

ВАКУУМНА ДИСТИЛЯЦІЯ - СУЧАСНА УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ ВІЙНИ

А. В. Соколов

аспірант

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління, 03035, м. Київ,
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2.

Н. О. Д'яченко

кандидат геологічних наук

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоєкології та розвитку інфраструктури НАН
України», 03142, м. Київ, пр. Академіка Вернадського, 34-б

У роботі представлені результати аналізу існуючого стану впровадження технологій вакуумної дистиляції небезпечних речовин для підвищення рівня екологічної безпеки. Ця технологія дозволяє зменшити кількість відходів аварійних ситуацій (нафтопродуктів, мастильних матеріалів, палива та стічних вод гірничодобувних підприємств) та повторно їх використати. Відсутність в Україні сучасного обладнання та технологій, які можна використовувати під час війни на гірничодобувних та нафтопереробних підприємствах, не дозволяють мінімізувати шкідливий вплив на довкілля.

Ключові слова: вакуумна дистиляція, нафтопродукти, стічні води, технологія, гудрон.

VACUUM DISTILLATION - MODERN UTILIZATION OF MILITARY WASTES

A. V. Sokolov

postgraduate student

State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management, Ukraine

N. O. Diachenko

PhD of geological sciences

State institution «Scientific center of mining, geology geoecology and infrastructure
development of the NAS Ukraine», Ukraine

The paper presents the results of the analysis of the current state of implementation of vacuum distillation technologies for hazardous substances to improve environmental safety. This technology allows to reduce the amount of emergency waste (oil products, lubricants, fuel and wastewater from mining enterprises) and reuse them. The absence of modern equipment and technologies in Ukraine that can be used during the war at mining and oil refining enterprises does not allow minimizing the harmful impact on the environment.

Key words: vacuum distillation, oil products, wastewater, technology, tar.

Наслідки збройного конфлікту залишають безліч відходів, включаючи відпрацьовані мастила, розлиті та спалені нафтопродукти, стічні води розтращених гірничодобувних підприємств та кар'єрів, які держава не в змозі очищувати. Ці матеріали часто можна знайти в міських районах, лісах, полях і

водних шляхах. У сукупності, вони також належать до військових відходів, з якими необхідно поводитися належним чином, а не утилізувати їх без розбору.

Згідно з даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України [1] за період з 24 лютого 2022 р. до травня 2023 р. під час військової агресії РФ в Україні зруйновано 35 нафтобаз, що призвело до викидів забруднюючих речовин (ЗР) у кількості 499 тис. т. Ці викиди призвели не тільки до завдання матеріальних збитків довкіллю, але, в першу чергу, забруднили ґрунти, поверхневі та підземні води і атмосферу. Більшість руйнувань в Україні припало на шахти, ТЕС, паливно-мастильні бази та нафтопереробні заводи, які створили ситуації, що потребували миттєвого втручання. Але, відсутність технологічних рішень та обладнання, яке можна використовувати в аварійних ситуаціях на підприємствах України для підвищення рівня екологічної безпеки, не дозволило не тільки повторно використати ресурси, але й мінімізувати шкідливий вплив на довкілля. Метою операцій з поводження з відходами є мінімізація шкідливого впливу останніх на довкілля та здоров'я людей, а також виявлення ресурсів, які можуть бути повторно використані або перероблені [2] на користь нашої країни.

Найбільш простим методом зменшення кількості відходів, що підлягають утилізації, є повторне використання матеріалів (рециклінг). В цьому сенсі, важливо визначити, які матеріали придатні для повторного використання. Найпоширенішими видами відходів, які можна переробити, є відпрацьовані мастила, нафтопродукти, мастильні матеріали та паливо, які не відповідають встановленим стандартам якості, та стічні води.

Одним із методів такої обробки є вакуумна дистиляція (ВД) - процес, який використовується в галузях, що займаються обробкою рідин, які можуть містити ряд потенційно небезпечних сполук. Процес застосовується для розділення сполук, що містяться в різних рідинах, за допомогою різних температур, тисків та вакууму. Зазвичай ВД застосовують, коли сполуки важко розділити через їхні надзвичайно високі температури кипіння. Як наслідок, підприємствам дорого обходиться експлуатація систем нагрівання, здатних досягати таких високих температур. Тому вакуумний процес використовують для створення тиску пари, який змушує сполуки з нижчим тиском випаровуватися. Основною перевагою ВД є надійне розділення сполук у рідинах, які можуть бути летючими або вибухонебезпечними. Впливаючи на тиск пари, не піддаючи сполуки надмірно високій температурі, ці сполуки можна безпечно видалити.

Процес ВД починається з дистиляційної установки та рідкої суміші, де всі сполуки мають різні точки кипіння. Сполуки, які реагують на більш низький тиск, починають згоряти і випаровуватися. Залежно від мети

вакуумної перегонки рідина, що залишилася, може бути відновлена для інших цілей переробки. Очищення стічних вод також є ще одним поширеним застосуванням, де закордонні компанії використовують ВД. В Україні такий спосіб ефективного розділення та очищення не використовується.

Бойові дії призвели до руйнування численних підприємств видобувної, металургійної, хімічної, нафтохімічної промисловості та забрудненню шахтними водами (ШВ) та промисловими стоками. Через війну припинений водовідлив у більшості шахт, зокрема, у Покровську, Селідовому, Мірнограді, Вугледарі та Торецьку. Стан із підтопленням шахт на територіях, окупованих до 24.02.2022 р. наразі невідомий. Значна частина пунктів державного моніторингу вод недоступна, важко встановити вплив забрудненого поверхневого стоку на якість води у Сіверському Дінці. Проте, ще у 2022 році вже фіксувалося перевищення вмісту ртуті у 8,4 рази в р. Сухий Торець поблизу Слов'янська [3]. Не менш жахлива ситуація склалася на шахті 1-3 «Новогородовська» (Селидіввугілля), яку зупинено 20.08.24 р., відключено агрегати центрального водовідливу. Більш того, забруднення водних ресурсів стічними ШВ вже багато років спостерігається на теренах Західного Донбасу (ЗД) [4]. В умовах війни, за неможливістю роботи ТЕС, які використовували вугілля, більшість шахт ЗД уходять на простій (у липні 2024 р., працювали лише 3 шахти: ім. Героїв Космосу, «Західно-Донбаська» та «Степова»). Обстріли та знеструмлення гірничих підприємств лише загострює питання якості очищення стічних ШВ. Слід нагадати, що останні характеризуються підвищеною мінералізацією, загальною жорсткістю, вмістом завислих речовин, сульфатів, хлоридів, фосфатів, фторидів, заліза, марганцю, міді, санітарно-індикаторних бактерій, альдегідів, нафтопродуктів, важких металів та інших речовин [5]. Така вода не повинна скидатися у водойми без очищення та відповідної обробки. Але, через відносну новизну застосування процесу ВД для очистки стічних вод підприємств в Україні, цей процес є недостатньо вивчений.

В цьому сенсі, ВД може бути спрямована на видалення частинок і розчинених домішок з ШВ. Прикладом застосування може бути результати очистки стічних вод місцевої вугільної шахти в Аппіні (Новий Південний Уельс), які містили 2332 мг/л TDS (загальний вміст розчинених твердих речовин), 14,4 мг/л Ca, 2,72 мг/л Mg, 1,92 мг/л Fe і 3,38 мг/л Al. За даними досліджень [6] вони були очищені вакуумною мембранною системою дистиляції. Тобто, технологія спрямована на видалення частинок і розчинених домішок шляхом випаровування і конденсації - метод, що імітує природний кругообіг води в природі. Технологія має на увазі використання порожнистої волокнистої мембрани, яка дозволяє видалити 99,9% TDS з шахтної води.

Інше питання – ВД сировини відходів для процесу оброблення, переробки у вигляді: відпрацьованих нафтопродуктів (ВН), що непридатні для використання за призначенням (у тому числі відпрацьовані моторні оливи); мазут паливний 40; відходи сумішей масло/вода, вуглеводні/вода, емульсії – все те, що також належить до військових відходів. ВН утворюються не тільки в наслідок використання технічних масел в промисловості і побуті, але й під час роботи військової техніки. В процесі експлуатації масла стикаються з металами, піддаються впливу повітря, температури і інших факторів, під впливом яких з тривалістю часу відбувається зміна властивостей масел. Все це обумовлює утворення відходу. Але його можна повторно використати після заходів щодо відновлення його первинних властивостей шляхом очищення від вологи і домішок або повної хімічної переробки на профільних підприємствах. Переважний агрегатний стан ВН – рідкий. Усереднений компонентний склад наступний: нафтопродукти (вуглеводні) 70,0-98,2%, присадки 0,0-12,0%, механічні домішки 0,0-1,0%, вода 0,0-2,0%. За класом небезпеки ВН переважно відносяться до 3 класу небезпеки – «помірнонебезпечні». Згідно ГОСТ 2106-81 до ВН відносяться: масла моторні відпрацьовані та суміш нафтопродуктів відпрацьованих, суміш нафти і нафтопродуктів, зібрані при зачистці резервуарів, трубопроводів, автомобільних і залізничних цистерн та інші. Оброблення та утилізація відпрацьованих нафтопродуктів полягає у проходженні процесу ректифікації та ВД. Технологічний процес лежить на основі принципу зниження пружності парів вуглеводневої сировини, в результаті і додаткового нагріву та відбору виправлених легких фракцій. Розгонка нафтопродуктів здійснюється в ректифікаційній колоні під залишковим тиском 4,6 кПа. Сировина (СР) підігрівається в печі і подається в нижню частину колони. Потім відводиться гудрон. Відбір широкої масляної фракції здійснюється із зливного відсіку нижньої відбірної тарілки (НВТ). Вакуум в колоні забезпечується рідинним ежектором (ЕЖ). Гази, що не конденсуються, та легкі фракції відсмоктуються ЕЖ в ємність. Система забезпечення вакууму здійснюється циркуляцією легкої фракції через ЕЖ. СР подається з атмосферної установки в приймальну ємність, в якій підтримується температура 90°C для забезпечення нормального транспортування СР трубопроводами. Потім насосом СР через витратомір подається поступово в 3 теплообмінника, де спочатку нагрівається до 140°C, потім до 188°C і далі до 230°C та надходить в змішувальну печі, де нагрівається до 390°C. Після печі СР надходить в секцію живлення колони в якій розділяється на гудрон, широку масляну фракцію та суміш залишкових газів, що не конденсуються, та легких фракцій. Гудрон, проходячи крізь сепараційні тарілки, зливається в куб колони звідки за температури 360°C насосом подається

поступово в 2 теплообмінники, де охолоджується до 230°C та доохолоджується (за рахунок води). Після цього, гудрон надходить крізь регулюючий клапан в товарну ємність з якої відвантажується споживачам. Широка масляна фракція відводиться зі зливного відсіку НВТ в проміжну ємність масляної фракції, доохолоджується до 100°C.

До початку повномасштабного вторгнення, така система рециклінгу була створена на підприємстві ТОВ «Пріста Рісайклінг Україна», в с. Горохівка Миколаївської області. В теперішній час воно не існує в зв'язку з руйнуванням під час обстрілів. Відсутність в Україні сучасного обладнання та технологій ВД не дозволяють мінімізувати шкідливий вплив на довкілля. Впровадження останніх для переробки небезпечних відходів має кілька екологічних переваг: дає змогу відновлювати та переробляти цінні матеріали з потоку відходів, зменшуючи потребу у видобутку сировини; допомагає безпечно утилізувати небезпечні компоненти, запобігаючи їхньому потраплянню в НС.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Green Deal. Interfax Україна, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. оф. сайт Режим доступу – <https://interfax.com.ua/news/greendeal/907725.html>.
2. ЗУ «Про управління відходами» ВВР, 2023, № 17, ст.75.
3. Бабаніна І. Зруйнована інфраструктура водопостачання та водовідведення на Сході та Півдні України. Аналітична записка. Львів: ЕПЛ, 2023. 41 с. Режим доступу – https://epl.org.ua/wp-content/uploads/2023/02/rujnuvannya-infrastruktury_vychytanaversiya.pdf
4. Улицький О., Д'яченко Н. Забруднення водних ресурсів в процесі функціонування ставків-накопичувачів шахтних вод вугільних підприємств Західного Донбасу. *Матеріали IV конф. Водопостачання і водовідведення*, Львів: Львівська політехніка, 2021. С. 27-29
5. Охотник К.К. Екологічна оптимізація систем скидання шахтних вод до річкової мережі (на прикладі басейну р. Самари): Автореф. дис. к.т.н.: 21.06.01/Держ. еколог, ін.-т. - К., 2008.- 20с
6. Sivakumara M., Ramezaniapourb M. and O'Halloran G. Mine Water Treatment Using a Vacuum Membrane Distillation System. *APCBEE Procedia*. 2013. 5. P. 157 – 162.