного виробництва (які більш економічні та надійні) взамін застарілих, виконано заміну 18 застарілих масляних вимикачів силових агрегатів ГНС на сучасні вакуумні ВВ/TEL 10-20-630, які на даний момент є одними з найсучасніших та надійних вимикачів на ринку України (рис. 2).

Завдяки комплексу інженерно-технічних заходів була досягнута значна економія електричної енергії та забезпечується надійна і безаварійна робота всього комплексу енергетично-механічного обладнання Головної насосної станції Інгулецької зрошувальної системи.

Таким чином, в результаті науково-виробничих досліджень було досягнуто більш економічне ставлення до електродвигунів за умови графіку роботи великою кількістю насосних агрегатів у нічний час за пільговим тарифом на оплату електричної енергії. Тобто було досягнуто можливість роботи агрегатів в режимі частих включень. А завдяки переходу з 2011 року на новий регламент формування якості води в р. Інгулець, який забезпечив стабільну якість води в Головному Інгулецькому магістральному каналі, незалежно від кількості працюючих агрегатів (на відміну від регламенту «анти-річка», який застосовувався раніше), з'явилася можливість оперативного корегування режиму роботи Головної насосної станції, як єдиної системи. А при застосуванні багатотарифного обліку електроенергії дає можливість заощаджувати значні кошти на оплату електроенергії. В 2018 році досягнута найбільша за всі роки науково – виробничих досліджень щорічна економія бюджетних коштів на оплату електроенергії, яка використовується для перекачування води, 36,8 мільйонів гривень (рис. 3).

На жаль, запровадження в Україні з 2019 року ринку електричної енергії скасувало можливість здійснювати вищезазначену економію коштів, тому що багатотарифний облік електроенергії, який є ефективним для водогосподарських організацій, було скасовано.



Рис. 1. Система плавного пуску електродвигунів
Головної насосної станції Інгулецької зрошувальної системи



Рис. 2. Сучасні вакуумні вимикачі ВВ/TEL 10-20-630, що встановлені
на Головній насосній станції Інгулецької зрошувальної системи

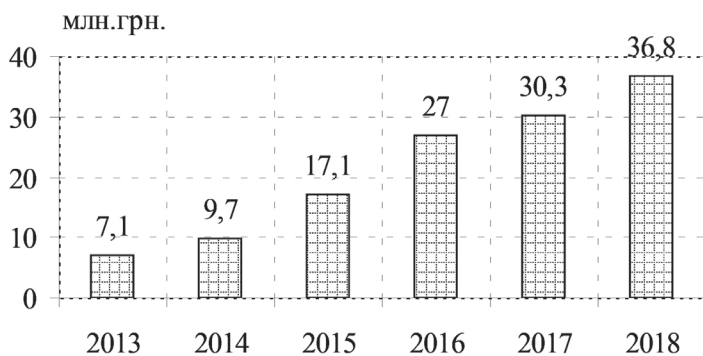


Рис. 3. Динаміка щорічної економії бюджетних коштів на оплату електричної енергії
в Управлінні каналів Інгулецької зрошувальної системи за 2013-2018 рр., млн. грн.

Висновки і пропозиції.

1. Одним із шляхів підвищення ефективності функціонування Інгулецької зрошувальної системи є скорочення витрат на оплату за електроенергію на Головній насосній станції.

2. Застосування багатотарифного обліку електроенергії разом із злагодженою роботою Головної насосної станції та диспетчерської служби водорозподілу надає можливість здійснювати економію значних обсягів бюджетних коштів, які використовуються для функціонування Головної насосної станції. В 2018 році досягнута найбільша за всі роки щорічна економія бюджетних коштів на оплату електроенергії, яка використовується для перекачування води – 36,8 млн. гривень.

3. Впровадження комплексу інженерно-технічних заходів (системи плавного пуску насосно-силового обладнання, сучасні тиристорні збуджувані, вакуумні вимикачі та ін.) забезпечують надійну і безаварійну роботу всього комплексу енергетично-механічного обладнання Головної насосної станції Інгулецької зрошувальної системи.

4. Науково обґрунтована та підтверджена на практиці економія значних обсягів бюджетних коштів при застосуванні багатотарифного обліку електроенергії на Головній насосній станції Інгулецької зрошувальної системи. З урахуванням тенденції відновлення зрошення в сучасних умовах вважаємо за необхідне повернутися до багато тарифного обліку електроенергії, який було скасовано у 2019 році.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Козленко Є.В. Вплив умов формування якості поливної води на еколого-агродіоративний стан ґрунтів Інгулецького зрошувального масиву: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.02. Херсон, 2013. 203 с.

2. Морозов В.В., Козленко Є.В. Інгулецька зрошувальна система: покращення якості поливної води : монографія. Херсон : ПП «ЛТ-Офіс», 2015. 210 с.

3. Наказ Міністерства енергетики, НКРЕ, Держкоменергозбереження, Держстандарту, Держбуду, Держпромполітики від 17.04.2000, № 32/28/28/276/75/54 «Про затвердження Концепції побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку».

4. Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Інгулецька зрошувальна система: стан, проблеми та перспективи розвитку : монографія [за ред. д.с.-г.н., професора О.В. Морозова]. Херсон : Айлант, 2020. 321 с.

5. Землі Інгулецької зрошувальної системи: стан та ефективне використання / За наук. ред. В.О. Ушкаренка, Р.А. Вожегової. Київ : Аграрна наука, 2010. 352 с.

REFERENCES:

1. Kozlenko Ye.V. Vplyv umov formuvannya yakosti polyvnoi vody na ekoloho-ahromelioratyvnyi stan ґruntiv Inhuletskoho zroshuvanoho masyvu: dys. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.02. Kherson, 2013. 203 s.

2. Morozov V.V., Kozlenko Ye.V. Inhuletska zroshivalna systema: pokrashchennia yakosti polyvnoi vody: monohrafiia. Kherson: PP "LT-Ofis", 2015. 210 s.

3. Nakaz Minpalyvenerho, NKRE, Derzhkomenerhozberezhennia, Derzhstandartu, Derzhbudu, Derzhprompolityky vid 17.04.2000, N 32/28/28/276/75/54 "Pro zatverdzhennia Kontseptsii pobudovy avtomatyzovanykh system obliku elektroenerhii v umovakh enerhorynku".

4. Kozlenko Ye.V., Morozov O.V., Morozov V.V. Inhuletska zroshivalna systema: stan, problemy ta perspektyvy rozvytku. Monohrafiia [za red. d.s.-h.n., profesora O.V. Morozova]. Kherson : Ailant, 2020. 204 s.

5. Zemli Inhuletskoi zroshivalnoi systemy: stan ta efektyvne vykorystannia / Za nauk. red. V.O. Ushkarenka, R.A. Vozhehovoї. Kyiv : Ahrarna nauka, 2010. 352 s.