

<https://doi.org/10.26565/2079-1747-2025-36-08>

УДК 621.311.22

<sup>1</sup>**Г.І. КАНЮК**, доктор технічних наук  
завідувач кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій  
e-mail: [genadiykanuk@gmail.com](mailto:genadiykanuk@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1399-9039>

<sup>1</sup>**Д.О. ЧИРОЧКІН**,  
аспірант кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій  
e-mail: [chirochkin123@gmail.com](mailto:chirochkin123@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9029-0471>

<sup>1</sup>*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,  
Майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна.*

## **АНАЛІЗ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИСОКИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ РОБОТИ НАСОСІВ ГЛИБИННИХ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ**

В статті проведено аналіз діючої нормативної бази України з питання забезпечення високих показників якості роботи глибинних насосів, які використовуються в нафтовидобувній галузі. Встановлено, що одним з ефективних методів підвищення показників якості глибинних насосів є удосконалення нормативної бази, спрямованої не тільки на визначення необхідних показників, але й на гарантовану підтримку їх в процесі експлуатації на всьому діапазоні можливих режимів роботи. Визначено, що глибинні насоси використовуються більш ніж в половині всього фонду нафтогазовидобувних підприємств. Тому глибинні насоси є одними з найбільш важливих компонентів сучасних систем нафтовидобувної галузі. Технічний стан насосних установок в значній мірі визначає показники якості нафтових підприємств. Нестабільність роботи насосів і, тим більше, їхня відмова може привести до значних збитків та інших негативних наслідків для нафтокомплексу. Доведено, що забезпечення високих показників ефективності і надійності роботи глибинних насосів є однією з найважливіших завдань в напрямку створення стійкого, надійного та високоекономічного функціонування нафтовидобувних комплексів та забезпечення мінімальних можливих втрат енергії на видобування нафти (зниження собівартості видобутку нафти). З аналізу нормативного забезпечення України зроблено висновок, що існуючі нормативні документи достатньо повно регламентують загальні питання, які пов'язані з термінологією та основними положеннями проєктування та експлуатації глибинних насосів та нафтовидобувних комплексів де вони працюють. Є корисні методики щодо створення та експлуатації автоматичних систем керування глибинними насосами та методики щодо проведення відповідних вимірювань, але в нормативній базі не повно відображені методики визначення та підвищення деяких показників якості роботи глибинних насосів, бракує нормативних документів, які регламентують забезпечення високих технічних показників якості глибинних насосів при їх автоматичному керуванні, бракує методик визначення та підтримки енергоефективних режимів роботи глибинних насосів в широкому діапазоні нормальної експлуатації в режимі реального часу.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** показники якості, нормативне забезпечення, глибинні насоси, нафтовидобувні комплекси, енергозбереження.

**Як цитувати:** Канюк Г. І., Чирочкін Д.О. Аналіз нормативної бази забезпечення високих показників якості роботи насосів глибинних насосних станцій. *Машинобудування*. 2025. Вип. 36. С. 81-91. <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2025-36-08>



### Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями

Нафтогазовидобувні підприємства (НГВП) наряду із насосними станціями глибинного типу є одними з основних елементів господарства цілих країн, або окремих регіонів. Ефективність роботи глибинних насосних станцій визначає не тільки кількість робочих місць, але й наповнюваність бюджету країни. Серед основних устаткувань, які застосовуються у глибинних станціях, значне місце займають насосні агрегати поршневого та відцентрового типу, якість роботи яких впливає на загальні показники якості станцій. В останні роки у зв'язку з різноманітними труднощами, обумовленими головним чином воєнними діями та нестабільністю в питаннях ціноутворення, стали більше уваги приділяти показникам якості роботи глибинних насосних станцій, в тому числі в нафтовидобувній галузі. Для цього регулярно проводиться енергоаудит об'єктів нафтогазовидобувних підприємств, розробляються заходи щодо підвищення енергоефективності та інших показників якості. Як правило, такі заходи не дозволяють отримати істотної економії в споживанні енергоресурсів, тому що розглядають відособлені процеси або об'єкти, і майже не розглядають весь технологічний процес в цілому. Так, наприклад, визначено, що дотепер перераховані вище агрегати в

більшості випадків оснащуються нерегульованим електроприводом, виконаним на базі асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором, що значно обмежує діапазон можливої оптимізації виробничого процесу та істотно погіршує показники якості нафтовидобувного комплексу. В Україні, з огляду на енергоємність багатьох промислових і аграрних систем, підвищення ефективності насосів може мати значний фінансовий ефект.

У випадку водозабору, зрошення сільського господарства, підняття підземних вод чи інших застосувань – якість насосів впливає на надійність постачання. В умовах, коли капітальні ресурси можуть бути обмеженими, інвестиція в обладнання з високими показниками якості окупається через зменшені витрати в довгостроковій перспективі.

Одним з ефективних методів підвищення показників якості глибинних насосів є удосконалення нормативної бази, спрямованої не тільки на визначення необхідних показників якості, але й на гарантовану підтримку їх в процесі експлуатації на всьому діапазоні можливих режимів роботи обладнання глибинних насосних станцій.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питанню підвищення показників якості роботи глибинних насосів та іншого обладнання нафтовидобувних та господарських підприємств у вітчизняній та закордонній науковій літературі приділяється велика увага. Це пов'язано, насамперед, із зростанням попиту на енергоносії та загальним світовим трендом на енергозбереження. Енергозбереження на виробництві є окремим питанням Енергетичної стратегії України на період до 2030 року [1], де встановлені вимоги та рекомендації щодо шляхів енергозбереження, орієнтовних термінів запровадження, джерел фінансування і таке інше.

В цьому напрямку оптимізуються показники якості технологічних процесів об'єктів керування [2] та оптимізація скла-

ду технологічних об'єктів і систем в енергетиці [3]. Удосконалюється метрологічне забезпечення енергоефективних режимів роботи глибинних насосів [4] та нормативна база щодо забезпечення енергоефективних режимів їх роботи [5]. Ефективно вирішуються питання технічного переобладнання з метою покращення показників якості. Так у дослідженні [6] запропоновано використання вискоефективних насосів (наприклад із синхронним магнітним двигуном). Це дозволило підвищити загальний ККД глибинних станцій до 70 % і отримати до 20 % економії електроенергії. Розглядаються можливості та перспективи частотного керування глибинними насосами. В роботі [7] проведено розрахунок економічної

ефективності впровадження частотних перетворювачів для насосних агрегатів різних типів, а в роботі [8] наведені шляхи підвищення якості систем керування насосними агрегатами шляхом використання частотно-керованого електроприводу.

Удосконалюються та оптимізуються регулятори. Використовуються комбінаційні методи з метою оптимізації регуляторів [9], удосконалюються методи математичного моделювання регуляторів [10], оптимізуються системи керування на основі ПІД-регуляторів [11]. Ефективно вирішуються питання підвищення точності при випробуваннях та отриманні енергетичних характеристик глибинних насосів [12], що вкрай важливо для точного розрахунку параметрів, які визначають показники якості. Для насосів нафтогазу адаптуються характеристики водних насосів на насоси, які перекачують в'язкі рідини [13]. Проводяться дослідження щодо підвищення показників якості глибинних насосів шляхом удосконалення систем керування [14] та засобів регулювання

параметрів насосних агрегатів, які дозволяють забезпечити високі показники якості роботи глибинних насосів. Але не зважаючи на велику кількість корисних наукових робіт вітчизняних та закордонних вчених, питання підвищення показників якості глибинних насосів розкрито не повністю. Бракує методик визначення в реальному часі оптимальних параметрів глибинних насосів, які б гарантовано забезпечували необхідний технологічний процес та високі показники якості роботи, насамперед, технічні показники якості – коефіцієнти корисної дії. Бракує методик синтезу енергоефективних регуляторів, які працюють за критерієм мінімуму втрат в глибинному насосі. Бракує нормативних документів, спрямованих на синтез та експлуатацію таких систем керування, що не дозволяє використовувати сучасні нароби (математичні моделі, алгоритми керування, нові типи регуляторів тощо) в діючих системах автоматичного керування глибинними насосами нафтовидобувних та загальногосподарських підприємств.

### **Постановка мети та завдання дослідження**

Метою роботи є аналіз нормативних документів України щодо визначення та підтримки високих показників якості

роботи глибинних насосів нафтогазовидобувних та загальногосподарських підприємств.

### **Виклад основного матеріалу**

Ще 3-5 років тому питання підвищення показників якості глибинних насосів та нафтовидобувних комплексів було не дуже актуально, тому що ціна товарної нафти знаходилась на досить високому рівні, а вартість електроенергії була відносно невисока. Будь-яке зниження дебіту приводило до збитків, які не могли бути компенсовані зекономленою електроенергією. Але в теперішній час та особливо при подальшій зміні співвідношень цін нафти і електроенергії, питання підвищення якості стає усе більше актуальним.

Глибинні насоси використовуються більш ніж в половині всього фонду нафтогазовидобувних підприємств. Понад 95-98% електроенергії на нафтогазовидобувних підприємствах та глибинних насосних станціях загальногосподарського призначення, споживається приводами різних насосів: скважних, водяних, нафтових і

інших. Тому глибинні насоси є одними з найбільш важливих компонентів сучасних систем нафтовидобувної галузі. Технічний стан насосних установок в значній мірі визначає показники якості нафтових підприємств: ступінь готовності, працездатність, продуктивність і надійність, особливо, в умовах інтенсивної експлуатації і пов'язаного із цим спрацювання устаткування. Нестабільність роботи насосів і, тим більше, їхня відмова може привести до значних збитків та інших негативних наслідків для нафтокомплексу. Забезпечення високих показників ефективності і надійності роботи глибинних насосів є однією з найважливіших завдань в напрямку створення стійкого, надійного та високоекономічного функціонування нафтокомплексу та забезпечення мінімальних можливих втрат енергії на видобування нафти.

Практичний ефект підвищення показників якості роботи електроприводів нафтовидобувного устаткування полягає не тільки в підвищенні технічних показників (показники енергетичної ефективності, показники якості систем автоматичного керування, показники експлуатаційної ефективності), але й в забезпеченні більше дбайливого режиму експлуатації устаткування: знижуванні зношування (підвищення показників надійності та довговічності), збільшенні строку експлуатації і міжремонтного періоду, зменшення витрат на ремонт, а також витрат, пов'язаних із простоем нафтогазовидобувних шпар. Всі технологічні процеси на НГВП тісно взаємозалежні і їх показники якості повинні оцінюватися комплексно. Відособлена оптимізація одних процесів може привести до збільшення втрат в інших процесах. Таким чином, потрібна комплексна

нормативна база забезпечення показників якості елементів НГВП, спрямована на зниження собівартості видобутку нафта та підвищення конкурентоспроможності вітчизняних нафтогазовидобувних підприємств.

Існуюча нормативна база повинна регламентувати методи та методики забезпечення високих показників якості нафтовидобувного обладнання, зокрема, глибинних насосів. Шлях Євроінтеграції України вимагає відповідності нормативної бази України міжнародним стандартам, що гарантує забезпечення високих показників якості нафтовидобувних підприємств та їх окремих елементів. З метою визначення такої відповідності проведено аналіз існуючої нормативної бази України щодо підвищення показників якості елементів нафтовидобувних підприємств, короткий зміст якого наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Аналіз нормативної бази України щодо підвищення показників якості нафтовидобувних підприємств та їх елементів

Table 1

Analysis of the regulatory framework of Ukraine regarding the improvement of quality indicators of oil-producing enterprises and their elements

| Стандарт                                                           | Короткий аналіз змісту                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ДСТУ 2226-93                                                       | Документ визначає термінологію та основні визначення щодо автоматизованих систем, які можуть використовуватись в НГДП                                                                                                                                                                                         |
| ДСТУ 2709-94                                                       | Документ визначає основні положення метрологічного забезпечення, яке використовується в автоматизованих системах керування, в тому числі в НГДП                                                                                                                                                               |
| ДСТУ 3626-97                                                       | Документ визначає положення базових програмно-технічних комплексів локального рівня для розосереджених систем керування. Призначено для автоматизації окремих машин, агрегатів, технологічних процесів і установок, а також в інтегрованих системах керування підприємств нафтовидобувної промисловості       |
| ДСТУ 4134-2002                                                     | В документі визначені методики проведення вимірювань в інформаційних системах автоматизованих систем керування. Наведені методики визначення похибок вимірювань та їх коректування в процесі експлуатації обладнання промислових підприємств                                                                  |
| ДСТУ EN 61069-5:2022 (EN 61069-5:2016, IDT; IEC 61069-5:2016, IDT) | Документ регламентує питання вимірювання, керування та автоматизації технологічних процесів промислових об'єктів Наведені методики оцінювання показників якості, а саме показників надійності                                                                                                                 |
| ДСТУ EN 809:2015 (EN 809:1998+A1:2009, AC:2010, IDT)               | Документ визначає технічні вимоги щодо техніки безпеки при конструюванні, збиранні, монтуванні, експлуатації та обслуговуванні насосних установок. Визначено перелік небезпек, які можуть виникати при невірному використанні насосних установок. Визначені заходи, які направлені на зниження таких небезпек |

|   |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | ДСТУ EN<br>12162:2013 (EN<br>12162:2001+A1:2009,<br>IDT)                              | Документ визначає методику проведення гідравлічних випробувань з метою перевірки складових частин всіх типів рідинних насосів під тиском                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|   | ДСТУ ГОСТ<br>6134:2009 (ISO<br>9906:1999)                                             | Документ визначає вимоги щодо програми проведення та методики випробувань динамічних насосних установок в тому числі на місці експлуатації за гідравлічними характеристиками. Визначені гарантійні зобов'язання та їх підтвердження при приймальних випробуваннях                                                                                                                                                                               |
|   | ДСТУ 3063-95                                                                          | Документ визначає терміни щодо насосів, які призначені для перекачування з низького рівня на високий. Документ визначає класифікацію таких насосів та принципи їх проектування та експлуатації з урахуванням в'язкості нафти                                                                                                                                                                                                                    |
| 0 | ДСТУ 3455.2-96 Частина 2. (ISO 5598:1985, NEQ).                                       | Документ визначає терміни щодо об'ємних гідроприводів та пневмоприводів при проектуванні та експлуатації                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1 | ДСТУ EN ISO 15551-1:2022 Частина 1. (EN ISO 15551-1:2015, IDT; ISO 15551-1:2015, IDT) | Документ відноситься до нафтової та газової промисловості, а саме до бурового та виробничого обладнання. Документ регламентує проектування систем електричних глибинних насосів                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2 | ДСТУ EN ISO 13710:2022 (EN ISO 13710:2004, IDT; ISO 13710:2004, IDT)                  | Документ регламентує питання проектування та техніки безпеки при експлуатації поршневих об'ємних насосів нафтової, нафтохімічної та газової промисловості                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3 | ДСТУ 4110-2002 (ANSI/IEEE 739:95, NEQ)                                                | Документ регламентує практичні питання енергозбереження та економічно ефективного планування режимів роботи обладнання на промислових підприємствах. Визначено принципи складання енергобалансу підприємства та обладнання. Зазначено необхідність аналізу енергоспоживання. Регламентовано методика аналізу та розрахунку витрат енергоресурсів на виробництві. Встановлені типові форми для впорядкування інформації щодо енергозбереження    |
| 4 | ДСТУ 3682-98 (ГОСТ 30583-98)                                                          | Документ регламентує методику визначення повної енергоємності виробництва (продукції, послуг, режимів). Стандарт є обов'язковим до використання                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5 | ДСТУ 3886-99                                                                          | Документ регламентує вимоги до розрахунку потужності, коефіцієнту потужності електроприводів глибинних насосів. Встановлено вимоги до вибору типу електроприводу. Наведено рекомендації щодо вибору методів вирівнювання навантаження та вимоги до проведення енергоаудиту глибинних насосів. Наведені вимоги щодо складу та оформленню документації та надані рекомендації з енергозбереження в електроприводах в тому числі глибинних насосів |
| 6 | ДСТУ 5003.3-1:2008                                                                    | Документ упорядковує всі процеси створення, функціонування та подальшого розвитку автоматизованих систем обліку електричної енергії. Є базою для визначення рівня енергозбереження та показників якості, в яких враховується споживча енергія                                                                                                                                                                                                   |
| 7 | ДСТУ 4715:2007                                                                        | Документ встановлює склад і зміст робіт на стадіях проектування та впровадження систем енергетичного аудиту на нафтовидобувному підприємстві. Документ встановлює вимоги щодо послідовності робіт та запровадження системи енергетичного аудиту, складання проектної та експлуатаційної документації                                                                                                                                            |

|   |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8 | ДСТУ<br>4713:2007                                                | Документ визначає призначення і завдання енергетичного аудиту, основні етапи енергетичного аудиту, вимоги до робіт, вимоги до збирання та аналізування інформації, вимоги до розробки рекомендацій щодо впровадження енергозбереження та техніко-економічне обґрунтування енергозберігаючих заходів |
| 9 | ДСТУ<br>5077:2008                                                | Документ встановлює загальні вимоги до порядку перевірки ефективності функціонування системи енергетичного менеджменту, контролювання ефективності, визначення критеріїв перевірки ефективності та порядку визначення рівня ефективності функціонування систем енергетичного менеджменту            |
| 0 | СОУ-Н МПЕ<br>40.1.09.151:2005                                    | Документ визначає вимоги щодо складання енергетичних характеристик устаткування. Регламентовано порядок визначення нормативних питомих витрат. Наведено методичні рекомендації щодо заощадження палива на підприємствах                                                                             |
| 1 | ДСТУ EN<br>62308:2022 (EN<br>62308:2006; IEC<br>62308:2006, IDT) | Документ регламентує питання надійності обладнання. Наведені методи оцінювання показників надійності                                                                                                                                                                                                |
| 2 | ДСТУ 2861-94                                                     | Документ встановлює основні положення та порядок проведення аналізу показників надійності об'єктів зокрема нафтовидобувної галузі. Документ діє на технічні системи, пристрої, машини, механізми, апаратуру, прилади чи будь-які їх частини                                                         |
| 3 | ДСТУ 2862-94                                                     | Документ встановлює загальні вимоги і положення щодо розрахунку таких показників якості, як показники безвідмовності, показники довговічності, показники ремонтпридатності, показники збережувальності та комплексних показників надійності                                                         |
| 4 | ДСТУ 2863-94                                                     | Документ встановлює загальні вимоги до забезпечення показників надійності, а також порядок їх визначення. Документ є основою для розробки державних та галузевих стандартів в напрямку забезпечення високих показників надійності                                                                   |
| 5 | ДСТУ 2864-94                                                     | Документ встановлює основні положення щодо оцінювання і контролю показників надійності техніки. Визначені види експериментальних досліджень показників надійності                                                                                                                                   |
| 6 | ДСТУ 3004-95                                                     | Документ встановлює методи вибору експериментальних випробувань з метою визначення та оцінки показників надійності технічних систем, пристроїв, машин та механізмів, які розглядаються з погляду надійності як самостійні одиниці                                                                   |

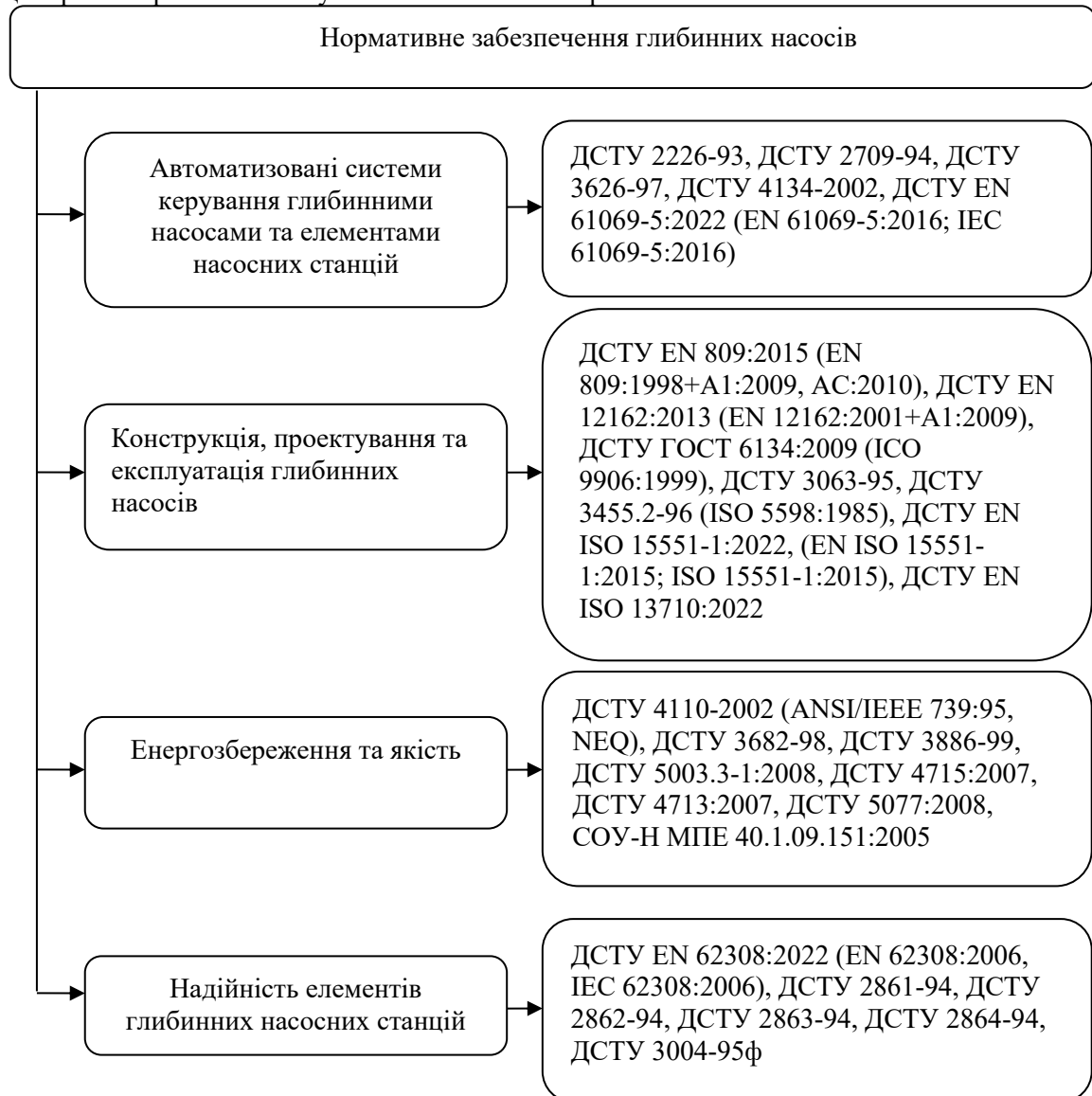
Нормативні документи достатньо повно регламентують загальні питання, які пов'язані з термінологією та основними положеннями проектування та експлуатації глибинних насосів та нафтовидобувних комплексів де вони працюють. Є корисні методики щодо створення та експлуатації автоматичних систем керування глибинними насосами та методики щодо проведення відповідних вимірювань (гідравлічних, динамічних тощо), необхідних як для задач ефективного керування, так й для визначення основних техніко-економічних показників роботи насосів.

В нормативній базі не повно відображені методики визначення та під-

вищення деяких показників якості роботи глибинних насосів. Так, наприклад, велика увага приділяється показникам надійності, що є вкрай важливим, але технічним показникам якості, таким як коефіцієнт корисної дії, такої уваги бракує, що може призвести до підвищення собівартості та зниженню показників енергоефективності нафтовидобувної галузі. Тобто, бракує нормативних документів, які регламентують забезпечення високих технічних показників якості глибинних насосів при їх автоматичному керуванні. Нормативні документ, які розглядають питання енергоефективності, регламентують практичні питання енергозбереження та економічно ефектив-

ного планування режимів роботи, принципи складання енергобалансу та аналізу енергоспоживання. Є методики аналізу та розрахунку витрат енергоресурсів. Але майже все це є аналіз та планування, тобто визначення показників якості, а не їх підтримка в режимі експлуатації. Бракує методик визначення та підтримки енергоефективних режимів роботи глибинних насосів в широкому діапазоні нормальної експлуатації в режимі реального часу.

Підтвердження цього висновку можна побачити на рис.1, де наведена класифікація існуючих нормативних документів за ознакою напряму, яке розглядається в стандарті. З класифікації видно, що питанню покращення технічних показників якості глибинних насосів, а саме показникам енергоефективності, приділяється недостатньо уваги, що є головним недоліком існуючої нормативної бази України.



**Рис. 1** – Структура нормативної бази щодо забезпечення високих показників якості глибинних насосів та елементів насосних станцій

**Fig. 1** – Structure of the regulatory framework for ensuring high quality indicators of deep well pumps and pumping station elements

## Висновки

Глибинні насоси є основними елементами, режими роботи яких визначають техніко-економічні показники нафтовидобувного підприємства та загальнопромислових насосних станцій свердловинного типу. Технічні показники якості роботи глибинних насосів значно впливають на загальні галузеві показники якості. Майже 95% витрат на власні потреби нафтовидобувного підприємства йде на привід насосів, серед яких глибинні є найпотужнішими. Режими роботи глибинних насосів в значній мірі визначають собівартість видобування нафти та впливають на показники енергоефективності всієї нафтовидобувної галузі, тому саме удосконаленню нормативної бази та підвищенню показників якості глибинних насосів треба приділяти увагу при

вирішенні задачі підвищення показників якості нафтовидобувних комплексів.

Проведено аналіз існуючих нормативних документів України, які регламентують визначення та забезпечення високих показників якості глибинних насосів нафтовидобувних комплексів та розроблена класифікацію нормативних документів за відповідними напрямками. Аналіз показав, що в існуючій нормативній базі бракує нормативних методик визначення та підтримки енергоефективних режимів роботи глибинних насосів в широкому діапазоні нормальної експлуатації в режимі реального часу, в тому числі методик синтезу енергоефективних систем керування, які працюють за критерієм мінімуму сумарних втрат енергії в глибинній насосній станції.

## Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що конфлікту інтересів щодо публікації рукопису немає. Крім того, автори повністю дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

## Список використаних джерел:

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 року// Інформаційно-аналітичний вісник «Відомості Міністерства палива та енергетики України». Спеціальний випуск. –2006. – 113 с. Доступ: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13#Text>
2. Канюк Г.І. Оптимізація показників якості технологічних процесів об'єктів керування в енергетиці / Г.І. Канюк, А.Ю. Мезеря, Т.Ю. Василець, С.М. Келеберда, А.С. Пономаренко, Д.О. Чирочкін // Машинобудування. – Харків. 2023, №32. –С.55-63. DOI <https://doi.org/10.32820/2079-1747-2023-32-55-63>
3. Дубовской С.В. Дослідження та оптимізація технологічних об'єктів і систем енергетики / С.В. Дубовський, М.Е. Бабін, Н.Я. Каденський // Проблеми загальної енергетики. –2013. –Вип. 3(34). –С.35-46 Доступ: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiUnurTn-qPAxWeIBAIHeCMEQYQFnoECBcQAQ&url=https%3A%2F%2Fsystemre.org%2Findex.php%2Fjournal%2Farticle%2Fdownload%2F68%2F55%2F&usg=AOvVaw0Pe5wta3iqp4XAKUZAbDfC&opi=89978449>
4. Чирочкін Д.О. Аналіз метрологічного забезпечення енергоефективних режимів роботи глибинних насосів / LVII Студентська науково-практична конференція. Харків, УПА, 2022 – С.15.
5. Канюк Г.І. Удосконалення нормативної бази забезпечення енергоефективних режимів роботи насосних установок електричних та нафтоперекачувальних станцій / Г.І. Канюк, В.М. Князева, А.Ю. Мезеря, А.М. Чеботарьов. –Харків: Друкарня Мадрид, 2020. –126 с. :48 іл., 22 табл. ISBN 978-617-7875-55-2
6. Beck M. Increasing Energy Efficiency in Water Collection Systems by Submersible PMSM Well Pumps / M.Beck, A.Sperlich, R.Blank, E.Meyer, R.Binz, M.Ernst // Water. 2018. 10(10):1310. DOI:10.3390/w10101310

7. Волошин М.М. Розрахунок економічної ефективності впровадження частотних перетворювачів для насосних агрегатів: методичні рекомендації. Херсон : РВВ ХДАУ «Колос», 2012. –40 с. Доступ: [https://www.researchgate.net/publication/357379019\\_ENERGEOEFEKTIVNA\\_VODOPODACI\\_NA\\_SOSNIH\\_STANCIJ\\_KAHOVSKOI\\_ZROSUVALNOI\\_SISTEMI](https://www.researchgate.net/publication/357379019_ENERGEOEFEKTIVNA_VODOPODACI_NA_SOSNIH_STANCIJ_KAHOVSKOI_ZROSUVALNOI_SISTEMI)
8. Крамаренко Ю.О. Підвищення якості систем керування насосними агрегатами шляхом використання частотно-керованого електроприводу / Ю.О. Крамаренко, В.А. Дрозд // Збірник наукових праць «Машинобудування» – Харків, УІПА. –№33, 2024 –С.61-69. DOI: <https://doi.org/10.32820/2079-1747-2024-33-38-50>
9. Zhang W.G. Combinative Control Method of Centrifugal Pump Based on Variable Frequency Drive and Auto Back Flow Control Valve / W.G. Zhang, W.D. Yang, F.X. Dou, L.J. Wang // Petrochemical Equipment. – 2016. – Vol. 45. – № 6. – P. 73-76. DOI: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-7466.2016.06.016>
10. Ke L. Modeling and Simulation of Variable Frequency Pump Control Fatigue Test Machine / L. Ke, Y.C. Liu // International Journal of Engineering, Transactions A: Basics. – 2016. – Vol. 29. – № 1. – P. 92–102. DOI: <https://doi.org/10.5829/idosi.ije.2016.29.01a.13>
11. Li Y. Patents, Software, and Hardware for PID control. An overview and analysis of the current art / Y. Li, K.H. Ang, G.C.Y. Chong // IEEE Control Systems Magazine, 2006. –P.41-54. Доступ: [https://www.researchgate.net/publication/3207696\\_Patents\\_software\\_and\\_hardware\\_for\\_PID\\_control\\_An\\_overview\\_and\\_analysis\\_of\\_the\\_current\\_art](https://www.researchgate.net/publication/3207696_Patents_software_and_hardware_for_PID_control_An_overview_and_analysis_of_the_current_art)
12. Derakhshan S. Theoretical, numerical and experimental investigation of centrifugal pumps in reverse operation / S. Derakhshan, A. Nourbakhsh // Experimental Thermal and Fluid Science. 2008, Vol. 32, –№. 8, –P. 1620-1627. Доступ: [https://www.researchgate.net/publication/223273716\\_Theoretical\\_numerical\\_and\\_experimental\\_investigation\\_of\\_centrifugal\\_pumps\\_in\\_reverse\\_operation](https://www.researchgate.net/publication/223273716_Theoretical_numerical_and_experimental_investigation_of_centrifugal_pumps_in_reverse_operation)
13. Андреев О.В. Перерахунок характеристик відцентрових насосів на в'язкі рідини / О.В. Андреев, Л.І. Загребельна, О.В. Кобець // Інтегровані технології та енергозбереження. № 1 – 2021. –С. 21-31. DOI: <https://doi.org/10.20998/2078-5364.2021.1.03>
14. Крамаренко Ю.О. Підвищення якості насосних установок шляхом удосконалення систем керування / Ю.О. Крамаренко, В.А. Дрозд // Збірник наукових праць «Машинобудування» – Харків, УІПА. –№32, 2023. –С.29-36. DOI <https://doi.org/10.32820/2079-1747-2023-32-29-36>
15. Канюк Г.І. Аналіз засобів регулювання параметрів насосних агрегатів магістральних нафтопроводів України / Г.І. Канюк, О.В. Андреев, А.М. Чернюк, В.М. Князева // Вісник НТУ «ХПІ»: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. –№10(1182). –2016. –С.85-91. <https://doi.org/10.20998/2078-774X.2016.10.13>

Отримано: 06.10.2025      Прийнято: 12.11.2025      Опубліковано: 30.12.2025

<sup>1</sup>G. KANJUK, D.Sc.,

Head of the Department of Automation, Metrology and Energy Efficient Technologies  
e-mail: [genadiykanuk@gmail.com](mailto:genadiykanuk@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1399-9039>

<sup>1</sup>D. CHIROCHKIN,

Postgraduate student of the Department of Automation, Metrology and Energy-Efficient Technologies

e-mail: [chirochkin123@gmail.com](mailto:chirochkin123@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9029-0471>

<sup>1</sup>V.N. Karazin Kharkiv National University  
4 Svobody Square, Kharkiv, 61022, Ukraine.

## ANALYSIS OF THE REGULATORY BASE FOR ENSURING HIGH PERFORMANCE QUALITY INDICATORS OF PUMPS OF DEEP PUMPING STATIONS

The article analyzes the current regulatory framework of Ukraine on the issue of ensuring high performance quality indicators of submersible pumps used in the oil production industry. It has been established that one of the effective methods of improving the quality indicators of submersible pumps is the improvement of the regulatory framework aimed not only at determining the necessary indicators, but also at their guaranteed support during operation in the entire range of possible operating modes. It was determined that submersible pumps are used in more than half of the entire fund of oil and gas production enterprises. Therefore, submersible pumps are one of the most important components of modern systems in the oil production industry. It has been established that the technical condition of pumping installations largely determines the quality indicators of oil enterprises, the instability of pumps and, moreover, their failure can lead to significant losses and other negative consequences. It has been proven that ensuring high efficiency and reliability of deep pumps is one of the most important tasks in the direction of creating stable, reliable and highly economical functioning of oil production complexes and ensuring the minimum possible energy losses for oil production (reducing the cost of oil production). From the analysis of the regulatory support of Ukraine, it was concluded that the existing regulatory documents sufficiently fully regulate the general issues related to the terminology and basic provisions of the design and operation of deep pumps and oil production complexes where they work. There are useful methods for the creation and operation of automatic control systems for submersible pumps and methods for conducting relevant measurements, but the regulatory base does not fully reflect the methods for determining and improving some indicators of the quality of operation of submersible pumps, there is a lack of regulatory documents that regulate the provision of high technical quality indicators of submersible pumps during their automatic control, there is a lack of methods for determining and maintaining energy-efficient modes of operation of submersible pumps in a wide range of normal operation in real time.

**Keywords:** quality indicators, regulatory support, deep pumps, oil production complexes, energy saving.

**In cites:** Kanjuk G., Chirochkin D. (2025), Analysis of the regulatory base for ensuring high performance quality indicators of pumps of deep pumping stations. *Engineering*, (36), 81-91. <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2025-36-08> (in Ukraine)

### Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of the manuscript. In addition, the authors fully complied with ethical standards, including plagiarism, data falsification, and double publication.

### Reference:

1. Ministerstvo paliva ta energetiki Ukrayini 2006, *Energetichna strategiya Ukrayini na period do 2030 roku* [ Ministry of Fuel and Energy of Ukraine 2006, Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2030 ], viewed <<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13#Text>> (Last accessed October 6, 2025)
2. Kanyuk, GI, Mezerya, AYU, Vasilec, TYU, Keleberda, SM, Ponomarenko, AS & Chirochkin, DO 2023, 'Optimization of quality indicators of technological processes and objectives of energy management', *Engineering*, Iss. 32, Pp.55-63. DOI <https://doi.org/10.32820/2079-1747-2023-32-55-63> (Last accessed October 6, 2025)

3. Dubovskoj, SV, Babin, ME & Kadenskij, NYa 2013, 'Doslidzhennya ta optimizaciya tehnologichnih ob'yektiv i sistem energetiki' [ Research and optimization of technological objectives and energy systems ], *The Problems of general energy*, Pp.35-46 (in Ukraine)
4. Chirochkin, DO 2022, 'Analiz metrologichnogo zabezpechennya energoefektivnih rezhimiv roboti glibinnih nasosiv' [ Analysis of metrological support for energy-efficient operating modes of deep well pumps ], *LVII Studentska naukovo-praktichna konferenciya*, Pp. 15. (in Ukraine)
5. Kanyuk, GI, Knyazyeva, VM, Mezerya, AYU & Chebotarov, AM 2020, 'Udoskonalennya normativnoi bazi zabezpechennya energoefektivnih rezhimiv roboti nasosnih ustanovok elektrichnih ta naftoperekachuvialnih stancij' [ Improvement of the regulatory base for ensuring energy-efficient operating modes of pumping stations of electric and oil-transfer stations ], *Drukarnya Madrid, Kharkiv* (in Ukraine)
6. Voloshin, MM 2012, 'Calculation of the economic effectiveness of the implementation of frequency converters for pump units', *RVV HDAU «Kolos»*, Kherson (in Ukraine)
7. Kramarenko, you & Drozd, VA 2024, 'Improving the quality of the pump unit control system by using frequency-controlled electric drive', *Engineering*, Iss. 33, Pp. 61-69. DOI: <https://doi.org/10.32820/2079-1747-2024-33-38-50>
8. Zhang, WG, Yang, WD, Dou, FX & Wang, LJ 2016, 'Combinative Control Method of Centrifugal Pump Based on Variable Frequency Drive and Auto Back Flow Control Valve', *Petrochemical Equipment*, Vol. 45, no 6, Pp. 73-76. DOI: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-7466.2016.06.016> (Last accessed October 6, 2025)
9. Ke, L & Liu, YC 2016, 'Modeling and Simulation of Variable Frequency Pump Control Fatigue Test Machine', *International Journal of Engineering, Transactions A: Basics*, Vol. 29, no 1, Pp. 92–102. DOI: <https://doi.org/10.5829/idosi.ije.2016.29.01a.13> (Last accessed October 6, 2025)
10. Li, Y, Ang, KH & Chong, GCY 2006, 'Patents, Software, and Hardware for PID control. An overview and analysis of the current art', *IEEE Control Systems Magazine*, Pp. 41-54, viewed < [https://www.researchgate.net/publication/3207696\\_Patents\\_software\\_and\\_hardware\\_for\\_PID\\_control\\_An\\_overview\\_and\\_analysis\\_of\\_the\\_current\\_art](https://www.researchgate.net/publication/3207696_Patents_software_and_hardware_for_PID_control_An_overview_and_analysis_of_the_current_art) > (Last accessed October 6, 2025)
11. Derakhshan, S & Nourbakhsh, A 2008, 'Theoretical, numerical and experimental investigation of centrifugal pumps in reverse operation', *Experimental Thermal and Fluid Science*, Vol. 32, no. 8, Pp. 1620-1627.
12. Andreyev, OV, Zagrebelna, LO & Kobec, OV 2021, 'Conversion of characteristics of centrifugal pumps to viscous liquids', *Integrovanі tehnologiyi ta energozberezhennya*, no 1, Pp. 21-31. DOI: <https://doi.org/10.20998/2078-5364.2021.1.03> (Last accessed October 6, 2025)
13. Kramarenko, you & Drozd, VA 2023, 'Pidvishennya yakosti nasosnih ustanovok shlyahom udoskonalennya sistem keruvannya' [ Improving the quality of pump installations through the enhancement of control systems ], *Engineering*, iss. 32, Pp. 29-36. DOI <https://doi.org/10.32820/2079-1747-2023-32-29-36> (Last accessed October 6, 2025)
14. Kanyuk, GI, Andreyev, OV, Chernyuk, AM & Knyazyeva, VM 2016, 'Analysis of the Tools Used to Control the Parameters of Pump Units Intended for Oil-Trunk Pipelines in Ukraine', *Visnik NTU "HPI": Energetichni ta teplotekhnichni procesi j ustatkuvannya*, no 10(1182), Pp. 85-91. DOI: <https://doi.org/10.20998/2078-774X.2016.10.13> (Last accessed October 6, 2025)

Submission received: 10/06/2025 Accepted: 11/12/2025 Published: 12/30/2025