

УДК 621.311+620.9:665.7-049.7(477) <https://doi.org/10.31713/vs120259>

Максютов А. О., к.пед.н., доцент, Брикін Є. В., викладач-стажист (Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, м. Умань, andriy.maksyutov@udpu.edu.ua, ye.v.brykin@udpu.edu.ua),
Брежицька О. А., к.с.-г.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, l.a.bregucka@nuwm.edu.ua)

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ НАФТОПРОДУКТІВ В УКРАЇНІ

У статті розглянуто сучасні енерго- та ресурсозберігаючі технології, які застосовуються у нафтопереробній промисловості України.

Особливу увагу приділено методам зменшення енергоспоживання та підвищення екологічної безпеки, включаючи рекуперацію тепла, замкнуті цикли водо- та пароспоживання, використання інноваційних каталізаторів і інтеграції відновлюваних джерел енергії.

В результаті дослідження встановлено чинники, які обмежують впровадження новітніх технологій: високі економічні витрати, застаріле обладнання, недостатня нормативно-правова база та брак кваліфікованих фахівців.

Запропоновано комплексні заходи для вирішення цих проблем, включаючи державну підтримку, міжнародне співробітництво та створення сприятливих умов для інвестицій у дану галузь.

Проведене дослідження підкреслює важливість інтеграції інноваційних рішень для забезпечення сталого розвитку нафтопереробної галузі України.

Ключові слова: технології виробництва; нафтопереробка; енергоефективність; ресурсозбереження; крекінг; піроліз; риформінг; рекуперація тепла; замкнуті цикли; каталізатори; екологічна безпека; сталий розвиток; державна підтримка; інновації.

Постановка проблеми. Раціональне використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки технологічних процесів є одним із ключових завдань сучасної економіки України. Це особливо актуально для галузей, пов'язаних із переробкою викопних енергоносіїв, зокрема нафтопродуктів. Високий рівень енергоспоживання та значний екологічний вплив традиційних технологій переробки нафтопродуктів потребують системного переосмислення і впровадження інноваційних підходів до їх оптимізації.

Нафтопереробна галузь в Україні відіграє важливу роль у забезпеченні енергетичних потреб держави, але водночас створює значне техногенне навантаження на довкілля через викиди парникових газів, утворення відходів та високі витрати енергії. Україна має обмежені ресурси власної нафти та значною мірою залежить від імпортних енергоносіїв. У зв'язку з цим підвищення ефективності процесів переробки нафтопродуктів є важливим стратегічним завданням.

Особливої уваги потребує вдосконалення існуючих технологій крекінгу, піролізу, риформінгу та інших методів, які мають значний потенціал для зниження енергоспоживання та покращення коефіцієнта використання сировини. Крім того, впровадження екологічно безпечних та енергоефективних методів обробки викидів дозволить значно зменшити їхній негативний вплив на атмосферу.

На сьогодні однією з основних проблем є низька інтеграція сучасних енерго- та ресурсозберігаючих рішень у виробничі процеси через високу вартість інноваційного обладнання, відсутність єдиних стандартів для оптимізації процесів і брак інвестицій у модернізацію нафтопереробних підприємств. Крім того, складність технологічних процесів, що супроводжуються багатofакторними хімічними і фізичними явищами, ускладнює їх адаптацію до сучасних екологічних вимог.

Таким чином, розвиток та впровадження новітніх енерго- та ресурсозберігаючих технологій переробки нафтопродуктів є актуальним напрямком, який має велике значення для енергетичної безпеки, екологічної стабільності та економічного зростання України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз наукових досліджень, присвячених особливостям впровадження сучасних технологій у сфері нафтопереробної промисловості, свідчить про

зростання зацікавленості науковців та фахівців у вирішенні екологічних і технологічних проблем цієї галузі, серед яких Бойченко С. В. [1], Топільницький П. І. [1], Черняк Л. М. [1], Вамболь В. В. [2], Захарчук О. В. [3], Вишневецька О. В. [3], Колісник С. О. [4], Курта С. А. [5], Харченко Ю. А. [7]. Особливу увагу дослідники приділяють оцінці впливу нафтопереробних підприємств на навколишнє середовище. Дослідження підкреслюють важливість інтеграції новітніх технологій і раціонального використання ресурсів для забезпечення стійкого розвитку нафтопереробної промисловості. Вони створюють основу для подальших наукових і практичних рішень у цьому напрямку.

Мета і завдання досліджень: - охарактеризувати особливості впровадження та використання енерго- та ресурсозберігаючих технологій переробки нафтопродуктів, а також визначити перспективи їх подальшого розвитку в Україні з метою підвищення ефективності використання ресурсів і мінімізації негативного впливу на довкілля;

- дослідити принципи організації та експлуатації енерго- і ресурсозберігаючих технологій переробки нафтопродуктів;

- оцінити практичне значення використання енергоефективних підходів щодо підвищення продуктивності нафтопереробних підприємств;

- визначити сучасні перспективи та передумови для створення і впровадження новітніх технологій переробки нафтопродуктів, орієнтованих на зменшення енергоспоживання та підвищення екологічної безпеки;

- проаналізувати чинники, що обмежують використання сучасних енерго- та ресурсозберігаючих технологій, і запропонувати шляхи їх подолання в умовах української економіки.

Виклад основного матеріалу досліджень. Україна, як країна з високим рівнем енергоспоживання та обмеженими або важкодоступними запасами власних енергоносіїв, стикається з викликом раціонального використання ресурсів та впровадження екологічно безпечних технологій. Нафтопереробна галузь є критично важливою складовою енергетичного сектору, але водночас вона є джерелом значного техногенного навантаження на навколишнє середовище. Викиди парникових газів, утворення твердих і рідких відходів, високі витрати енергії – усе це вимагає модернізації

технологічних процесів та впровадження енерго- і ресурсозберігаючих технологій.

Нафтопереробка включає низку термічних процесів, таких як крекінг, піроліз та риформінг, які характеризуються значними енергетичними витратами та впливом на довкілля. Основною метою модернізації цих процесів є зменшення енергоспоживання, підвищення екологічної безпеки та ефективності виробництва.

Нафтопереробні підприємства мають значний вплив на всі основні компоненти навколишнього середовища: атмосферу, гідросферу та літосферу. Однією з основних причин цього є складність і масштабність процесів, які використовуються для переробки нафти. Концепція сталого розвитку людства передбачає такий підхід до розвитку, який забезпечує задоволення потреб сучасного покоління без нанесення шкоди екосистемам і не створює загрози для майбутніх поколінь у їхньому прагненні задовольнити власні потреби. Захист атмосфери, стан якої погіршується через антропогенну діяльність, став однією з найгостріших міжнародних проблем останніх десятиліть.

У містах, розташованих поблизу промислових об'єктів та джерел викидів, а також у прилеглих районах, значною проблемою залишається традиційне забруднення атмосфери. Воно зумовлюється присутністю у повітрі дрібнодисперсного пилу, оксидів сірки, азоту, вуглецю та різноманітних вуглеводнів. Нерозсудливе використання природних ресурсів може призвести до глибокої екологічної кризи, наслідки якої найбільше позначатимуться на людському суспільстві.

Особливу загрозу становить широке застосування нафтопродуктів як палива. У процесі їх спалювання в атмосферу потрапляє значна кількість вуглекислого газу, оксидів сірки, азоту, дрібних твердих частинок і незгорілих вуглеводнів. Щорічно людство спалює близько 3,5 мільярдів тонн нафтового палива, при цьому витрачаючи понад 8 мільярдів тонн кисню [1, С. 110].

Під час переробки нафтопродуктів, таких як крекінг, піроліз та риформінг, утворюються значні обсяги газоподібних викидів, серед яких оксиди азоту (NO_2), сірки (SO_2) та вуглецю (CO_2). Оксиди сірки й азоту, взаємодіючи з водяною парою в атмосфері, сприяють утворенню кислотних дощів, які знижують родючість ґрунтів, ушкоджують рослинність і погіршують якість водних ресурсів. Викиди CO_2 є основною причиною глобального потепління та зміни клімату.

Нафтопереробні заводи споживають великі обсяги води для охолодження та забезпечення роботи технологічних процесів. Проте після використання вода забруднюється нафтопродуктами, хімічними сполуками та залишками від каталітичних процесів. У разі недостатньої очистки ці стоки можуть потрапляти у водні об'єкти, спричиняючи їх евтрофікацію (збагачення азотом і фосфором), зниження вмісту кисню та загибель водних організмів.

У процесах переробки утворюються тверді залишки, такі як зола, шлаки та каталітичні відходи. Вони часто містять токсичні метали, зокрема ванадій і нікель, які можуть проникати у ґрунт та підземні води, створюючи довготривалий негативний вплив.

Однією з характерних рис українських нафтопереробних заводів є низька ефективність очисних установок. Більшість обладнання застаріло, а рівень очищення відпрацьованих газів і рідин часто не відповідає міжнародним екологічним стандартам. Це збільшує техногенне навантаження на довкілля [7, С. 40].

Процеси переробки, такі як крекінг, піроліз і риформінг, мають високий енергетичний потенціал, однак вони також є одними з найбільш енергоємних і складних з технічної точки зору.

Крекінг є процесом розщеплення великих молекул вуглеводнів на менші, що дозволяє отримати бензин, дизельне паливо та інші легкі фракції. Цей процес потребує температур до $600\text{--}700^{\circ}\text{C}$ та високого тиску. Енергетичні втрати на етапі нагрівання сировини є значними, а застарілі реакторні установки не здатні ефективно використовувати вироблену енергію. Наприклад, у процесі крекінгу лише 65–70% теплової енергії використовується ефективно, решта втрачається у вигляді теплових викидів у довкілля [5, С. 55].

Піроліз – це процес, який дозволяє отримати хімічні продукти, такі як етилен і пропілен, шляхом нагрівання вуглеводнів до температур понад 800°C у безкисневому середовищі. Цей процес споживає величезні обсяги енергії через високу температуру реакцій, а також створює значні труднощі в управлінні енергетичними потоками. Традиційне обладнання для піролізу не оснащено сучасними системами рекуперації тепла, що ще більше збільшує втрати енергії.

Каталітичний риформінг є процесом покращення якості бензинових фракцій через підвищення їх октанового числа. Основна проблема полягає у використанні дорогих каталізаторів (наприклад,

на основі платини) та високих енергетичних витрат, пов'язаних із підтриманням температури процесу (до 500° С). Застарілі системи теплового управління не дозволяють ефективно відновлювати енергію, що втрачається під час роботи.

Основною сировиною для процесів каталітичного риформінгу є прямоточні бензинові фракції, до складу яких входять парафіни, нафтени та ароматичні вуглеводні з вуглецевим числом у межах C₆–C₁₀. Після проведення ретельного очищення до них додають бензини, отримані в результаті вторинних процесів, таких як термічний крекінг, коксування, а також бензини з установок гідроочищення керосинових фракцій, виробництва дизельного пального, гідрокрекінгу та каталітичного крекінгу. Розробляються також технологічні схеми переробки бензинів, отриманих із установок гідрогенізації вугілля, сланців, а також із синтез-газу. Для отримання високоактивних компонентів бензину використовують фракції, температура кипіння яких знаходиться в діапазоні 85–180° С. У виробництві ароматичних вуглеводнів з вуглецевим числом C₆–C₈ застосовують фракції з температурою кипіння в межах 65–150° С [6, С. 197].

Більшість українських нафтопереробних заводів використовують застаріле обладнання, що не адаптоване до сучасних вимог енергоефективності. Наприклад, лише 60–70% енергії, що споживається, використовується безпосередньо у технологічних процесах, тоді як решта втрачається через низький рівень ізоляції та відсутність систем рекуперації тепла. Крім того, складність управління високотемпературними потоками обмежує можливості модернізації виробництва [5, С. 55].

Під час обробки природного газу та газового конденсату, а також зберігання сировини в резервуарах, утворюється осад, що складається з механічних домішок, які містяться в сировині. З часом цей осад перетворюється на нафтовий шлам, що накопичується на дні резервуарів і ємностей. Нафтошлами класифікуються як відходи і містять в своєму складі нафтові вуглеводні, тверді частки, ароматичні сполуки, метали та інші небезпечні речовини, що робить їх непридатними для викиду в навколишнє середовище [2, С. 33]. З цієї причини нафтошлами потребують спеціалізованих методів поводження.

Утилізація нафтошламів є важливою для зниження негативного впливу на навколишнє середовище і здоров'я людини. Сучасні

технології обробки нафтошламів включають різні методи, такі як біологічне очищення, термічну обробку та використання відходів для отримання енергії, що дозволяє зменшити кількість і небезпеку цих відходів. Аналіз наявних технологій поводження з нафтовими шламами має велике значення для екології та ефективного використання ресурсів. Він включає вивчення й оцінку різних методів утилізації цих відходів, що допомагає вибрати оптимальні підходи. Цей аналіз дозволяє визначити найбільш ефективні методи чи їх комбінацію для утилізації нафтових шламів, забезпечуючи як екологічну безпеку, так і економічну вигоду. Крім того, важливо враховувати місцеві законодавчі вимоги та стандарти у галузі поводження з небезпечними відходами.

Деякі методи обробки нафтошламів складаються з трьох основних етапів: зменшення утворення нафтового шламу, відновлення нафти з нафтового шламу та утилізація залишкових відходів. Перший етап сприяє запобіганню утворенню шламу, тоді як інші два етапи зосереджуються на ефективній обробці нафтових відходів. Вибір найбільш підходящого методу очищення залежить від таких факторів, як склад нафтового осаду, ефективність методу, витрати та можливість утилізації відходів. Тому важливо ретельно оцінювати різні підходи до утилізації, аби забезпечити загальну ефективність і безпеку процесу. З урахуванням усіх переваг та недоліків наявних технологій, необхідно розробити або вдосконалити більш екологічні та економічно доцільні методи безпечної утилізації нафтових шламів, що відповідають сучасним вимогам безпеки та охорони навколишнього середовища.

Аналізуючи проблематику сучасної переробки нафтопродуктів, можна виокремити дві ключові складові, які потребують особливої уваги: екологічний вплив і технічна неефективність. Значний рівень викидів парникових газів, токсичних речовин і теплових відходів є наслідком застарілих технологій та недостатньої модернізації підприємств. З іншого боку, технічні бар'єри, такі як висока енергоємність процесів крекінгу, піролізу та риформінгу, ускладнюють інтеграцію новітніх рішень.

Однак існують сучасні енерго- та ресурсозберігаючі технології, які спрямовані на подолання цих викликів. Вони забезпечують ефективніше використання енергії, мінімізацію негативного впливу на довкілля та покращення економічних показників. Розглянемо

детальніше ключові підходи, які вже демонструють високу ефективність.

Рекуперація тепла є одним із найефективніших методів підвищення енергоефективності переробки нафтопродуктів. Під час роботи термічних установок велика частка енергії втрачається у вигляді теплових викидів. Сучасні теплообмінники дозволяють уловлювати це тепло, яке інакше залишалося б невикористаним, і повертати його у виробничий цикл.

Теплообмінники, що використовуються для рекуперації, побудовані на принципі передачі тепла від гарячих газів до холодних рідин або газів. Завдяки цьому повторно використовується до 30% теплової енергії, яка раніше втрачалася. Це дозволяє суттєво зменшити споживання викопних енергоносіїв [8, С. 40]. Рекуперація тепла не лише знижує енергоспоживання, але й дозволяє зменшити витрати на паливо. В умовах високих цін на енергоносії цей підхід забезпечує швидке повернення інвестицій у встановлення відповідного обладнання. Використання рекуператорів знижує кількість теплових викидів в атмосферу, що сприяє зменшенню локального перегрівання та зниженню рівня парникових газів.

Проблема значного споживання води у переробці нафтопродуктів вимагає запровадження замкнутих циклів водо- і пароспоживання. Цей підхід спрямований на мінімізацію впливу на гідросферу шляхом очищення та повторного використання водних ресурсів. У таких системах вода, що використовується для охолодження або технологічних процесів, після очистки повертається у виробничий цикл. Очищення здійснюється за допомогою багатоступеневих фільтрів, які видаляють хімічні домішки та залишки нафтопродуктів [4, С. 27]. Замкнуті цикли дозволяють зменшити витрати на водозабір та очистку стічних вод. Це особливо важливо для підприємств, розташованих у регіонах із дефіцитом водних ресурсів. Завдяки замкнутим циклам скорочується кількість стічних вод, які могли б потрапити у природні водойми. Це зменшує ризик забруднення гідросфери та зберігає екосистеми.

Застосування сучасних каталізаторів є ключовим елементом у зниженні енерговитрат та підвищенні ефективності процесів. Новітні каталізатори на основі наноматеріалів демонструють високу активність у реакціях піролізу та крекінгу. Завдяки цим матеріалам можливо знизити робочі температури процесів до 450° С, що суттєво

зменшує енергоспоживання [7, С. 70]. Підвищення виходу цільових продуктів на 25–30% дозволяє зменшити собівартість виробництва. Окрім того, сучасні каталізatori мають тривалий термін служби, що знижує витрати на їх заміну. Завдяки використанню каталізаторів знижується кількість побічних продуктів і відходів, які потребують додаткової утилізації.

Інтеграція відновлюваних джерел енергії у нафтопереробну галузь стає актуальним завданням, особливо в умовах зростання цін на традиційні викопні енергоносії. Додавання біодизеля до традиційного дизельного палива дозволяє зменшити викиди парникових газів на 20–25%. Це сприяє зниженню техногенного навантаження на атмосферу [3, С. 31]. Використання відновлюваних джерел енергії для допоміжних процесів, таких як освітлення та нагрівання, дозволяє скоротити споживання викопного палива.

Незважаючи на ефективність енерго- та ресурсозберігаючих рішень, їх інтеграція у нафтопереробну галузь стикається з численними викликами. Висока вартість впровадження новітніх технологій, таких як системи рекуперації тепла або замкнуті цикли водоспоживання, є значним бар'єром для підприємств. Наприклад, модернізація одного заводу може коштувати кілька мільйонів доларів [4, С. 35]. Недостатність нормативно-правової бази у сфері енергоефективності ускладнює адаптацію новітніх технологій на рівні галузі. Впровадження новітніх технологій потребує спеціалістів, які володіють сучасними знаннями у сфері енергоефективності.

Розгляд сучасних енерго- та ресурсозберігаючих технологій свідчить про значний потенціал для модернізації нафтопереробної галузі України. Рішення, такі як рекуперація тепла, замкнуті цикли водо- та пароспоживання, а також використання новітніх каталізаторів, вже довели свою ефективність у зменшенні енергоспоживання та негативного впливу на навколишнє середовище. Однак, впровадження цих рішень у промислових масштабах стикається із численними викликами, серед яких економічні обмеження, брак стандартів і необхідність залучення іноземних інвестицій.

Для успішної реалізації таких технологій необхідний стратегічний підхід на національному рівні. Це передбачає розробку державної програми модернізації галузі, міжнародне співробітництво та створення стимулюючих умов для підприємств. Перспективи

розвитку нафтопереробної галузі України значною мірою залежать від цих системних змін.

Державна підтримка відіграє ключову роль у забезпеченні модернізації нафтопереробних підприємств. Розробка єдиної державної програми з енергоефективності має включати кілька основних напрямків. Податкові пільги для підприємств, які інвестують у впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій, можуть стати стимулом для їх модернізації. Наприклад, підприємства, що впроваджують замкнуті цикли водоспоживання або системи рекуперації тепла, можуть отримувати знижені ставки податку на прибуток. Це дозволить зменшити фінансове навантаження на початковому етапі впровадження технологій. Виділення державних субсидій або кредитів на вигідних умовах для підприємств, що проводять модернізацію виробничих потужностей, сприятиме швидшому переходу галузі до екологічно безпечних технологій. Наприклад, часткове покриття витрат на встановлення теплообмінників або закупівлю сучасних каталізаторів може значно зменшити фінансові бар'єри. Впровадження сучасних енергоефективних технологій потребує оновлення законодавства та створення єдиних стандартів для оцінки ефективності технологічних процесів. Це включає розробку показників енергетичної ефективності, які стануть обов'язковими для підприємств галузі. Підготовка кадрів для роботи з новітніми технологіями є критично важливою складовою державної стратегії. Навчальні програми та тренінги для інженерів, технологів і керівників підприємств забезпечать належний рівень знань для впровадження сучасних рішень.

Інтеграція України у глобальні ініціативи з декарбонізації та впровадження відновлюваних джерел енергії може значно прискорити процес модернізації нафтопереробної галузі. Співпраця з міжнародними фінансовими інституціями, такими як Світовий банк або Європейський банк реконструкції та розвитку, може забезпечити доступ до довгострокових кредитів на вигідних умовах. Наприклад, інвестиції у проєкти зі встановлення систем очищення викидів або замкнутих водних циклів можуть бути підтримані міжнародними програмами екологічного розвитку. Міжнародне співробітництво сприятиме запозиченню передового досвіду та технологій у сфері енергоефективності. Наприклад, європейські країни, які впровадили замкнуті цикли на своїх підприємствах, можуть стати партнерами у

розробці аналогічних рішень для українських заводів. Приєднання до міжнародних програм, таких як Паризька кліматична угода, зобов'язує країни скорочувати викиди парникових газів. У межах цих зобов'язань Україна може отримувати фінансову та технічну допомогу для модернізації галузі. Участь у грантових програмах, спрямованих на підтримку екологічних ініціатив, дозволить отримати фінансування для впровадження новітніх технологій. Наприклад, гранти на розробку систем рекуперації тепла або заміну старих установок можуть стати важливим джерелом фінансування.

Висновки. Таким чином, проведений аналіз свідчить, що впровадження сучасних енерго- та ресурсозберігаючих технологій переробки нафтопродуктів є важливим і нагальним завданням для нафтопереробної галузі України. Застаріле обладнання, високі енергетичні витрати та значне техногенне навантаження на довкілля визначають необхідність модернізації виробничих процесів із використанням новітніх технологічних рішень.

Розвиток нафтопереробної промисловості вимагає системного підходу, який включає підвищення енергоефективності, мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище та інтеграцію відновлюваних джерел енергії. Одним із ключових напрямів є впровадження технологій рекуперації тепла, замкнутих циклів водо- та пароспоживання, а також сучасних каталізаторів. Усе це сприяє зменшенню споживання енергоносіїв, скороченню викидів шкідливих речовин та підвищенню виходу цільових продуктів.

Разом із цим, важливим завданням залишається створення сприятливих умов для модернізації підприємств. Це включає розробку державної стратегії підтримки, участь у міжнародних екологічних ініціативах та залучення інвестицій.

Отже, забезпечення сталого розвитку нафтопереробної галузі України є можливим лише за умови поєднання інноваційних підходів, економічної підтримки та відповідального ставлення до збереження природних ресурсів.

1. Оцінка екологічного впливу нафтопереробного підприємства на навколишнє середовище / Бойченко С. В., Пузік О. Г., Топільницький П. І., Черняк Л. М., Романчук В. В., Бабатунд О., Каземир Л. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2016. № 4. С. 109–122. 2. Вамболь В. В., Горобець Д. О. Нафтошламами від переробки газу – Проблема чи ресурс. *Екологія. Довкілля. Енергозбереження* : IV Міжнародна науково-практична конференція. 2023.

С. 33–36. **3.** Захарчук, О. В., Вишневецька, О. В. Ринок нафти та нафтопродуктів в Україні. *Економіка АПК*. 2020. № 10. С. 29–37. **4.** Колісник С. О. Механізми державного регулювання розвитку нафтопереробного комплексу в Україні : навч. посіб. Житомир : Державний університет Житомирська Політехніка, 2023. С. 1–21. **5.** Курта С. А. Основи нафтохімії : навч. посіб. Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, 2020 193 с. **6.** Іваницький Г. К., Степанюк А. Р. Процеси та обладнання глибокої переробки органічної сировини: конспект лекцій : навч. посіб. для студ. спеціальності 133 Галузеве машинобудування, освітня програма підготовки «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування обладнання хімічної інженерії». Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 292 с. **7.** Харченко Ю. А. Напрями вдосконалення операційної системи підприємств нафтогазової галузі. *Ефективна економіка*. 2022. № 2. С. 1–8. **8.** Шкурін М. І. Розроблення та проектування електропривода з програмованим логічним контролером для установок нафтопереробної промисловості : кваліфікаційна робота на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Полтава : Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2024. 93 с.

REFERENCES:

1. Otsinka ekolohichnoho vplyvu naftopererobnoho pidpriemstva na navkolyshnie seredovyshe / Boichenko S. V., Puzik O. H., Topilnytskyi P. I., Cherniak L. M., Romanchuk V. V., Babatund O., Kazemyr L. *Enerhetyka: ekonomika, tekhnologii, ekolohiia*. 2016. № 4. S. 109–122. **2.** Vambol V. V., Horobets D. O. Naftoshlamamy vid pererobky hazu – Problema chy resurs. *Ekolohiia. Dovkillia. Enerhozberezhennia* : IV Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia. 2023. S. 33–36. **3.** Zakharchuk, O. V., Vyshnevetska, O. V. Rynok nafty ta naftoproduktiv v Ukraini. *Ekonomika APK*. 2020. № 10. С. 29–37. **4.** Kolisnyk S. O. Mekhanizmy derzhavnoho rehuliuвання rozvytku naftopererobnoho kompleksu v Ukraini : navch. posib. Zhytomyr : Derzhavnyi universytet Zhytomyrska Politehnika, 2023. S. 1–21. **5.** Kurta S. A. Osnovy naftokhimii : navch. posib. Ivano-Frankivsk : Prykarpatskyi natsionalnyi universytet imeni Vasylia Stefanyka, 2020 193 s. **6.** Ivanytskyi H. K., Stepaniuk A. R. Protsezy ta obladnannia hlybokoi pererobky orhanichnoi syrovyny: konspekt leksii : navch. posib. dlia stud. spetsialnosti 133 Haluzeve mashynobuduvannia, osvithnia prohrama pidhotovky «Kompiuterno-intehrovani tekhnologii proektuvannia obladnannia khimichnoi inzhenerii». Kyiv : KPI im. Ihoria Sikorskoho, 2021. 292 s. **7.** Kharchenko Yu. A. Napriamy vdoskonalennia operatsiinoi systemy pidpriemstv naftohazovoi haluzi. *Efektivna ekonomika*. 2022. № 2. S. 1–8. **8.** Shkurin M. I. Rozroblennia ta proiektuvannia elektropryvoda

122

z proqramovanyim lohichnym kontrolerom dlia ustanovok naftopererobnoi promyslovosti : kvalifikatsiina robota na zdobuttia druhoho (mahisterskoho) rivnia vyshchoi osvity zi spetsialnosti 141 «Elektroenerhetyka, elektrotekhnika ta elektromekhanika». Poltava : Natsionalnyi universytet imeni Yuriiia Kondratiuka, 2024. 93 s.

Maksiutov A. O., Candidate of Pedagogic Sciences (Ph.D.), Associate Professor, Brykin Y. V., Intern Teacher (Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Uman), Brezhytska O. A., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Associate Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

MODERN APPROACHES AND PROSPECTS FOR THE USE OF ENERGY- AND RESOURCE- SAVING TECHNOLOGIES IN OIL REFINING IN UKRAINE

The article examines modern energy- and resource-saving technologies applied in the oil refining industry of Ukraine.

Particular attention is paid to methods for reducing energy consumption and enhancing environmental safety, including heat recovery, closed water and steam consumption cycles, the use of innovative catalysts, and the integration of renewable energy sources. The relevance of pollution of the main components of the environment, in particular, atmospheric air and water resources, is emphasized.

The analysis identifies key challenges limiting the implementation of advanced technologies, such as high economic costs, outdated equipment, insufficient regulatory framework, and a lack of qualified personnel. Studying the problems of modern processing of oil products, two key components that require special attention are singled out: environmental impact and technical inefficiency. A significant level of emissions of greenhouse gases, toxic substances and thermal waste is a consequence of outdated technologies and insufficient modernization of enterprises.

Comprehensive measures are proposed to address these issues, including government support, international cooperation, and the creation of favorable investment conditions. In order to reduce the consumption of energy carriers, reduce emissions of harmful substances and increase the yield of target products, the introduction

of heat recovery technologies, closed cycles of water and steam consumption, as well as modern catalysts is proposed.

The conclusions emphasize the importance of integrating innovative solutions to ensure the sustainable development of Ukraine's oil refining sector.

***Keywords:* oil refining; energy efficiency; resource saving, cracking; pyrolysis; reforming; heat recovery; closed cycles; catalysts; environmental safety; sustainable development; government support; innovation.**