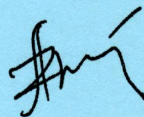


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

ЧЕЛЯДИН Любомир Іванович

УДК 666.572; 628.3; 504.1; 621.2



**НАУКОВІ ЗАСАДИ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ТА УСТАТКУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ
БЕЗПЕКИ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ ПРИКАРПАТТЯ**

21.06.01– екологічна безпека

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Івано-Франківськ – 2011

Дисертація є рукопис.

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий консультант: доктор геолого-мінералогічних наук, професор Адаменко Олег Максимович, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, професор кафедри екології, м. Івано-Франківськ.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор Астрелін Ігор Михайлович, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, завідувач кафедри технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології, заслужений діяч науки і техніки України, м. Київ;

доктор технічних наук, професор Пляцук Леонід Дмитрович, Сумський державний університет Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, завідувач кафедри прикладної екології, м. Суми;

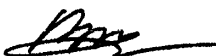
доктор технічних наук, доктор геолого-мінералогічних наук, доктор географічних наук, професор Рудько Георгій Ілліч, голова Державної комісії України по запасах корисних копалин, м. Київ.

Захист дисертації відбудеться „15” XII 2011 р. о 11⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.052.05 у Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу за адресою: 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, конференц-зал бібліотеки.

З дисертацією можна ознайомитись у науково-технічній бібліотеці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за адресою: 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

Автореферат розісланий „11” XI 2011 року.

Вчений секретар
спеціалізованої ради Д 20.052.05



Хомина В.Р.



ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Збалансований розвиток суспільства тісно пов'язаний з екологічною безпекою, яка, в основному, зумовлена забрудненням довкілля, що спричиняється трьома основними чинниками – накопиченням техногенних відходів, забрудненням гідросфери і атмосфери та ґрунтів. Найбільшою кількістю відходів характеризується енергетика – це золошлаки теплоелектростанцій (ТЕС). У гірництві, нафтохімічній, електронній та машинобудівній промисловості переважають шлами, які утворюються у процесі очищення стічних вод різних промислових підприємств (обсягом близько 3,3 млрд. м³ на рік). Золошлаки та шлами, які в літературі іменують техногенною сировиною (ТС), займають значні площі, контактують з атмосферою та гідросферою, забруднюючи довкілля. Всього у відвалах ТЕС, териконах шахт, шламо- та мулонакопичувачах України нагромаджено 30-33 млрд. тонн твердих промислових відходів. Функціонування підприємств гірничої, нафто-газопереробної та хімічної галузей і експлуатація транспортних засобів спричиняє виділення в атмосферу значної кількості шкідливих компонентів з викидними газами – близько 2-3 тис. тонн на рік.

Описані у публікаціях технології перероблення золошлакошламових відходів є енергоресурсозатратними та складними. Відомі методи очищення стічних вод є недостатньо ефективними з позиції відділення шкідливих компонентів (ступінь очищення 55-85%), що спричиняє подальше забруднення гідросфери. Існуючі промислові методи очищення викидних газів підприємств (об'єктів) та транспортних засобів від токсичного карбону(II) оксиду і сульфурвмісних сполук є низькоєфективними (58-75%) і дорогими, оскільки використовують катализатори з рідкісними металами (платина та інші). Екологічна безпека у сучасних публікаціях оцінюється впливом окремих чинників забруднення на довкілля за різними показниками без врахування техногенних забруднень від промислових об'єктів.

Отже, зменшення кількості забруднень, що надходять у довкілля з об'єктів, та встановлення рівня їх впливу на довкілля є актуальною проблемою сьогодення, має екологічне, соціальне та народногосподарське значення. Розроблення нових технологій перероблення золошлакошламових відходів та вдосконалених методів і засобів водогазо-очищення сприятимуть зменшенню кількості техногенних забруднень, що підвищить рівень екологічної безпеки об'єктів, регіону та держави.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до Державної науково-технічної програми “Використання відходів виробництва і споживання на період до 2005 року”, затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 28.06.1997 р., №688, науково-технічної програми Міністерства освіти і науки України – № держреєстрації 0194029586 з проблеми „Екологічно чиста енергетика та ресурсозберігаючі технології“, а також науково-дослідних робіт кафедр екології, хімії Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є наукове обґрунтування і розроблення ресурсоощадних технологій перероблення золошлакошламових відходів у нові ефективні матеріали та вдосконалення методів і устаткування з очищення стічних вод, карбоногідрогенів, викидних газів, що підвищить рівень екологічної безпеки промислового об'єкта. Для досягнення мети необхідно:

- запропонувати методику розрахунку загального показника екологічної безпеки промислових об'єктів з врахуванням основних чинників забруднення довкілля та діяльності підприємств (об'єктів) регіону;

- проаналізувати основні чинники техногенного забруднення довкілля регіону та відомі методи утилізації золошлаків ТЕС, шламів водоочищення і розробити ефективні напрямки їх перероблення;

- розробити науково-обґрунтовані ефективні технологічні схеми процесів перероблення золошлаків ТЕС, шламів водоочищення у нові вуглецевомінеральні матеріали (ВММ), будівельні теплоізоляційні матеріали (БТМ) і встановити оптимальні параметри їх реалізації;

- дослідити та вдосконалити технології, устаткування очищення стічних вод методом фільтрації через ВММ від механічних домішок, сульфідних сполук та нафтопродуктів;

- встановити активність ВММ у процесах очищення промислових викидних газів від CO і H_2S та карбоногідрогенних фракцій від сполук Сульфур;

- провести випробовування розроблених технологій на пілотних, дослідно-промислових установках, перевірити оптимальність встановлених параметрів запропонованих процесів та оцінити їх екологічну і економічну ефективність.

Об'єкт дослідження: техногенне забруднення довкілля відходами, стічними водами, викидними газами підприємств енергетичних, гірничих, нафтохімічних галузей та способи його зменшення.

Предмет дослідження: технології зменшення техногенного забруднення довкілля промисловими об'єктами шляхом перероблення золошлаків ТЕС і шламів водоочищення у нові матеріали та удосконалення методів і засобів очищення стічних вод, карбоногідрогенів та викидних газів.

Методи дослідження: системний аналіз даних про шлаки ТЕС та шлами водоочищення стоків Прикарпатського регіону і України, науково-технічної інформації та існуючих нормативних документів з досліджень екологічної безпеки. Склад і вміст компонентів золошлаку, шламів водоочищення, стічних вод, викидних газів під час проведення експериментальних досліджень з перероблення ТС та очищення забруднених середовищ визначали з використанням фізико-хімічних методів: вагового, термогравіметричного, спектроскопічного, хроматографічного, потенціо- та фотоколориметричного, рентгеноструктурного тощо. Для розрахунку розсіювання шкідливих компонентів у довкіллі використовували програму Еол+. Статистичне оброблення результатів досліджень проводили методом регресійного аналізу з використанням програмних пакетів.

Наукова новизна одержаних результатів. У результаті проведених комплексних досліджень встановлено нові наукові засади технологій

перероблення золошлакошламів у вуглецевомінеральні матеріали (ВММ) для удосконалених методів, устаткування з очищення стічних вод, карбоногідрогенів, викидних газів та у будівельні теплоізоляційні матеріали (БТМ), що забезпечить до зменшення техногенних забруднень довкілля, енергозатрат та підвищення рівня екологічної безпеки об'єктів:

1. Вперше встановлено закономірності високотемпературного методу перероблення шлаку ТЕС та шламів гальваніки у нові екобезпечні ВММ з феритними сполуками на їх поверхні. Розроблено наукові основи підбору складу основної і завершальної шихти та оптимальних параметрів процесу.

2. Шляхом експериментально-статистичного моделювання вперше одержано кількісні залежності складу шихти ВММ із включенням органіковмісних шламів водоочищення стоків НПЗ, ЦПК, які сприяють збільшенню пористої, сорбційної структури ВММ, що дає змогу вилучати більшу кількість шкідливих інгредієнтів з водо-газових середовищ.

3. Розроблено наукові засади низькотемпературних технологій перероблення відходів ЦПК (скоп) та золи ТЕС на основі науково обґрунтованого складу шихти та встановлених параметрів розроблених технологій, що приведе до значної економії енергоресурсів і підвищить екологічну безпеку об'єкта.

4. Вперше одержано аналітичну закономірність процесу одночасного відділення завислих і розчинних шкідливих компонентів стічних вод методом фільтрації через одержані нові ВММ, яка дає змогу зменшити надходження техногенних забруднень у гідросферу.

5. Встановлено функціональну залежність впливу зміни кута нахилу похилих площин у пакеті тонкошарового відстійника на ефективність відділення забруднень, що стало основою для розроблення нових конструктивних елементів відстійника, які прискорюють відокремлення завислих частинок з стічної води та підвищують ступінь її очищення.

6. Набули подальшого розвитку теоретичні аспекти очищення викидних газів від CO та сульфідних сполук з карбоногідрогенних фракцій на залізній поверхні ВММ, які дають змогу зменшити кількість шкідливих компонентів, що надходять в атмосферу з викидними газами нафтохімічних і гірничих об'єктів.

7. Удосконалено методологію та запропоновано математичну залежність розрахунку інтегрального показника екологічної безпеки об'єкта (ІПЕБО), що дає змогу встановлювати зміну рівня екобезпеки об'єкта за рахунок зменшення техногенних забруднень.

Практичне значення одержаних результатів:

– випробувано метод виробництва ВММ (пат. №55581А) у промислових умовах дільниці будівельних матеріалів Бурштинської ТЕС та одержано 50 м³ нових гранульованих ВММ (акт від 04.02.03 р.);

– проведено випробування удосконаленого способу (пат. № 28030) очищення стічних вод ВАТ „Нафтохімік Прикарпаття“ і „Плай“ методом фільтрації через одержані гранульовані ВММ, що підтверджено актами проведених випробувань (акт від 21.08.2006 р. і 14.03.2007 р.);

– випробувано тонкошаровий відстійник з новими конструктивними

елементами (пат. № 5740) шляхом експериментального промислового очищення стічних вод свердловини № 833-Долина Прикарпатського управління бурових робіт (акт від 23.06.2008 р.);

– впроваджено у виробництво фільтр-адсорбер для очищення оборотних вод (пат. № 27668) на ВАТ „Нафтохімік Прикарпаття“ (акт від 29.07.09 р.);

– опробувана удосконалена методика оцінки рівня ПЕБО на ВАТ „Нафтохімік Прикарпаття“, ВАТ „Плай“ і Бурштинської ТЕС та розраховано, що у результаті впровадження нових розроблених методів і устаткування зменшиться забруднення шкідливими компонентами довкілля, що підвищить ПЕБО в середньому на 1,5-2,5 бали, а очікуваний сумарний еколого-економічний ефект у Прикарпатті досягне близько 850000 грн. на рік;

– запропоновано використання одержаних наукових даних в навчальному процесі для підготовки фахівців екологічного спрямування з курсу „Техноекологія“.

Особистий внесок здобувача. Автор є розробником нових методів твердофазного перероблення золошлакошламових відходів у матеріали для очищення від забруднень водногазових середовищ та теплоізоляції у будівельній галузі. Дисертанту належить загальна постановка завдань лабораторних досліджень, розроблення планів експериментів, їх виконання, узагальнення інформації, інтерпретації результатів досліджень і формулювання основних висновків. Пілотні та дослідно-промислові випробування розроблених методів і матеріалів проводили за безпосередньою участю автора.

У спільних наукових публікаціях внесок автора є визначальним, а саме: автору належить ідея роботи, формулювання завдань досліджень методів утилізації відходів і пошук шляхів їх вирішення [4, 7, 11, 13, 15, 20, 22]; ідея, методика проведення досліджень з очищення стічних вод та карбоногідрогенів з використанням ВММ [5, 8, 10, 13, 17]; обґрунтування технології покриття гранул ВММ шламами водоочищення від гальванічних процесів [7, 12]; ідея, здійснення досліджень з очищення викидних газів від СО і карбоногідрогенів та фракцій від сульфурсполук [2, 8]; методика та участь у промислових випробуваннях і розрахунках розсіювання шкідливих компонентів та їх вплив на довкілля [12, 14]; аналіз функціональних залежностей процесу фільтрації та ідея одержання математичних залежностей для визначення основних параметрів фільтрації водоочищення [16, 19, 21, 23], обґрунтування низькотемпературного методу утилізації золи ТЕС та шламів водоочищення [20, 22, 24].

Апробація результатів дисертації. Матеріали, що наведені у дисертації, були представлені на: Міжнародній науковій конференції „Утилізація і використання відходів“ (м. Яремча, 3-5 лютого 1998 р.); науковій конференції „Хімічна технологія в екологічних процесах“ (м. Дніпропетровськ, 2000 р.); Міжнародній науково-практичній конференції „Проблеми і перспективи очищення та повторного використання води“ (м. Харків, ХДАМС, 2000 р.); Міжнародній конференції „АВІА-2001“ (м. Київ, 2001 р.); Международной научно-практической конференции „Современные проблемы химической технологии неорганических веществ“ (м. Одеса, 2001 р.); науково-практичній

конференції „Сучасний стан навколишнього середовища промислових та гірничо-промислових регіонів. Проблеми та шляхи вирішення“ (м. Слав'яногірськ, Донецької обл., 26-30 квітня 2004 р.); 2-й Міжнародній науково-практичній конференції „Екологічний менеджмент. Сертифікація. Аудит“ (м. Одеса, 7-12 червня 2004 р.); 2-ой Международной научно-технической конференции „Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов“ (г. Бердянск, 7-11 июля 2004 г.); 9-ой научно-практической конференции „Переработка энергоресурсных отходов. Обеспечение экологической безопасности“ (с. Поляна, Свалявский р-н, Закарпаття, 25-28 февраля 2006 г.); III международной научно-практической конференции-выставке „Экологические проблемы промышленных мегаполисов“ (м. Донецьк-Авдеевка, 23-27 мая 2006 г.), ДонНТУ, 2006 г.; V Международной конференции „Сотрудничество для решения проблемы отходов“ (г. Харьков, 2-3 апреля 2008 г.); IV Міжнародній науково-практичній конференції „Сучасні проблеми збалансованого природокористування“ (м. Кам'янець-Подільський, Подільський державний аграрно-технічний університет, 26-27 листопада 2009 р.), VII Международной конференции „Сотрудничество для решения проблемы отходов“ (г. Харьков, 7-8 апреля 2010 г.)

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 24 наукові статті у фахових журналах і збірниках в т.ч. 4 одноосібні, 8 статей у інших виданнях, тезах 12 доповідей науково-технічних конференцій та одержано 9 патентів України.

Структура та об'єм роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, семи розділів, висновків, списку використаної літератури (323 найменувань) та додатків. Повний обсяг дисертації становить 338 сторінок друкованого тексту, основного тексту – 270 сторінок. Робота містить 57 рисунків і 90 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність проблеми, сформульовано мету і завдання роботи, висвітлено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведено відомості щодо апробації роботи, її структури та обсягу публікацій.

У першому розділі наведено результати аналізу науково-технічної літератури та інших джерел інформації стосовно наявних відходів на Прикарпатті, зокрема і в Україні загалом, та їх впливу на довкілля, критичний аналіз методів перероблення ТС – відходів енергетичної (золотшлаки ТЕЦ), нафтогазовидобувної, переробної (шлами водоочищення) та машинобудівельних і електронних галузей (шлами гальваніки), методів та устаткування процесів водо-газоочищення.

У цьому напрямку проводять дослідження такі українські вчені: Адаменко О.М., Астрелін І.М., Висоцький С.П., Гончарук В.В., Гомеля М.В., Запольский А.К., Мешкова-Клименко Н.А., Касимов А.М., Качинський А.Б., Крайнов І.П., Мальований М.С., Петрук В.Г., Пляцук Л.Д., Рогов В.М., Рудько

Г.І., Семчук Я.М., Смірнов А.Д., Столяренко Г.С., Шмандій В.М., Шабанова Г.Н., Шендрик Т.Г., Яворський В.Т. та інші, а також зарубіжні – Комаров В.С. (Білорусь), Каталимов А.В., Баранов Д.А. (Росія), Gorg Isber (Сирія), Chaiket T., Singer P., Miles A. (США) та ін.

Огляд публікацій з питання визначення показника екологічної безпеки показує, що єдиного підходу до його визначення в науковому плані не встановлено. Деякі автори рекомендують визначати екологічну безпеку за окремими видами забруднень, ризиків та індексу техногенної небезпеки (Т), а тому існуючу інформацію необхідно узагальнити і розробити методіку для визначення загального показника рівня екологічної безпеки об'єкта.

У результаті виробничої діяльності підприємств (об'єктів) з випуску продукції та життєдіяльності людини утворюється велика кількість відходів (твердих, рідких, газоподібних), які забруднюють довкілля наявними в них сполуками елементів I-IV класу небезпеки та впливають на екологічну безпеку.

В Україні накопичилась значна кількість твердих відходів, яка становить близько 30 млрд. тонн, із них золошлакових – 21-25, а шламів водоочищення стоків гальванічних виробництв і нафтоперероблення відповідно 0,95 і 2,8 . Їх зберігають на великих територіях, що приводить до забруднення ґрунтів, гідросфери під час опадів і атмосфери під дією повітряних потоків у суху погоду. Питома кількість золошлакових відходів у найбільш забруднених областях України на 01.07.2005 р. становила т/км²: Донецькій – 6008,4; Дніпропетровській – 2513,0; Івано-Франківській – 2087,0; Луганській – 1773,8; Львівській – 1241,6. Згідно даних статуправління на 01.01.2006 р., в Івано-Франківській області накопичено 44,84 млн. тонн техногенних відходів, в тому числі: III-го класу небезпеки 842,1 тис. т (шлами водоочищення), IV-го – 43984503,0 т (шлаки ТЕС та ін). Згідно стандартів ЄС, забруднення довкілля оцінюють показником накопичення відходів (ПНВ) на одну людину, який за нашими розрахунками для України становить 101,2 тонн. Вони нагромадженні у сховищах організованого складування і ПНВ для найбільш забруднених областей України становить, зокрема: Дніпропетровська область – 295,6 т, Запорізька область – 280,6 т, Донецька область – 263,8 т, Харківська область – 224,6 т, Івано-Франківська область – 214,6 т. Основними забруднювачами регіону є золошлакові відходи Бурштинської ТЕС, яких накопичилось близько 26,6 млн. т. У 2005 році в Івано-Франківській області утворилось та не використано 853,4 тис. тонн золошлаків, що в порівнянні з 2004 р. є більшим на 44,7 тис. тонн. Шлами гальваніки вміщують сполуки III класу небезпеки і загальна їх кількість на території Івано-Франківської області становить 1568,7 тонн, причому найбільша кількість шламу зберігається на території Коломийського заводу „Сільмаш“ – біля 1000 тонн. Кількість шламових відходів водоочищення стічних вод гальванічних виробництв, гірничоенергетичних, нафтохімічних та комунальних галузей щорічно зростає, що приводить до забруднення атмосфери і гідросфери та зниження рівня екологічної безпеки об'єктів, регіону. Аналогічна ситуація техногенного забруднення довкілля золошлаками ТЕС і шламами водоочищення стоків існує у всіх регіонах України й близького зарубіжжя та є **першим**

істотним чинником екологічної небезпеки, що зумовлює необхідність розроблення нових методів їх утилізації та перероблення.

Кількість «недостатньо очищених» забруднених стічних вод, які через відсутність очисних споруд на деяких промислових об'єктах або неефективну їх роботу, скидають у річки та інші водойми, забруднюючи їх. Загалом за 1997–2005 рр. в Україні скинуто у водні ресурси приблизно 3,5 млрд. м³ стічних вод, у т.ч. Івано-Франківській області близько 500 млн. м³ за цей же період. У результаті водоочищення таких стічних вод утворилося додатково ще близько 50 млн. м³ шламів в Івано-Франківській області, які також забруднюють територію, гідросферу і, відповідно, довкілля, а разом із забрудненими стічними водами зумовлюють **другий важливий чинник екологічної небезпеки** довкілля.

На підприємствах у процесі промислового виробництва утворюються викидні гази, що вміщують шкідливі для довкілля компоненти (CO, NO_x, SO₂, H₂S), які через недостатнє очищення забруднюють атмосферу. Істотним джерелом забруднення атмосфери є викидні гази транспортних засобів, оскільки у процесі згоряння палива утворюється понад 20 видів токсичних речовин. Основними забруднювачами при цьому є оксиди Сульфуру та Нітрогену і меншою мірою в менших кількостях карбону (II) оксид, загальна частка якого в середньому становить 3 мас.%. Протягом 2000–2005 рр. газові викиди автомобільного транспорту в Україні склали майже 4,0 млн. тонн на рік, що становить близько 39 % всіх викидів шкідливих речовин в атмосферу, а в Івано-Франківській області за 2005 рік – 17,1 тис. тонн і це **третій значний чинник екологічної небезпеки** довкілля. Інші чинники впливають не так вагомо.

Методи перероблення і використання золошлаку ТЕС, шламів водоочищення, що описані, спрямовані здебільшого на виробництво пористих заповнювачів, будівельних матеріалів, пігментів, виділення металів електролізом тощо. Декілька технологій одержали практичне втілення в будівельній та дорожній галузях, але продуктивність установок перероблення за такими технологіями невелика, до того ж вони є енергоємними, оскільки їх здійснюють за високих температур (близько 1150°C). Це спричиняє збільшення золошлакових відходів в Україні близько 800 тис. тонн у рік, в тому числі на Прикарпатті – 45. Згідно з статистичними даними кількість ТС на території України продовжує зростати на 1–2 % у рік, що характерно також для близького зарубіжжя, і пов'язано з недостатньо ефективними технологіями їх перероблення, а це негативно впливає на довкілля і рівень екологічної безпеки об'єктів, регіону.

Отже, розроблення нових технологій перероблення золошлакошламів, вдосконалення методів й устаткування для очищення стоків і викидних газів, а також уточнення методики розрахунку показника рівня екологічної безпеки є актуальними завданнями у вирішенні проблеми підвищення екологічної безпеки об'єктів, регіону.

У другому розділі наведено схеми утворення техногенних забруднень, що впливають на екологічну безпеку, описано методологію розрахунку інтегрального показника екологічної безпеки об'єкту (ШЕБО) та методики проведення досліджень з утилізації золошлаків ТЕС, шламів водоочищення і

удосконалення технологій з очищення стічних вод, карбоногідрогенних фракцій, викидних і промислових газів.

Методика визначення ІПЕБО включає розрахунки коефіцієнтів забруднення (K_i) від різних чинників (за даними статистичної звітності підприємств): звіт 2ТП повітря; звіт 2ТП водгосп; форма №1 – екологічні витрати; ліміти на скиди стічних вод (ГДС), газових викидів в атмосферу, утворення відходів (шлами, шлаки, сміття); кількість виробленої промислової продукції (послуг) у грошовому вимірі; площа території; витрати на природоохоронні заходи для покращення стану довкілля і підвищення екологічної безпеки підприємства. Величину K_i розраховують через відношення тотожних показників (кількості утворених, скинутих забруднень до їх лімітів) $K_i = M_i/L_i$, де M_i – кількість забруднюючих речовин, т/рік; L_i – ліміт забруднюючих речовин, т/рік. На підставі отриманих величин K_i та інших, що стосуються окремо взятих об'єктів, визначаємо величину ІПЕБО у балах

$$ІПЕБО = \left[\frac{K_a + K_g + K_u + K_p}{K_n} - \frac{K_z}{K_n} \right] \times 100, \quad (1)$$

де K_a, K_g, K_u, K_p – коефіцієнти забруднення атмосфери, гідросфери, ґрунтів та впливу ризиків відповідно; $K_z = E_z / ТП$ коефіцієнт екологічних затрат, де $ТП$ – вартість товарної продукції (послуг) тис. грн./рік, E_z – загальні затрати на природоохоронні заходи, тис. грн/рік; K_n – коефіцієнт забруднення загальної площі, який дорівнює $K_n = P_0/P_c$, де P_0 – площа об'єкта, P_c – загальна площа об'єкта з санітарно-захисною зоною (га).

Запропонована методика проведення розрахунку ІПЕБО до і після впровадження природоохоронних заходів (нових технологій перероблення ТС, водо-газоочищення, удосконалених засобів) дає змогу оцінити наскільки підвищиться рівень екологічної безпеки об'єкта в балах за рахунок зменшення ТС утилізацією, переробленням та вдосконаленням методів водо-газоочищення і устаткування. Крім цього, розрахунок ІПЕБО різних за профілем діяльності об'єктів, галузей дає можливість порівняння їх за рівнем екологічної безпеки, врахувавши кількість скинутих в довкілля шкідливих компонентів об'єктом (підприємством) і його площі, санітарно-захисної зони, екологічних витрат та промислової потужності.

Для підвищення рівня екологічної безпеки об'єктів Прикарпаття, на яких утворюються, зберігають значні техногенні відходи та скидають у довкілля забруднені стічні води, викидні гази, запропоновано нові науково обґрунтовані напрямки перероблення золошлаків ТЕС, шламів водоочищення стоків гальванічних виробництв, нафтошламів та інших шламів. Вони передбачають комплексні, ресурсоощадні методи перероблення вищезазваної ТС у нові матеріали, що зменшить кількість забруднень у довкілля, а відтак підвищить рівень екологічної безпеки довкілля. Оскільки вміст шкідливих компонентів і вологі в досліджуваному золошлаку та шламах водоочищення істотно відрізняється, визначили два основні напрямки проведення досліджень з розроблення таких технологій їх перероблення:

1. Високотемпературні – перероблення шлакошламів, в яких токсичні компоненти, що містяться в них, за високих температур (600-850 °С) перетворюються у нові ВММ, які не шкідливі для довкілля, а можуть бути використані у процесах водогазоочищення.

2. Низькотемпературні (20-200 °С), в яких переробляють золошлакостлами, що містять токсичні компоненти в незначних кількостях і у межах допустимих санітарних нормах, а тому такі технології є менш енергозатратними.

Методика проведення досліджень з високотемпературних методів утилізації ТС включала такі стадії: встановлення оптимального складу шихти на основі фізико-хімічного складу ТС; її диспергування; підготовку відповідного компонентного складу шихти та її змішування; грануляцію і термооброблення, яке здійснювали за температури 400, 500, 600, 800 і 1000 С протягом різного часу в муфельній печі. За допомогою приладу „Q-1000“ фірми „МОМ“ досліджували термодинаміку утворення ВММ, а їх фазовий склад визначали за допомогою рентгенівської дифрактометрії на приладі ДРОН-2.0. Питому поверхню отриманих ВММ визначали за допомогою хроматографа-аналізатора “Gemini”, а пористість та міцність визначали фізико-механічними випробуваннями, згідно ДСТУ Б В.2.7-114-2002 (ГОСТ 101-80).

Низькотемпературну утилізацію золошлаку і шламів водоочищення проводили за технологією одержання будівельних матеріалів методом тепловологого оброблення зформованих виробів, згідно встановлених співвідношень компонентів та з врахуванням вмісту шкідливих інгредієнтів. Міцність і пористість будівельних теплоізоляційних матеріалів (БТМ) визначали аналогічно ВММ, а теплопровідність - за ДСТУ Б В.2.7-105-2000 (ГОСТ 7076-99).

Дослідження з очищення стічних вод проводили з використанням модельних та промислових проб стічних вод різних підприємств методом відстоювання (відділення завислих часток у відстійнику) без або з додаванням коагулянтів і фільтрації на лабораторній установці, яка включала тонкошаровий відстійник і фільтрувальні колонки, що були завантажені гранулами ВММ. Очищення вод методом фільтрації здійснювали на двох фракціях ВММ: I – колонка, завантажена фракцією з розміром гранул 2-5 мм, а II – 5-7 мм., які одержані нами з шлакошламів. Фільтрування проводили за різних напрямків руху потоку стічної води. Ступінь очищення α (у відсотках) визначали за загальноприйнятими методиками.

Очищення викидних газів, карбоногідрогенних фракцій та промислових газів проводили за відомими методами, які включали процеси сорбційного вилучення та каталітичного перетворення шкідливих компонентів з рідинних і газових середовищ на поверхні одержаних нами ВММ. Вміст забруднюючих інгредієнтів визначали фізико-хімічними методами, згідно відомих методик їх визначення.

У третьому розділі наведено результати досліджень високотемпературних і низькотемпературних методів перероблення золошлаку ТЕС і шламів від очищення стічних вод підприємств різних галузей народного господарства, до складу яких входять неорганічні і органічні шкідливі забруднення.

Золошлаки ТЕС вміщують в основному SiO_2 , Al_2O_3 і Fe_2O_3 , а шлами водоочищення – механічні домішки; органічні речовини (нафтопродукти, флокулянти); гідроксиди Алюмінію, Феруму, які утворюються з коагулянтів, та гідроксиди інших металів, утворених у процесі очищення стоків. Особливо шкідливими для довкілля є шлами машинобудівної і електронної галузей, які вміщують у небезпечних концентраціях токсичні метали – хром, цинк, мідь, нікель, кадмій та інші. Зазначений склад шлаку ТЕС та шламів водоочищення вказує на можливість їх перероблення у керамічний матеріал, який у залежності від співвідношень компонентів шихти та параметрів технології буде мати певні показники. Основними показниками матеріалів, які використовують у процесах водогазоочищення, є: міцність, пористість і питома поверхня. Теоретичні і експериментальні дослідження одержання керамічних пористих матеріалів вказують на те, що на їх міцність і пористість має вплив склад компонентів шихти, а, особливо, співвідношення оксиду Силіцію, Алюмінію і сполук Феруму.

Для одержання ВММ з необхідними показниками проведено багатопланові комплексні дослідження. Використали такі компоненти: шлак Бурштинської ТЕС (ШК), гальванічний шлам Коломийського заводу сільськогосподарських машин (ШМ), шлами водоочищення різних підприємств (об'єктів) з органічною складовою (ОС), а також відходи кар'єру Роздільської сірчаної руди, які є глинистою складовою шихти.

Згідно з запропонованою високотемпературною технологією перероблення відходів, методика проведення досліджень була такою: шлак ТЕС, шлам водоочищення стічних вод та інші компоненти диспергували, змішували у певних співвідношеннях, гранулювали та проводили термооброблення за різних температур. У процесі термооброблення відбуваються фізичні (зміна в'язкості, пластичності) та хімічні (окиснення, взаємодія) перетворення компонентів сировинної суміші (шихти) у нетоксичні ферити Нікелю, Купруму, Хрому. Очевидно, що окиснення органічних речовин в замкненому об'ємі шихти з недостатньою кількістю кисню призведе до утворення Карбону в керамічному матеріалі, що утворився. Отже, у результаті фізико-хімічних перетворень компонентів шихти утворюються нові вуглецево-мінеральні матеріали (ВММ).

Методом експериментально-статистичного моделювання (МЕСМ) визначена оптимальна кількість шлаку ТЕС і шламу гальваніки з метою оптимізації показників міцності, пористості та питомої поверхні ВММ. Для встановлення залежності заданих показників від вмісту компонентів як змінні фактори вибрано значення вмісту шлаку ТЕС (X_1 – 45–56 мас. %) та шламу гальваніки (X_2 – 12–31 мас. %). Функціями відгуку (Y_1, Y_2, Y_3) прийняті міцність, пористість та питома поверхня ВММ.

Лабораторні дослідження проводили так. Вказані компоненти шихти диспергували у кульовому млині, змішували у різних співвідношеннях для основної і поверхневої шихти. У подальшому основну сировинну шихту гранулювали та проводили обкатку гранул поверхневою шихтою, а потім здійснювали термооброблення їх у муфельній печі за різних температур та часу. Після охолодження гранул проводили визначення їх показників-міцності,

пористості та питомої поверхні. Фізико-хімічні показники одержаних гранул ВММ залежно від співвідношення ШК: ШМ зведені у табл. 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники утворених гранульованих ВММ

№ проби	Співвідношення ШК: ШМ	Сорбційність, %	Відкрита пористість, %	Середня густина, г/см ³	Питома поверхня, м ² /г
1	4:1	20,0	34,4	1,72	18,2
2	2,8:1	16,6	32,1	1,93	20,6
3	4,5:1	21,4	38,1	1,78	16,3
4	2,6:1	13,6	25,7	1,89	14,0
5	1,5:1	13,5	24,7	1,83	12,8

У процесі математичного оброблення результатів експериментальних даних проведено розрахунок коефіцієнтів регресії за спеціально складеною програмою, в якій використаний матричний підхід до регресійного аналізу і знаходження коефіцієнтів рівнянь регресії. Перевірку коефіцієнтів регресії на значимість та адекватність рівнянь регресії виконували з допомогою критеріїв Стьюдента і Фішера (комп'ютерна версія розрахунку).

Отримані величини коефіцієнтів рівнянь регресії для границі міцності на стиск, пористості та питомої поверхні дали змогу одержати рівняння регресії:

$$Y_1 = 69,748 - 3,433x_1 + 2,500x_2 + 0,725x_1x_2 - 12,989x_1^2 + 5,011x_2^2, \quad (2)$$

$$Y_2 = 31,656 + 31,656x_1 + 1,383x_2 - 1,300x_1x_2 - 0,033x_1^2 - 4,783x_2^2, \quad (3)$$

$$Y_3 = 16,367 + 0,617x_1 + 0,317x_2 - 1,725x_1x_2 + 3,150x_1^2 - 2,650x_2^2. \quad (4)$$

Додатні значення коефіцієнтів B_0 і B_2 (69,748 і 2,5) вказують позитивний вплив шлаку на міцність ВММ, а від'ємні значення коефіцієнтів B_{11} і B_{22} (-0,033 і -4,783) свідчать про негативний вплив максимальної кількості шлаку та шламу гідроксидів на пористість ВММ. Отже, варто відзначити позитивний сумісний вплив компонентів на міцність ВММ, а шламу гідроксидів на пористість та питому поверхню ВММ.

На основі узагальнення одержаних результатів теоретичних та експериментальних досліджень з перероблення шлаку ТЕС і інших техногенних відходів розроблена технологія, в якій сировинна шихта складається з таких компонентів, мас. % : шлак – 45–48,2; глинистий компонент – 12,6–19,0; органічний матеріал – 5,1–9,8; гідроксиди металів – 27,0–31,0. Наприкінці процесу формування основи, необхідно подавати шлам водоочищення стоків гальваніки (суміш гідроксидів металів) в кількості 1–5 % від сформованої маси гранул. Термооброблення проводили в інтервалі температур – 800–850°C. Цей новий метод перероблення шлаків ТЕС і шлаків водоочищення стоків гальванічних виробництв оформлено патентом „Спосіб одержання вуглецево-мінерального матеріалу для газОВОДОочищення“.

Отримані результати використані для побудови ізоліній міцності (Y_1), пористості (Y_2), а питомої поверхні (Y_3) ВММ показано на рис. 1.

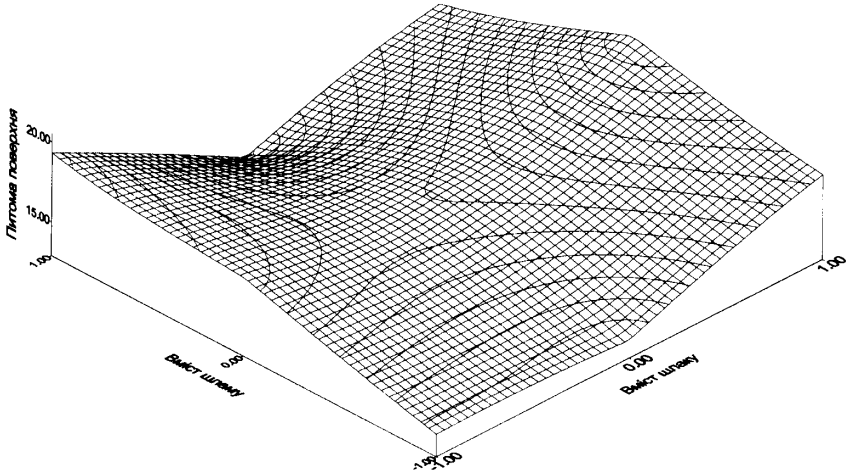


Рис. 1. Поверхня відгуку та ізолінії питомої поверхні ВММ залежно від співвідношення шлаку ТЕС і шламу гальваніки

Для зменшення енергозатрат у високотемпературній технології ВММ проведено дослідження з перероблення золошлаку та шламів водоочищення таких галузей промисловості: нафтопереробної, деревообробної і комунальних очисних споруд, які мають більший вміст органічного компонента. Такі шлами (нафтошлам, скоп, активний мул) дають змогу одержувати ВММ за значно нижчої температури термооброблення. У результаті проведених досліджень встановлено, що органічні компоненти впливають позитивно на пористість, але негативно на міцність ВММ.

Дослідження з перероблення золошлаку та відходів з вмістом органічних компонентів (нафтошлам, скоп) дають змогу одержувати ВММ за значно нижчої температури термооброблення (до 680°C) порівняно з існуючими (1100°C) під час виробництва керамічних матеріалів, що свідчить про енергоощадність запропонованих технологій.

У патенті № 16950 „Спосіб переробки техногенних матеріалів“ запропоновано оптимальні величини співвідношень компонентів шихти. Під час її грануляції вводити пульпу – шлам (скоп) водоочищення целюлозно-паперового виробництва (ЦПВ) в кількості 8–10 % від маси шихти, що поступає на грануляцію, а термооброблення проводити в інтервалі температур – 600–680°C.

На основі результатів досліджень запропоновано нову технологію перероблення таких техногенних відходів, яка описана у патенті № 5247 „Спосіб одержання сорбційного матеріалу для очищення газів і рідин“. Склад шихти та показники ВММ наведено у табл. 2.

Співвідношення компонентів та показники ВММ

№ суміші-шихти	Склад, мас. %				Показники		
	шлак	Глини стий компонент	Органіка	Шлам гідроксидів	Границя міцності за тиску, МПа	Пористість, %	Питома поверхня, м ² · г ⁻¹
1	50	10	28	12	5,62	34,4	18,2
2	40	20	28	12	8,11	25,7	14,0
3	30	22	36	12	6,35	20,3	14,3
4	50	15	24	21	4,95	32,1	20,6
5	40	15	14	21	7,57	28,6	17,1
6	30	24	25	21	5,84	30,5	17,8
7	50	10	10	30	7,43	38,1	16,3
8	40	15	15	30	7,28	27,4	12,8
9	30	15	25	30	6,87	26,2	19,3

У патенті № 16950 „Спосіб переробки техногенних матеріалів“ запропоновано оптимальні величини співвідношень компонентів шихти. Під час її грануляції вводити пульпу – шлак (скоп) водоочищення целюлозно-паперового виробництва (ЦПВ) в кількості 8–10 % від маси шихти, що поступає на грануляцію, а термооброблення проводити в інтервалі температур – 600–680°C.

Важливим фактором впливу на збільшення пористості і питомої поверхні пористих матеріалів є параметри процесу. На основі статистичного оброблення даних, що одержані нами у результаті проведених експериментальних досліджень, одержали аналітичну залежність у вигляді рівняння регресії такого виду:

$$Y = 0,5 + 0,1\tau + 0,2T + 0,15C_A + 0,03C_B + 0,05C_V, \quad (5)$$

де Y – питома поверхня гранул, м²/г; τ – час, годин і T – температура, °C термооброблення; C_A – вміст, мас. %; у шихті Al₂O₃, C_B – SiO₂, C_V – Fe₂O₃.

Одержане рівняння дає змогу за допомогою ПЕОМ визначати оптимальні параметри проведення процесу утворення ВММ з необхідною питомою поверхнею залежно від складу компонентів сировинної шихти та встановити їх оптимальне співвідношення у процесі перероблення техногенних відходів.

Нові методи перероблення золошлакошламів, оформлені патентом № 5247 „Спосіб одержання сорбційного матеріалу для очищення газів і рідин“.

Для встановлення фізико-хімічних показників одержаних ВММ провели відповідні дослідження. Наприклад, термічний аналіз процесу утворення ВММ

вказує, що перехід гідроксидів шламу в алюмосилікатну кераміку є ендотермічним процесом, а структура характеризується наявністю з'єднаних пор неправильної форми, причому кількість ізольованих пор дуже мала. Рентгенофазовий аналіз одержаних зразків ВММ показав наявність феритних шпінелей Ni, Cr, Cu (рис. 2).

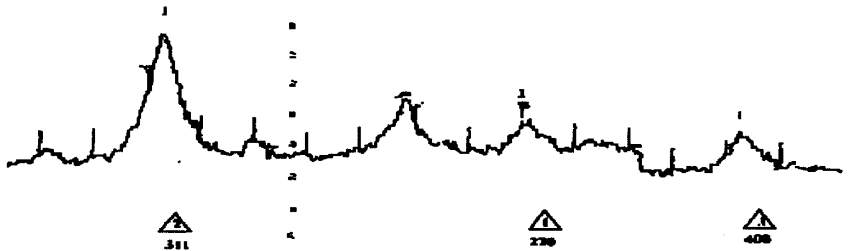


Рис. 2. Рентгенограма зразка №1 (Δ - піки NiFe_2O_4)

Результати електронікроскопічного аналізу та ІЧ спектроскопії ВММ показують, що їх основу становить аморфна склоподібна фаза. Внутрішня структура ВММ, яка утворилася під час термооброблення ($t = 800^\circ\text{C}$), наведена на рис. 3.

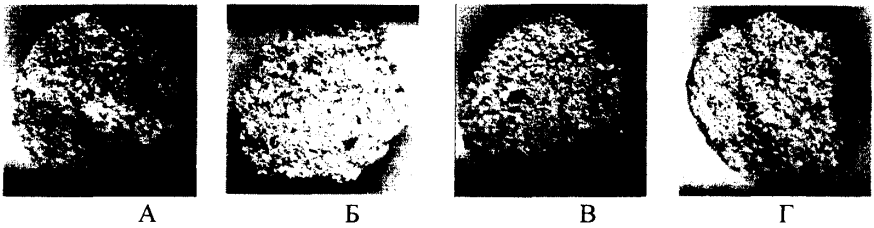


Рис. 3. Мікроструктура гранул зразків ВММ (М 6 : 1):

а) №7, б) №5, в) № 3, г) № 1

Дослідження з розчинності гранул ВММ свідчать, що на їх поверхні містяться ферити, які проявляють незначну розчинність ($1,5 \text{ мг Fe/дм}^3$) у нейтральному водному середовищі. У кислому середовищі розчинність зростає до 10 мг/л в 1M HCl . У лужних середовищах вони нерозчинні. Отже, ВММ, одержані з шлаків ТЕС і шламу гальваніки, є перспективними для очищення стічних вод з рН не менше 4.

На основі проведених нами багатопланових досліджень з утилізації шлакошламових відходів запропоновано принципові схеми перетворення шлаку ТЕС і шлаків водочищення (рис. 4).

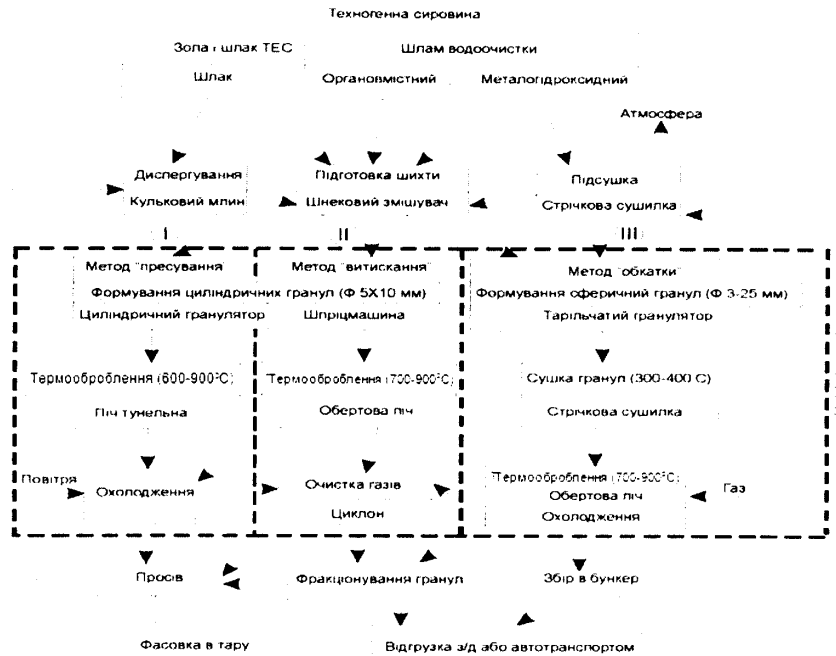


Рис. 4. Принципові схеми технологій перероблення шлакошламових відходів: I – „пресування“, II – „витискання“, III – „обкатки“.

Впровадження однієї з запропонованих технологій перероблення шлаку ТЕС і шламів гірничих та нафтохімічних об'єктів (виробництв) дає змогу зменшити кількість техногенної сировини і шкідливих компонентів на 50-60 тис. тонн на рік, що підвищить рівень екологічної безпеки гірничоенергетичних об'єктів на 1,5-2,3 бали за один рік.

Дослідження з перероблення золи ТЕС та шламу водоочищення ЦБК (скоп) проводили за низько температурною технологією, яка передбачає консервацію скопу негашеним вапном, наступне змішування з портландцементом та золою, формування цієї шихти у будівельні теплоізоляційні матеріали (БТМ) та витримувannya протягом 28 діб у повітряно-вологих умовах. Сировинна суміш складається з таких компонентів у мас. %: зола – 20-60, вапно негашене – 5-15, цемент – 10-15, скоп – решта. БТМ характеризуються такими показниками: міцність – 2,5-6,6 МПа, пористість – 19-49%, коефіцієнт теплопровідності – 0,11-0,20 Вт/мК. Така технологія оформлена у патент № 47233 «Спосіб утилізації золошламових відходів»

Оптимальний склад суміші визначали з використанням методу статистичного математично-ортогонального центральнокомпозиційного

планування (ОЦКП). При цьому в якості факторів вибрано кількість негашеного вапна ($X_1 = 5; 10; 15$ мас. %), вміст цементу ($X_2 = 10; 20; 30$ мас. %). На основі експериментальних даних у заданому інтервалі зміни кількісного співвідношення негашеного вапна та портландцементу одержано регресійні рівняння теплопровідності і графічні інтерпретації, які дають змогу визначити оптимальні склади сировинної суміші будівельних теплоізоляційних матеріалів.

На основі золошлаків ТЕС, скопу та шламів водоочищення комунальних стоків розроблено новий метод одержання БТМ (патент № 13742), який включає використання компонентів сировинної шихти у такому співвідношенні, мас. %:шлак+глина–35-52; кальцієві солі – 12-20; шлам водоочищення – 14-28; цемент – решта. Одержану шихту формували в БТМ, тепловолого обробляли їх за температури 20-95°C протягом 12-14 годин. Випробування БТМ на міцність показали їх відповідність нормативному показнику (не менше 1,0 МПа), що наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Співвідношення компонентів техногенної сировини, параметри і міцність БТМ

№ Проби Показники		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Компоне нти, мас. %	шихта-шлак	51,6	51,6	52,0	52,0	55,5	55,5	60,0	60,0	50,0	51,3
	кальцію карбонат	16,1	16,1	13,9	13,9	8,9	8,9	12,0	14,0	15,8	14,6
	шлам (скоп)	17,3	17,3	19,4	19,4	24,5	24,5	25,0	22,0	20,2	19,1
	цемент	15,0	15,0	14,7	14,7	11,1	11,1	3,0	4,0	14,0	15,0
Температура, °С		95,0	23,0	95,0	23,0	95,0	23,0	90,0	90,0	98,0	98,0
Вологість, %		83,0	65,0	83,0	65,0	83,0	65,0	95,0	95,0	88,0	88,0
Границя міцності на стискання, МПа		1,67	1,38	2,22	2,76	2,38	2,22	1,39	1,11	2,89	2,22

Аналіз одержаних результатів свідчить, що будівельні вироби, які містять 20–60 мас. % скопу, характеризуються міцністю 2,6–5,4 МПа, пористістю 31–48 % та коефіцієнтом теплопровідності – 0,11–0,13 Вт/м·К. Збільшення вмісту скопу забезпечує зростання пористості до 20–28 % і коефіцієнта теплопровідності до 0,15–0,20 Вт/м·К, що дає змогу віднести їх до конструкційно-теплоізоляційних матеріалів.

Нові методи є мало ресурсо- і енергозатратними завдяки використанню відходів виробництва і проведення процесу за низьких температур, що забезпечує одержання різних теплоізоляційних будівельних заповнювачів для виробів – блоків, плит та інших будівельних матеріалів.

Запропоновані нами низькотемпературні методи утилізації золошлаку ТЕС і шламів водоочищення стоків гірничих, комунальних та целюлозно-паперових виробництв уможливають перероблення цих відходів у теплоізоляційні

матеріали, що сприяє економії енергоресурсів і дає змогу підвищити ІПЕБО на 1,6-2,3 бали за рахунок зменшення об'ємів потрапляння у довкілля шкідливих компонентів.

У четвертому розділі наведено результати досліджень очищення стічних вод підприємств, які найбільше забруднюють водні ресурси Прикарпаття: ВАТ „Нафтохімік Прикарпаття“, ВАТ „Плай“, ВАТ «Прикарпатське управління бурових робіт», ВАТ «Жидачівський ЦПК».

Основним методом очищення стічних та пластових вод у нафтовидобувній та інших галузях є процес відстоювання, який вимагає відведення під відстійники великих територій і супроводжується виділенням забруднюючих компонентів в атмосферу. Цей метод характеризується низькою ефективністю (ступінь очищення від завислих часток, нафтопродуктів (н/п) 35-50 % та довготривалістю. Для підвищення ефективності очищення стічних вод НПЗ та ВАТ «Прикарпатського УБР» від н/п проведено дослідження на лабораторній установці з використанням реальних і модельних вод типу 1-8 (табл. 4).

Таблиця 4

Результати очищення стічних вод у тонкошаровому відстійнику

Показники		Вміст забруднень у воді до очищення, мг/дм ³		Кут нахилу площин α , град	Вміст забруднень у воді після очищення, мг/дм ³		Ступінь очищення, %	
проба	стічної води							
1	НПЗ	7,61	10,52	0	2,81	4,62	43,0	45,6
2	НПЗ	7,61	10,52	30	1,51	2,19	84,1	76,1
3	НПЗ	10,3	6,35	45	1,85	1,05	82,7	83,5
4	НПЗ	8,78	7,41	60	1,63	2,16	81,5	89,1
5	НГДУ	22,3	1,23	0	12,64	0,56	50,2	54,5
6	НГДУ	21,4	0,95	50	2,15	0,32	89,9	70,4
7	НГДУ	22,3	1,23	60	2,33	0,72	89,5	73,9
8	НГДУ	18,7	1,12	70	2,21	0,28	88,2	75,0

Середній хімічний склад пластових стічних вод, що характерний для Прикарпатського нафтодобувного регіону, такий (мг/л): SO_4^{2-} – 80,40–120,24; Cl^- – 81320,4; HCO_3^- – 128,9; Ca^{2+} – 112548; Mg^{2+} – 4245,6; K^+ + Na^+ – 38560,2; н/п – 25,4–40,3; механічні домішки – 30,5–60,1; і рН – 6–7.

Аналіз результатів проведених досліджень свідчить, що найефективніше пластові води можна очищати, використовуючи відстійники з похилими площинами, що дає змогу зменшувати площі під попереднє очищення, оскільки відділення механічних домішок (завислих) і нафтопродуктів незначне на цій стадії очищення – в середньому 25,1–37,2 % нафтопродуктів (без додавання коагулянту), а у випадку використання алюмінію сульфату збільшується до 50,4–54,8 %. Встановлено, що для ефективного очищення від механічних домішок і

нафтопродуктів використання доочищення пластових вод на ВММ фракцією 2–7 мм з напрямом фільтрування знизу-вгору, дає змогу підвищити ступінь очищення від механічних домішок з 66,1 до 82,3 %. Дослідження залежності ступеня очищення пластових вод від часу відстоювання показали, що на початковій стадії (до 0,5 годин) ступінь очищення поступово збільшується, а потім протягом 1,5 годин вода очищається від механічних домішок до ступеня очищення 58,1–65,3 %. Доочищення стічних вод методом фільтрування через ВММ зі спрямуванням потоку води знизу угору підвищує ступінь очищення від нафтопродуктів до 86,3–92,1%.

Отже, очищення пластових вод з метою повторного закачування їх в пласт для підтримки пластового тиску без кольматації прифільтрової зони в свердловині та захисту її від корозії під дією сірководню найдоцільніше проводити за технологією, яка включає ефективне відокремлення механічних домішок у тонкошаровому відстійнику та наступною фільтрацією пластових вод через ВММ.

Значний вплив на довкілля мають стічні води ВАТ „Нафтохімік Прикарпаття“, які забруднені нафтопродуктами та сульфідами. Це пояснюється тим, що на існуючих очисних спорудах цього об'єкту здійснюють біохімічне очищення (БХО) стічних вод, яке ефективне за відсутності чи присутності в мінімальних кількостях деяких шкідливих компонентів ($\text{Fe}_{\text{заг}} - 0,3 \text{ мг/л}$, $\text{Cr}^{3+} - 0,05 \text{ мг/л}$, н/п – 0,5 мг/л). Для зменшення вмісту цих інгредієнтів та завислих часток провели дослідження з процесу очищення стічних вод методом фільтрації через гранули ВММ (табл. 5).

Таблиця 5

Результати очищення стічних вод НПЗ фільтрацією через ВММ

Тривалість дослід, год	Показники				Ступінь очищення α , %	
	Хімічне споживання кисню (ХСК), мг/дм ³	Завислі частки, мг/дм ³	н/п, мг/дм ³	H ₂ S, мг/дм ³	H ₂ S	н/п
0	421,6	97,0	43,7	20,0	-	-
2	381,6	57,0	23,7	10,0	50,1	55,3
3	350,1	56,0	20,3	9,3	53,4	53,5
7	352,9	58,0	16,2	8,2	59,0	62,7
10	355,3	54,2	17,3	8,0	60,2	60,4
16	343,1	52,1	18,4	8,4	58,3	57,8
22	360,8	53,4	18,9	8,5	56,7	56,7
28	402,2	55,1	19,3	9,1	54,5	55,8

Моніторинг скиду стічних вод міста Івано-Франківська (ВАТ „Водотехпром“), які поступають у р. Бистрицю під час злив, показав, що вони є недостатньо очищеними (1,2-1,5 ГДК за ХПК). Це пояснюється недостатньо

ефективною роботою очисних споруд БХО (внаслідок великих об'ємів стічних вод у періоди повеней, які часто виникають на Прикарпатті), та перевищення вмісту для цього методу вказаних вище шкідливих компонентів.

Проведені нами дослідження з попереднього очищення стічних вод міста методом фільтрації через різні ВММ проводили до моменту проскакування завислих часток у фільтрат (очищену воду). Результати досліджень наведено на рис. 5.

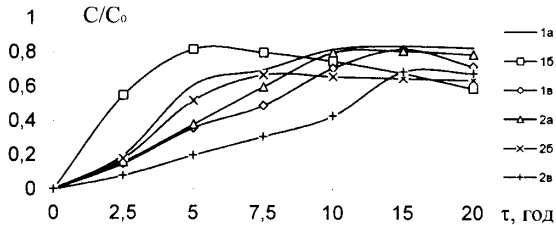


Рис. 5. Залежність ступеня очищення стічних вод від завислих часток (C/C_0) під час фільтрації через гранули ВММ розміром: 3-5мм (1а, 1б, 1в), 6-8мм (2а, 2б, 2в); подавання води – знизу угору (а), згори вниз (б), зліва направо (в).

Згідно результатів цих досліджень, фільтроцикл очищення залежить від напрямку руху води і розміру гранул завантаження у фільтрувальних колонках. Напрямок руху потоку стічної води у цьому процесі впливає на зміну напору на вході в фільтр по-різному, а саме: значно зростає, якщо потік спрямований згори вниз, а найменше - за горизонтальної фільтрації.

Аналіз одержаних результатів очищення стічних вод міста на пілотній установці методом попередньої фільтрації через ВММ свідчить про часткове зменшення показників ХСК, завислих частинок та Хрому(VI), СПАР. За результатами досліджень встановлено, що процес фільтрації стічної води через ВММ призводить до зменшення завислих часток у очищеній воді на 80-85 %, ХСК - 50-60 %, що понижує навантаження на наступні стадії очищення (фізико-хімічну, біологічну), а також знижує вміст деяких металів (Zn, Cr, Fe), які є екологічно небезпечними для відкритих водойм. Зменшення вмісту металів є важливим, оскільки воду з річок часто використовують для питного водопостачання населених пунктів.

Для підвищення рівня екологічної безпеки на об'єкті ВАТ „ЖЦПК“ провели експериментальні дослідження з очищення стічних вод фізико-хімічним методом з використанням різних коагулянтів та наступною фільтрацією через ВММ, які показали, що у разі використання розчину коагулянту, який містить солі Алюмінію і Феруму(III) та є відходом процесу травлення, досягається ефективне відокремлення коагульованих частинок методом відстоювання та фільтрації.

Ступінь очищення води за показником ХПК становить 92-96 %.

Аналіз стану водних ресурсів Прикарпаття і, зокрема, басейну річки Бистриця Солотвинська, показав, що в окремі дні у воді зафіксовано підвищений вміст сполук Хрому (1,2-1,5 ГДК), які є надзвичайно токсичними. На основі цих даних проведено дослідження очищення стічних вод одного з шкірообробних об'єктів Прикарпаття, які містять Хром-іон (VI), шляхом фільтрування через ВММ та використання коагулянта – розчину солей травлення електронних плат. Результати досліджень показали, що цим методом можна досягти очищення на 80-92% від сполук Хрому.

Отже, встановлено, що ВММ з шлаку ТЕС та шлаків водоочищення є ефективними фільтруючими і сорбційними матеріалами для очищення стічних вод НГДУ, НПЗ, ЦПК і комунальних підприємств, що зменшує кількість забруднень, які надходять у водні ресурси, а їх використання підвищить екологічну безпеку об'єкта на 1,5-2,1 бала, і, відповідно, регіону.

У п'ятому розділі наведені результати теоретичних і експериментальних досліджень, спрямованих на підвищення ефективності відділення забруднень у вдосконалених тонкошаровому відстійнику і фільтрі з завантаженням ВММ.

Аналіз одержаних результатів лабораторних досліджень з очищення стічних вод та теоретично-прикладні дослідження показали, що зміна величини кута нахилу блоку похилих площин у тонкошаровому відстійнику з 30 до 45 градусів, підвищує ефективність відділення завислих частинок на 51,5-75,8 %. На основі проведених досліджень розроблено нову конструкцію тонкошарового відстійника (рис. 6), яка має порівняно з існуючими декілька додаткових нових конструктивних елементів (патент № 5740). Додатково встановлено механічний пристрій 4, який дає змогу змінювати кут нахилу блоку похилих пластин, а відтак гідродинаміку руху потоку, призводить до підвищення ефективності відокремлення завислих часток з стічних вод. У кінцевій частині відстійник вміщає перегородку 6, на якій розміщене фільтрувальне завантаження з гранул ВММ. Верхня кришка відстійника 5 обмежить виділення летких фракцій нафтопродуктів чи інших шкідливих компонентів в атмосферу, що зменшить поступлення забруднень у довкілля.

Для покращення екологічної безпеки на територіях, де проводяться бурові роботи з розвідки та розробки нафтогазових родовищ, провели дослідження з удосконалення очищення бурових стічних вод та перероблення шлаків водоочищення. На основі одержаних результатів запропонована технологія очищення стоків бурової в універсальній установці (Пат. № 48053), у якій одночасно проводиться очищення стоків та перероблення шламу водоочищення з додавкою сухих компонентів. Зазначене дає змогу зменшити об'єм техногенних відходів, наблизитись до замкненого водопостачання процесу бурових робіт і досягти підвищення екологічної безпеки території об'єкта на 1-1,5 бала.

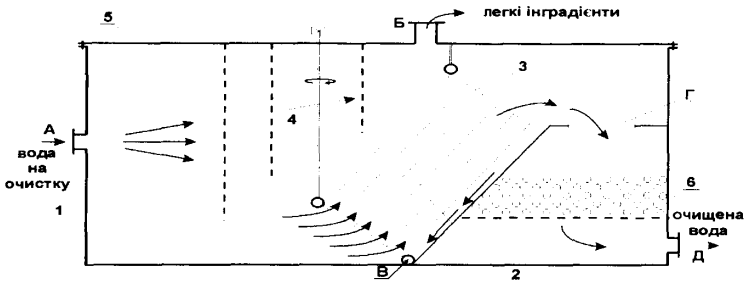


Рис. 6. Принципова схема удосконаленого тонкошарового відстійника.

Встановлений на вході у відстійник аналізатор визначає розмір та кількість механічних домішок у стічній воді і на основі цих даних посилає сигнал у комп'ютер, який, згідно програми та алгоритму, що відповідає рівнянню

$$\sin \alpha = \frac{11BL - 10\left(\frac{Q}{V} - BS\right)}{BL} \cdot \frac{V}{U}, \quad (6)$$

за допомогою механізму 4 змінює нахил площин відстійника. Рівняння 6 одержано нами на основі оброблення відомих формул з гідродинаміки і наших досліджень у лабораторному та промисловому тонкошаровому відстійнику, де: S – відстань між пластинами, м; B – ширина відстійника, м; L – довжина пластины, м; Q – об'ємна витрата, $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$; V – швидкість потоку, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$; U – гідравлічний розмір частинок, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Для підвищення ефективності очищення стічних вод методом фільтрації через фільтрувальне завантаження провели теоретичний аналіз цього процесу та оброблення результатів очищення стічних вод, що наведені у розділі 4. На основі одержаних експериментальних результатів фільтрації стічних вод через ВММ та умови, що час фільтрації з відділення завислих (фільтроцикл) і сорбції (хемосорбції) з відділення розчинних шкідливих компонентів – рівні, одержано аналітичну залежність розрахунку швидкості фільтрування в процесі очищення стічних вод з використання ВММ:

$$v = \left(\frac{(kL - \tau_0) d_{\text{св}}^{0.7} \cdot KK_{\alpha}}{m_0^{1.7} [\alpha_{\phi} (1 - m_0)]^{0.7} K_{\beta}} \right)^{0.59} \quad (7)$$

та висоти фільтруючого шару ВММ

$$L = \frac{\tau_0}{k} + \frac{K_{\beta}}{k \cdot KK_{\alpha}} \cdot \frac{m_0^{1.7} \cdot [\alpha_{\phi} (1 - m_0)]^{0.7}}{v^{1.7} d_{\text{св}}^{0.7}}, \quad (8)$$

де L – висота адсорбційного шару завантаження фільтра, м; K_{β} – параметр, що характеризує фізико-хімічні властивості суспензії; K_{α} – параметр, що характеризує властивості завантаження; m_0 – міжзерниста пористість завантаження; α_{ϕ} – коефіцієнт форми зерен, K_{α} – коефіцієнт, який залежить від

співвідношення C/C_0 (C_0 і C – значення концентрацій завислих часток у стоках та фільтраті); $d_{\text{екв}}$ – еквівалентний діаметр гранул завантаження.

На основі аналізу результатів проведених експериментальних та теоретичних досліджень з очищення різних стічних вод, методом фільтрації через завантаження з ВММ, яке розраховували за вказаними вище формулами, запропонована нова конструкція фільтра-адсорбера (патент 27668), яка впроваджена на НПЗ (рис. 7).

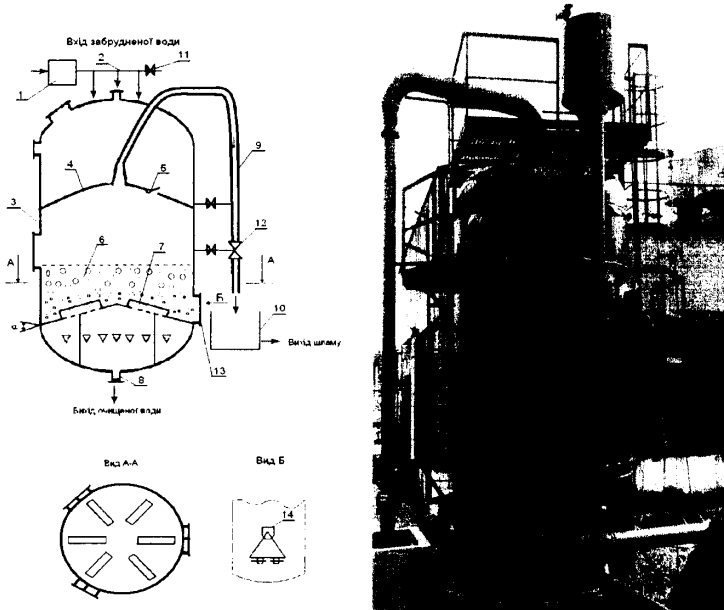


Рис. 7. Схема і загальний вид промислового фільтр-адсорбера

Фільтр-адсорбер включає нові конструктивні елементи: шламову трубу 12, додаткову верхню перегородку 4, нижню перегородку конічної форми 13, фільтрувальні елементи жолобкового типу 7 та інші. Шламова труба працює за принципом „сифона“, що підвищує ефективність роботи фільтра за рахунок автоматичного періодичного відмивання механічних та інших забруднень з фільтрувального завантаження.

Для комплексного розв'язання проблеми очищення стоків і перероблення утвореного шламу розроблений новий спосіб очищення стоків (патент № 28030) і перероблення шламів водоочищення, який відрізняється від відомих тим, що оба процеси відбуваються одночасно. Цей спосіб можна реалізувати в установці (рис. 8) очищення стоків та перероблення утворених шламів (патент № 48053).

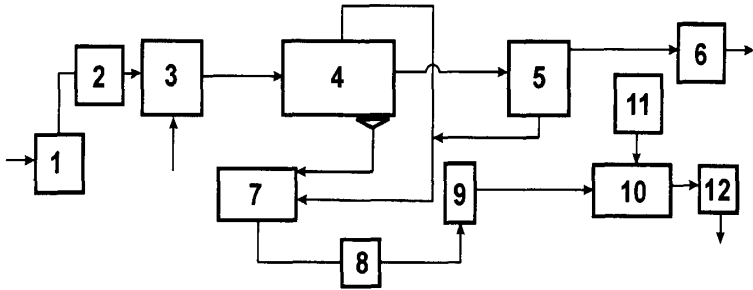


Рис. 8. Принципова схема універсальної установки очищення стоків і перероблення шламів водоочищення:

- 1 – насос, 2 – гідроциклон, 3 – ежектор, 4 – тонкошаровий відстійник,
 5 – фільтр, 6 – ємність очищеної води, 7 – шламонакопичувач,
 8 – насос шламу, 9 – гідроциклон, 10 – шнековий змішувач,
 11 – дозатор сухих компонентів, 12 – термоапарат

Отже, спосіб за допомогою універсальної установки дає змогу: уникнути зайвих затрат на збір шламу, його перевезення та відведення нових площ для його зберігання; утилізувати шлами водоочищення з одержанням гранул будівельно-теплоізоляційних матеріалів (БТМ). У випадку встановлення установки на рухомій платформі вона стає мобільною і її можна використовувати для очищення аварійних викидів стоків чи з полігонів побутових відходів.

На основі теоретичних і проведених нами експериментальних досліджень одержано залежність, яка дає змогу встановлювати ступінь очищення стічних вод від кількості завислих часток та розчинних шкідливих компонентів, швидкості потоку за зміни перетину у фільтрувальному завантаженні через ВММ.

$$\alpha = \frac{\iint_S V dx dy (c_1 + c_2 + c_3) - \iint_S V dx dy (c'_1 + c'_2 + c'_3)}{\iint_S V dx dy (c_1 + c_2 + c_3)} \quad (9)$$

Запропоновані нові засоби очищення стічних вод та перероблення шламів загалом зменшують забруднення поверхневих вод, що підвищить екологічну безпеку об'єктів і, відповідно, регіону.

Отже, всі наведені вище результати досліджень вказують на те, що фільтруванням через ВММ та впровадженням устаткування з новими конструктивними елементами досягається підвищення ефективності очищення стічних вод виробництва різних галузей, і, відповідно, підвищення ПЕБО підприємств на 1,8-2,1 балів, а відтак населених пунктів, регіону і України загалом.

У шостому розділі наведено результати досліджень каталітично-сорбційної активності дрібнодисперсних феритних сумішей, що уловлюються у циклонах

очищення димових газів у процесі запропонованих нами високотемпературних методів одержання ВММ. Такі шлами-суміші досліджували у ракурсі очищення викидних газів від СО, карбоногідрогенних газів від H_2S та зменшення сульфурвмісних сполук у карбоногідрогенних фракціях (дизпаливо).

Дослідження залежності активності феритних сумішей у реакції окиснення СО киснем проводили за різних температур, що показано на рис. 9.

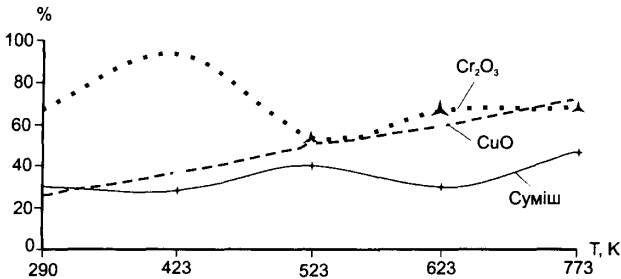


Рис. 9. Залежність ступеня окиснення СО на поверхні ВММ модифікованих різними оксидами чи їх сумішшю від температури

На основі проведених лабораторних досліджень встановлено, що такі феритні суміші забезпечують ступінь окиснення СО $\approx 70\%$.

Дослідження з очищення карбоногідрогенного газу від сірководню, який є токсичним для людей і корозійно активним до обладнання, проводили пропусканням газів через гранульований (5 мм) феритний матеріал (ВММ). Результати очищення природного газу наведено у таблиці 6.

Таблиця 6

Ступінь очищення карбоногідрогенного газу від сполук сірководню

№ проби газу	Концентрація, мг/м^3	Час відбору проб			Ступінь очищення, α %
		10 хв	20 хв	30 хв	
Проба 1	$C_{\text{поч}} = 4,04$	2,6	0,8	0,4	90,1
Проба 2	$C_{\text{поч}} = 5,6$	3,0	1,2	0,6	89,2

Отже, ВММ з нікелево-феритним покриттям дають змогу очищати викидні гази від СО і природні гази від H_2S на 85,3–90,1 %, що зменшує негативний вплив цих газів на довкілля, а також сульфуркорозію трубопроводу чи обладнання.

Дослідження процесу очищення дизпалива від сульфурвмісних сполук методом їх сорбції ВММ показали, що цей сорбент дає змогу очищати його від зазначених сполук на 80–85 %. Оскільки ВММ-сорбент є дешевим, то цей метод очищення дизпалива може знайти промислове застосування.

Проведено узагальнюючі дослідження, спрямовані на виявлення можливості і ефективності застосування ВММ у ролі каталізатора для підвищення октанового числа прямогонних бензинів. Встановлено, що ВММ прискорюють перетворення n-парафінів в ізопарафіни, що приведе до зменшення кількості СО та бензолу,

який спричиняє викид токсичного бензпірену.

Отже, контактування СО, сульфурвмісних сполук та карбоногідрогенних фракцій з ВММ дає змогу зменшити викиди забруднень у атмосферу завдяки їх адсорбційним, каталітичним властивостям, а це в цілому зменшить техногенне забруднення атмосфери та підвищить рівень екологічної безпеки об'єкта, регіону.

У цьому розділі наведено результати розрахунків екологічної безпеки через визначення ІПЕБО та економічної ефективності розроблених технологій перероблення золошлаків ТЕС та шламів водоочищення і удосконалених технологій, устаткування водоочищення і газоочищення.

Економічну ефективність нової технології перероблення золошлаків ТЕС і шламів водоочищення розраховали на основі використання даних промислової апробації у цеху утилізації Бурштинської ТЕС високотемпературної технології перетворення шлаку ТЕС та інших техногенних відходів з утворенням ВММ. Вона становить:

$\Sigma E = E_{\text{енер.}} + E_{\text{ресурс.}} + E_{\text{екол.}} = 574584,30 + 26746,2 + 42546,7 = 642530,50$ грн /рік., а з врахуванням ефективності від використання ВММ для процесів очищення стічних вод, загальна економія енергоресурсозатрат складе тільки на Прикарпатті приблизно 850 тис. грн. на рік.

Екологічну безпеку об'єкта оцінювали розрахунком ІПЕБО, який визначали на основі коефіцієнтів забруднення. Останні визначали за даними статистичної звітності їх виробничої і екологічної діяльності об'єкта, які змінюються за рахунок впровадження запропонованих заходів – нових методів утилізації ТС і очищення стоків, забруднених газів, згідно схеми на рис. 10.

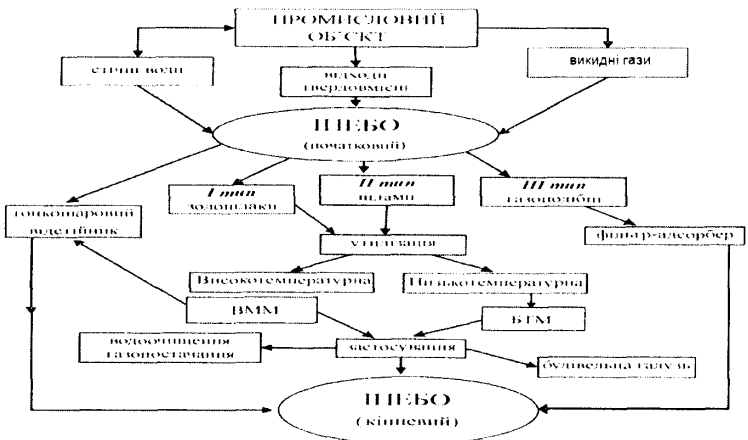


Рис. 10 Схема перетворення техногенних відходів та визначення зміни ІПЕБО

На основі проведених розрахунків ІПЕБО для трьох об'єктів – «ТЕС», «Нафтоперегонка» та «Шкірпродукція», які відносяться до різних галузей виробництва, встановлено, що він за 2006 рік підвищився з: 70,5; 101,2 і 72,1 до

72,1; 103,9 і 73,3 балів, відповідно. Це пояснюється наступним чином. Освоєння коштів на природоохоронні заходи об'єктом „ТЕС“ в 2007 р. дало змогу підвищити ПЕБО на 1,1 бали порівняно з 2006 р., а з врахуванням рекомендованого впровадження розроблених нами методів утилізації шлаку, золи і шламових відходів, їх кількість зменшиться на 800000 тонн на рік, що підвищить ПЕБО для розглянутої ТЕС на 1,6 балів за один рік.

Для обчислення ПЕБО підприємства області під назвою «Нафтоперегонка» використали дані, які це підприємство подавало в статистичних звітах протягом 2006-2008 рр., і розрахована нами величина ПЕБО становить 101,1 бали у 2006 р., 103,9-2007 р. і 102,6-2008 р., що показує на зростання цього показника і пов'язано з впровадженням нової технології водоочищення стоків у 2007 р. та фільтра адсорбера у 2008 р. Аналогічно розраховували ПЕБО для об'єкта «Шкірпродукція», де він підвищився на 1,2 бали.

У додатках наведено: акти випробувань технології перероблення шлаків ТЕС і шламів водоочищення стоків; вдосконалених методів водоочищення різних типів стічних вод; випробовування і впровадження устаткування з новими конструкційними елементами для очищення стічних вод; розрахунок розсіювання шкідливих компонентів під час проведення промислових випробовувань методу перероблення відходів; програма-алгоритм розрахунку кута нахилу похилих площин у тонкошаровому відстійнику, а також „Протоколи“ радіаційного випробовування нових матеріалів – ВММ і БТМ.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено важливу науково-технічну проблему – розроблено наукові засади ресурсощадних технологій та устаткування для підвищення рівня екологічної безпеки за рахунок зменшення забруднення довкілля – техносфери золошлакошламами, гідросфери – стічними водами, біосфери – викидними промисловими газами, що має екологічне, соціальне та народногосподарське значення. Сформовано теоретичні підходи та розроблено нові високотемпературні технології перероблення золошлаків ТЕС і шламів водоочищення у ВММ. Удосконалено низькотемпературні методи перероблення золошламів у ТБМ. Запропоновані заходи дають змогу зменшити викиди в довкілля, а відтак підвищити рівень екологічної безпеки промислових об'єктів, яку запропоновано розраховувати за розробленою новою методикою.

1. Наявні технології очищення стічних вод, шкідливих газових викидів промисловості, перероблення золошлакошламових відходів є високо енергоресурсозатратними, недостатньо ефективними. Зазначене стримує їх промислове застосування і зумовлює подальше забруднення довкілля, яке стає загрозливим для життя людини.

2. Ресурсозберігаючим напрямком перероблення золошлакошламів є технології між компонентами у твердій фазі, оскільки існуючі методи з переведення їх в рідинний чи газоподібний стан вимагають значних енерговитрат і є низькопродуктивними, що підтверджується щорічним їх кількісним збільшенням на 1,5-2,5%, які спричиняють екологічну небезпеку об'єктів,

регіону, держави.

3. Оптимальні умовами перероблення золошлаку ТЕС та шламів водоочищення у вуглецево-мінеральні матеріали високотемпературним методом є:

- склад шихти, % мас: шлак – 45,0-48,2, глинистий компонент – 12,6-19,0, органічний матеріал (шлам НПЗ, ЦПК) – 5,1-9,8, шлам гальваніки – 27,0-31,0;

- термооброблення сформованих гранул здійснювали за температури 800-850°C протягом 20 хвилин;

- для одержання гранул достатньої міцності наприкінці процесу необхідно вводити шлам водоочищення стоків гальваніки у кількості 10 – 5,0 % від маси гранул;

- пониження температури термооброблення гранул можна досягти добавленням у шихту шламів нафтоперероблення або целюлозно-паперових виробництв (до 680°C).

4. Будівельно-теплоізоляційні матеріали достатньої якості можна одержувати низькотемпературними методами за таких умов:

- склад шихти, % мас: шлак + глина – 35–52, солі кальцію – 12–20, шлам водоочищення ЦПК – 14–28, цемент – решта;

- тепловологе оброблення за температури 20–95 °C протягом 12–14 годин.

5. Фільтрація стічних вод різних галузей виробництва через одержані нові ВММ зменшує на 60–88% вміст шкідливих компонентів (нафтопродукти, завислі, Хром та інші) за рахунок механічних і сорбційних процесів, які відбуваються на поверхні ВММ.

6. Розроблені нові конструкційні елементи устаткування очисних споруд, а саме:– регулятор кута нахилу похилих площин тонкошарового відстійника, дає змогу досягти ступінь очищення стічних вод від завислих часток 87-90 %, нафтопродуктів – 75–95 %, ХСК – 82-96 %;

- труба-сифон в фільтрі-адсорбері автоматизує роботу фільтра у процесі відмивання забруднень з фільтрувального завантаження, а конічна перегородка і фільтрувальні елементи жолобкового типу підвищують ступінь очищення стічних вод в середньому на 15-20 %.

7. Вуглецево-мінеральні матеріали, одержані за розробленою технологією, мають сорбційні властивості відносно сірководню, чадного газу та сульфурвмісних сполук. За температур 20-100°C досягається ступінь очищення від H₂S – 80-85%. Викидні гази транспортних засобів за температур 250-300°C можна очистити від СО на 90-95%.

8. У результаті перероблення золошлаків ТЕС та шламів водоочищення різних об'єктів за новими технологіями зменшуються викиди в атмосферу, гідросферу, літосферу, що підвищує рівень екологічної безпеки окремих об'єктів на 1,5-2,1 бали. Очікуваний річний еколого-економічний ефект від впровадження запропонованих нових і удосконалення наявних технологій, устаткування лише на Прикарпатті становить близько 850 тис. грн/рік.

Основний зміст дисертації опубліковано у таких роботах:

1. Челядин Л.І. Техногенна сировина та її утилізація / Л.І.Челядин // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2000, – випуск 37, Т.5. – С. 125-127.

(Особистий внесок здобувача – запропоновано напрям утилізації відходів і технології їх перероблення).

2.Челядин Л.І. Екологічні та хіміко-технологічні аспекти утилізації та модифікації техногенних матеріалів / Л.І. Челядин // Вопросы химии и химической технологии. – 2000. – №1. – С. 250-252. (– обґрунтування методу покриття гранул ВММ шламами водоочищення гальванічних процесів).

3.Челядин Л.І. Феритні матеріали з гідроксидів металів та їх каталітична активність в окисленні СО / Л.І. Челядин, В.Л. Челядин, М.С. Мальований // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2000. – №6. – С. 15-18. (– напрям і участь у дослідженнях з очищення викидних газів від СО).

4.Челядин Л.І. Хіміко-технологічні аспекти утворення та використання вуглецево-мінеральних матеріалів / Л.І. Челядин, В.Л. Челядин // Хімічна промисловість. – 2001. – №4. – С. 8-11. (– розроблення завдань досліджень, методів утворення ВММ та очищення стоків від сульфурвмісних сполук).

5.Челядин Л.І. Дослідження розчинності матеріалів з мінеральної техногенної сировини / Л.І. Челядин, С.В. Федюк, В.Л. Челядин та інші // Вісник ДУ „Львівська політехніка“. Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2001. – №25,- С. 21-25. (– проведення досліджень з розчинності ВММ).

6.Челядин Л.І. Дослідження очистки пластових вод від сульфідних сполук / Л.І. Челядин // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2001. – Випуск 38. – Т.3. – С. 142-145. (– методика, проведення досліджень з очищення пластових вод з використанням ВММ).

7.Челядин Л.І. Фізико-хімічна характеристика техногенної сировини та матеріалів під час її утилізації / Л.І. Челядин, П.В. Новосад, В.Л. Челядин, С.В. Федюк // Хімічна промисловість України. – 2002. – №4. – С. 46-50. (– завдання досліджень, аналіз складу ТС, методів утилізації відходів і шляхи їх вирішення).

8.Челядин Л.І. Дослідження очистки дизпалива вуглецево-мінеральними матеріалами / Л.І. Челядин, С.В. Федюк, В.Л. Челядин // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2003. – №5. – С. 50-53. (– методика, проведення досліджень з очищення карбоногідрогенів за участю ВММ).

9.Челядин Л.І. Енергозберігаюча технологія попередньої очистки стічних вод вуглецево-мінеральними матеріалами / Л.І.Челядин // Комунальное хозяйство городов. – 2003. – Вип. №49. – С. 81-84. (– проведення досліджень очищення стоків та визначення основних параметрів фільтрації).

10. Челядин Л.І. Дослідження попередньої очистки стічних вод НПЗ /Л.І. Челядин, Я.М. Дрогомирецький, В.Л. Челядин // Нафтова і газова промисловість. – 2003. –№1. – С. 62-64. (– методика, проведення досліджень з очищення стічних вод від карбоногідрогенів з використанням ВММ).

11. Челядин Л.І. Техногенна сировина. Характеристика адсорбентів та матеріалів утилізації / Л.І. Челядин, П.В. Новосад, В.Л. Челядин // Хімічна промисловість. –2004. – №3. – С. 32-36. (– аналіз утилізації відходів ТЕС та шламов водоочищення і обґрунтування технології покриття гранул ВММ шламами водоочищення гальванічних процесів).

12. Челядин Л.І. Одержання гранульованих вуглецево-мінеральних матеріалів з техногенних відходів / Л.І. Челядин, В.Р. Процюк, В.Л. Челядин // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2004. – №2. – С. 38-40. (– розроблення плану, участь у промислових випробуваннях та розрахунок впливу на довкілля).

13. Челядин Л.І. Очищення стічних вод целюлозно-паперового виробництва та переробки осаду / Л.І. Челядин, П.В. Новосад, А.В. Пукіш, В.Л. Челядин // Хімічна промисловість. – 2005. – №6. – С. 51-55. (– методика проведення досліджень з очищення стічних вод та карбоногідрогенів з використанням ВММ).

14. Челядин Л.І. Техногенні матеріали та їх утилізація і вплив на екологію / Л.І. Челядин, В.Л. Челядин, В.Я. Тимошенко // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2006. – №1. – С. 80-86. (– проведення досліджень методів утилізації відходів і шляхи їх вирішення та розрахунку забруднення атмосфери цеху).

15. Челядин Л.І. Вуглецево-мінеральні матеріали і перетворення вуглеводнів / Л.І. Челядин, В.Л. Челядин // Хімічна промисловість. – 2006. – №4. – С. 17-20. (–методика, проведення досліджень з перетворення карбоногідрогенів на ВММ).

16. Челядин Л.І. Екологічні аспекти технологій очистки стічних вод та математичне визначення параметрів фільтрації через гранульований матеріал / Л.І. Челядин, Л.І. Григорчук, В.Л. Челядин // Науковий вісник Івано-Франківського Національного технічного університету нафти і газу. – 2007. – №1. – С. 38-40. (– аналіз процесу фільтрації стічних вод та визначення основних закономірностей, параметрів фільтрації водоочищення).

17. Адаменко О.М. Екологічна безпека гідросфери регіону та дослідження очистки стічних вод і утилізації шламів водоочищення / О.М. Адаменко, Л.І.Челядин, В.Л. Челядин, М.Р. Скробач // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2007. – №6. – С. 28-32. (– розроблення методики, проведення досліджень очищення стічних вод з використанням ВММ).

18. Челядин Л.І. Фактори і ризики екологічної безпеки та їх вплив на рівень екологічної безпеки гірничих і нафтохімічних підприємств / Л.І. Челядин, Л.І. Григорчук, В.Л. Челядин // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2009. – №1. – С. 45-50. (– аналіз основних чинників забруднення довкілля та їх впливу на екологічну безпеку об'єктів Прикарпаття).

19. Челядин Л.І. Дослідження впливу конструктивних елементів тонкошарового відстійника на ефективність їхньої роботи та екобезпеку об'єкта / Л.І. Челядин, В.П. Лісафін, В.Л. Челядин // Науковий вісник Львівського національного лісотехнічного університету України. – 2009. – №19.7. – С. 111-117. (– аналіз процесу очищення стоків методом відстою та одержання математичних залежностей для визначення основних розмірів відстійників).

20. Челядин Л.І. Відходи і утилізація золотшлавових відходів та їх вплив на екологічну безпеку / Л.І. Челядин, П.В. Новосад, В.Л. Челядин, П.Д. Романко // Вопросы химии и химической технологи. – 2009. – №4. – С. 194-197. (– розроблення плану досліджень технологій утилізації відходів і шляхи їх вирішення).

21. Челябин Л.І. Техногенні ресурси та їх вплив на екобезпеку об'єктів / Л.І. Челябин, Л.І. Григорчук, В.Л. Челябин // Науковий вісник Львівського національного лісотехнічного університету України. – 2009. – №19.9. – С. 76-82. (–встановлення наявності та впливу техногенних відходів на екологічну безпеку об'єктів Прикарпаття).

22. Новосад П.В. Теплоізоляційні матеріали на основі техногенних відходів / П.В. Новосад, Л.І. Челябин, В.Л. Челябин // Вісник НУ „Львівська політехніка“, Теорія і практика будівництва. – 2009. – №655. – С. 208-213. (– обґрунтування низькотемпературного методу утилізації золи ТЕС та шламів водоочищення).

23. Челябин Л.І. Теоретичні і практичні аспекти фізико-хімічного очищення стічних вод фільтруванням через вуглецево-мінеральні матеріали та його математична модель / Л.І. Челябин, Л.І. Григорчук, В.Л. Челябин, П.Д. Романко // Науковий вісник Львівського національного лісотехнічного університету України. – 2010. – № 20.7. – С. 261-272. (– аналіз залежностей процесу фільтрації та одержання математичних формул з визначення основних параметрів водоочищення фільтрацією через ВММ).

24. Челябин Л.І. Фізико-хімічна утилізація техногенних відходів та її вплив на екологічну безпеку об'єктів регіону / Л.І. Челябин, О.Р. Позняк, П.В. Новосад, та інші // Науковий вісник Львівського національного лісотехнічного університету України. – 2010. – № 20.9. – С. 274-284. (– обґрунтування низькотемпературного методу утилізації золи ТЕС та шламів водоочищення).

25. Патент 55581А Україна, МПК В 01 J 20/20. Спосіб одержання вуглецево-мінерального сорбенту. Челябин Л.І., Задорожний М.В., Челябин В.Л.; Заявник і патентовласник № 2000127580; заявл. 27.12.2000; опубл. 15.04. 2003, Бюл. № 4. – 4 с. (– запропоновано метод утилізації шлаків ТЕС і шламів гальваніки).

26. Патент 5247, Україна МПК В 01 J 20/30. Спосіб одержання сорбційного матеріалу для очистки газів і рідин. Челябин Л.І., Задорожний М.В., Челябин В.Л., Кондур Т.І.; Заявник і патентовласник № 20040806749; заявл. 12.08.2004; опубл. 15.02.05, Бюл. №2, – 3 с. (– встановлення співвідношення компонентів шихти на основі шлаку ТЕС та органомісних шламів водоочищення).

27. Патент 5740, Україна, МПК В 01 D 25/00. Тонкошаровий відстійник для очистки вод / Челябин Л.І., Лігоцький М.В., Челябин В.Л., Ружицький Б.Й; Заявник і патентовласник № 2004086748; заявл. 12.08.2004; опубл. 15.03.05, Бюл. №3, – 3 с. (– запропоновано і розроблено нові елементи конструкції тонкошарового відстійника).

28. Патент 16950 Україна, МПК С 02 F 1/28. Спосіб переробки техногенних матеріалів / Челябин Л.І., Задорожний М.В., Челябин В.Л., Кондур Т.І. Заявник і патентовласник № 200510038; заявл. 25.10.2005; опубл. 15.09.06; Бюл. №9, – 2с. (–розроблено метод утворення вуглецевомінеральних матеріалів (ВММ) та параметри проведення).

29. Патент 13742 Україна, МПК С 02 F 3/24. Спосіб одержання органомінеральних матеріалів / Челябин Л.І., Новосад П.В., Челябин В.Л., Кондур Т.І. Заявник і патентовласник № 200509909; заявл. 21.10.2005; опубл. 17.04.2006; Бюл. № 4, – 3с. (– запропоновано співвідношення компонентів шихти з шлаку

ТЕС та НПЗ).

30. Патент 27668 Україна, МПК В 01 D 35/02. Фільтр-адсорбер / Челядин Л.І., Дрогомирецький Я.М., Челядин В.Л., Скробач М.Р., Богуславець М.М.; Заявник і патентовласник № 200707240; заявл. 27.06.2007; опубл. 12.11.07, Бюл. № 12, – 3 с. (– запропоновано і розроблено нові конструктивні елементи фільтра: перегородку з шламовою трубою, нижню перегородку конічної форми).

31. Патент 28030 Україна, МПК С 02 F 3/24. Спосіб очистки стічних вод та переробки шламу / Челядин Л.І., Дрогомирецький Я.М., Челядин В.Л., Скробач М.Р., Нестор В.П.; Заявник і патентовласник № 200707243; заявл. 27.06.2007; опубл. 26.11.07, Бюл. № 5, – 2 с. (– запропоновано контактне очищення стоків фільтрацією через ВММ та добавки для перероблення шламу).

32. Патент 47233 Україна, МПК В 09 В 3/00. Спосіб утилізації золошламових відходів / Челядин Л.І., Саницький М.А., Новосад П.В., Челядин В.Л.; Заявник і патентовласник; заявл. 10.07.2009; опубл. 25.01.10, Бюл. № 2, – 2 с. (– розроблено метод низкотемпературного перероблення золи ТЕС та шламів водоочищення ЦПК).

33. Патент 48053 Україна, МПК С 02 F 1/00. Універсальна установка очищення стічних вод та переробки шламу / Челядин Л.І., Мандрик О.М., Челядин В.Л., Нестор В.П.; Заявник і патентовласник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу № u 200907209; заявл. 10.07.09; опубл. 10.03.10., Бюл. № 5, – 4 с. (– запропоновано схему установки очищення стоків різних об'єктів та одночасного перероблення шламів водоочищення).

34. Челядин Л.І. Ферито-цеолітовий матеріал для очистки від сірководню / Л.І. Челядин // Вісник ДУ „Львівська політехніка“, Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 1998. – № 342. – С. 125-127. (– проведено дослідження з очищення природного газу від сульфідів).

35. Челядин Л.І. Каталізатор окиснення нафтозалишку / Л.І. Челядин // Вісник ДУ „Львівська політехніка“. Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 1998. – №342. – С. 122-124. (– встановлено вплив складу поверхні дрібнодисперсних ВММ у зменшенні забруднення викидних газів).

36. Челядин Л.І. Техногенна сировина та її утилізація / Л.І. Челядин // Науковий вісник ІМЕ, Івано-Франківськ. – 1999. – №1. – С. 203-205. (– встановлено вплив ТС на довкілля).

37. Челядин Л.І. Дослідження технології одержання феритошпінельних матеріалів та їх каталітичної активності / Л.І. Челядин // Науковий вісник ІМЕ, Івано-Франківськ. – 1999. – №1. – С. 206-208. (– розроблення методу утворення ВММ з феритами на їх поверхні).

38. Челядин Л.І. Технологічні аспекти переробки осадків стічних вод / Л.І. Челядин, С.М. Рижук // Науковий вісник ІМЕ, Івано-Франківськ. – 2000. – № 2. – С. 130-132. (– аналіз методів перероблення шламів водоочищення та їх енергоємність, перспективність).

39. Челядин Л.І. Дослідження екологічної ефективності очистки стічних вод при фільтрації через модифікований вуглецево-мінеральний матеріал / Л.І. Челядин // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2001. – №4 – С.80-82.

(– проведення досліджень очищення комунальних стічних вод та встановлення їх ефективності).

40. Челядин Л.І. Очистка пластових вод на нафтопромислах / Л.І. Челядин, С.В. Федюк, В.Л. Челядин // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2002. – №3. – С. 46-50. (–аналіз та удосконалення методу очищення пластових вод фільтруванням через ВММ).

41. Челядин Л.І. Обладнання очищення стічних вод та його вплив на гідросферний фактор екологічної безпеки об'єктів / Л.І. Челядин, Л.І. Григорчук, В.Л. Челядин // Науковий вісник „Екологічна безпека“ Кременчуцький політехнічний університет 2009. – №5. – С. 20-25. (– проведено аналіз роботи устаткування водоочищення та його впливу на довкілля, екологічну безпеку об'єктів Прикарпаття).

42. Челядин Л.І. Вплив мінеральних та техногенних матеріалів на показники бурового розчину та екологію / Л.І. Челядин, В.Л. Челядин: матеріали конференції „Нафта і газ України“ // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ. – 2000. № 40, Т.5. – С. 51-52. (– розроблено метод утилізації шламів очищення бурового розчину та встановлено вплив на його показники).

43. Челядин Л.І. Дослідження технологій утилізації техногенної сировини в матеріал для екологічних систем / Л.І. Челядин, В.Л. Челядин // Сборник трудов Одесского ГПУ: материалы Международной научно-практической конференции „Современные проблемы проблемы химической технологии неорганических веществ“, г. Одеса. – 2001р. – Т.2. – С.196-198. (– запропоновано метод перероблення шлаку ТЕС та шламів гальваніки у матеріал для очищення стічних вод).

44. Челядин Л.І. Очистка поверхні води від вуглеводнів та дослідження їх сорбції модифікованим вуглецево-мінеральним сорбентом: матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції „АВІА-2001“, // Сборник научных трудов государственного авиационного университета. Київ, Т. 4, 2001. – С. 65-67. (–проведено аналіз матеріалів і методів очищення водного середовища від н/п та визначено сорбційні властивості ВММ).

45. Челядин Л.І. Технологія утилізації техногенної сировини / Л.І.Челядин: тези науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу ІФНТУНГ, 2002. – С. 154-155. (– розроблено метод одержання сорбентів для очищення природних газів).

46. Челядин Л.І. Екологічна технологія та хімія утилізації твердих відходів / Л.І. Челядин: тези доповідей XVI Української конференції з неорганічної хімії. (м. Ужгород, 20-24 вересня 2004р.). – ВГЦ „Київський університет“, 2004. – 265 с. (– запропоновано метод утилізації відходів шляхом їх перетворення у безпечні ферити).

47. Челядин Л.І. Утворення техногенної сировини та її переробка /Л.І. Челядин, В.Л. Челядин: тези доповідей III науково-технічної конференції [„Поступ в нафтогазопереробній та нафтохімічній промисловості“]. – (м. Львів, 14-16 вересня 2004р.) – 203 с. (– проведено аналіз техногенної сировини та запропоновано склад шихти для утворення ВММ).

48. Челядин Л.І. Вплив техногенної сировини та її утилізації на регіональний екологічний стан Прикарпаття / Л.І. Челядин: матеріали науково-практ. конференції [„Сучасний стан навколишнього природного середовища промислових та гірничо-промислових регіонів. Проблеми та шляхи вирішення“]. – (м. Алушта, 17-21 травня 2004 р.) – К.: НПЦ „Екологія. Наука. Техніка“, Товариство „Знання“ України, 2004. – С. 78. (–аналіз впливу техногенної сировини та її утилізації на довкілля).

49. Челядин Л.І. Екологічні аспекти та технологія утилізації шламів НПЗ / Л.І. Челядин // Сборник научных трудов конференции [„Экология и здоровье человека. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов“]. – (г. Бердянск, 07-11 июня 2004 р.) Харьков: УГНИИ «УкрВодгео» – Т.3. – С. 671-673. (– встановлено аспекти та параметри методу утилізації шлаків ТЕС і шламів НПЗ).

50. Челядин Л.І. Екологічна безпека регіону та технологія утилізації техногенної сировини / Л.І.Челядин: материалы III-международной научно-практической конференции-выставки [„Экологические проблемы промышленных мегаполисов“] Донецк-Авдеевка ДонНТУ – 23-27 мая 2006 г. – С.23-25. (– запропоновано методологію розрахунку екологічної безпеки об'єктів за результатами промислового випробування).

51. Челядин Л.І. Дослідження з переробки техногенної сировини енергетичної та целюлозно-паперової галузей /Л.І.Челядин: труды 9-й НПК [„Переработка энергоресурсных отходов. Обеспечение экологической безопасности“] (с. Поляна 25-28 февраля 2006 г.) Свалявский р-н, с. Поляна: Знание, 2006. – С.50-53. (–запропоновано співвідношення компонентів у технологіях перероблення золошлакошламів).

52. Челядин Л.І. Екотехнології утилізації золошлакових та шламових відходів/Л.І. Челядин: материалы V-Международной конференции [„Сотрудничество для решения проблемы отходов“], (г. Харьков 2-3 апреля 2008 г.) Харьков. – С.135-136. (– розроблення удосконаленого методу перероблення золошламів).

53. Челядин Л.І. Очищення стічних вод з використанням вуглецево-мінеральних матеріалів, утворених при термообробці відходів / Л.І. Челядин: материалы VII Международной конференции [„Сотрудничество для решения проблемы отходов“], (г. Харьков 7-8 апреля 2010 г.). – Харьков. – 2010. – С. 154-156. (–удосконалення методу очищення стічних вод за участю ВММ).

Анотація

Челядин Л.І. Наукові засади ресурсозберігаючих технологій та устаткування підвищення екологічної безпеки промислових об'єктів Прикарпаття. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – Екологічна безпека. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2011.

У дисертаційній роботі наведено аналіз кількості та складу відходів виробництва (здебільшого твердих), оскільки їх кількість (близько 30 млрд. т) та

токсичність забруднюють доквілля. Найбільша кількість твердої техногенної сировини утворюється в енергетичній (шлаки ТЕЦ), гірничій (шлами вугледобутку) галузях та водоочищення (шлами нафтовидобутку, нафтоперероблення, гальванічних і електронних виробництв). Для зменшення впливу чинників екологічної небезпеки проведено комплекс різнопланових досліджень з екологічних і технологічних аспектів їх утилізації.

На основі аналізу відомих методів перероблення відходів (техногенна сировина) встановлено їх недоліки та розроблено нові напрямки і методи утилізації (патенти №№ 55581А, 5247, 16950, 13742) та устаткування (патенти №№ 5740, 27668, 28030), які є екологічно безпечними та менш енергозатратними порівняно з вже існуючими. Матеріали, які утворюються під час утилізації, мають пористу структуру і містять на своїй поверхні ферити перехідних металів, що підвищує їх сорбційні і каталітичні властивості. Ці матеріали можна використовувати як фільтруючі під час очищення газів та рідин.

Утворені вуглецевомінеральні матеріали реально апробовані в технологіях очищення газів і рідин та перетворення карбоногідрогенів. Результати дисертаційних дослідження та акти випробувань підтверджують ефективність очищення газів та рідин від шкідливих компонентів, а також каталітичні властивості ВММ в процесах перетворення карбоногідрогенів.

Запропоновані методи утилізації техногенних відходів, очищення стічних вод та вдосконалене устаткування дають змогу зменшити кількість техногенних відходів, що зменшить техногенне навантаження на довкілля, а, відтак, підвищать рівень екологічної безпеки промислових об'єктів, регіонів.

Ключові слова: техногенна сировина, відходи, екологічна безпека, методи, водоочищення, утилізація, фільтрація, устаткування, технологічні параметри.

Аннотація

Челядын Л.И. Научные основы ресурсосберегающих технологий и оборудования повышения экологической безопасности промышленных объектов Прикарпатья. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 21.06.01 – Экологическая безопасность. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа. – г. Ивано-Франковск, 2011.

В диссертационной работе приводится анализ количества и состава отходов производства (в основном твердых), так как их количество и токсичность приводят к загрязнению окружающей среды. Максимальное количество твердого техногенного сырья образуется в энергетической (золотшлаки ТЕС), горной (шламы угледобычи, нефтегазодобычи) отраслях и процессах водоочистки (шламы нефтепереработки, гальванических и электронных производств).

Анализ известных технологий переработки шлаков ТЕС и шламов водоочистки дал возможность установить их недостатки и разработать новые направления и технологии утилизации отходов (патенты Украины № 55581А, 5247, 16950, 13742), а также создать оборудование для утилизации (патенты Украины № 5740 и № 27668), являющееся экологически безопасным и менее

энергозатратным. Материалы, образующиеся в результате утилизации, являются пористыми и содержат на своей поверхности ферриты переходных металлов, которые проявляют сорбционные и каталитические свойства и могут быть использованы в качестве фильтрующих при очистке выхлопных газов от CO, природных газов от H₂S и сточных вод, а также органических жидкостей от вредных для окружающей среды веществ. Согласно патента Украины № 55581А в состав шихты для производства УММ (углеродминеральные материалы) входит техногенное сырье: шлак (50-60%), шлам угледобычи (10-20%), отходы гальваники. Технология состоит в диспергировании, грануляции и термообработке указанного состава при температуре 800-850°C, что на 200°C ниже температуры обжига при производстве керамзита и шлакового гравия. В патенте Украины № 5247 предложено использовать шлам водоочистки сточных вод от нефтепродуктов, что обеспечивает снижение температуры термообработки УММ до 680°C.

Для снижения количества накопившейся золы ТЭС и шламов водоочистки целлюлозно-бумажного комбината (ЦБК) разработана низкотемпературная технология утилизации этих отходов, которая описана в патенте № 16950 и включает оптимальные соотношения золы и шлама (скоп) ЦБК в количестве 15-20 % (объем.), а также других сухих компонентов с получением строительных теплоизоляционных материалов (СТМ).

Новые технологии получения УММ апробированы в промышленных условиях и испытаны при очистке сточных вод как фильтрующие материалы на НПЗ, ЦБК и коммунальных очистных сооружениях. Кроме того, они проявляют сорбционные свойства в процессе очистки хромсодержащих сточных вод и коммунальных стоков при их фильтрации через фильтрационную загрузку из гранул УММ, на которых работает разработанный нами фильтр-адсорбер. При исследовании технологии очистки стоков предприятий нефтегазодобычи и нефтепереработки установлено, что степень очистки в них составляет не более 50%. Нами разработан новый, усовершенствованный тонкослойный отстойник (патент № 5240), в котором пластины тонкослойного блока в зависимости от типа загрязнений устанавливаются под разным углом, а также фильтр (патент № 27668), в котором осуществляется автоматическая отмывка фильтрующей загрузки, что повышает его производительность. При этом эффективность очистки увеличивается до 85%. В связи с увеличением количества шламов водоочистки, загрязняющих окружающую среду, разработан способ их утилизации (патент № 13742) в пористые строительные изделия, а также универсальная установка очистки сточных вод и переработки осадка, которая дает возможность не только эффективно очищать стоки, но и перерабатывать образующийся в процессе очистки шлак в гранулы, которые в зависимости от химического состава шлама могут использоваться в качестве добавок для удобрений или в процессах металлургической плавки. Апробация вышеизложенных исследований и разработок в промышленных условиях показали, что твердофазные отходы можно утилизировать в УММ и ПСИ, которые, в свою очередь, могут быть использованы на предприятиях народного

хозяйства Украины, что снизит потребление энергетических и природных ресурсов за счет переработки техногенного сырья. Утилизация техногенного сырья и проведение очистки стоков новыми методами составит эколого-экономическую эффективность 600 тыс. грн. в год на Прикарпатье.

Результаты диссертационных исследований и акты испытаний подтвердили эффективность очистки с помощью УММ выхлопных газов, сточных жидкостей и углеводородов от вредных компонентов, а также каталитические свойства в процессах преобразования углеводородов, а их применение обеспечивает экологическую безопасность промышленных объектов (регионов).

Ключевые слова: техногенное сырье, отходы, экологическая безопасность, методы, водоочистка, утилизация, фильтрация, оборудование, технологические параметры.

Summary

Chelyadyn L.I. Scientific principles of resource-saving technologies and equipment for enhancing ecological safety of industrial objects of Precarpathia. – Manuscript.

Thesis for Doctor of Science Degree (Engineering) in the specialty 21.06.01-Ecological Safety. The analysis of the amount and waste composition of production (mostly solids) is given in the thesis as quantity (nearly 30 billion tons) and their toxicity contaminate the environment. The most of hard technogenic raw material appears in power (slag of TPS), mining (sludge of the coal mining) industries and water-purification (sludge of oil production, oil-processing, galvanic and electronic productions). To reduce the impact of serious of ecologic danger the series of different investigations in ecological and technological aspects of their utilization were carried out. On the basis of analysis of the well-known technologies of processing wastes (technogenic raw material) their shortcoming is set and new directions and technologies of utilization of technogenic raw material are developed in carbon-mineral material (patents № 55581A, 5247) and equipment (patent 5740, 27668), which are ecologically safe and low power consuming. Materials which appear during utilization are porous and contain on the surface ferrites of transition metals that show sorption and catalytic properties, and also can be used as filtering materials at cleaning gases and liquids as well as thermoinsulated ones. Created carbon-mineral materials have been factually approved in technologies of gas and liquids cleaning and converting hydrocarbons. The results of thesis investigations and test reports confirm effective cleaning of gases and liquids from harmful components, and also catalytic properties of carbon-mineral materials in the processes of hydrocarbons transformation. The suggested methods of technogenic wastes utilization, sewage purification and improved devices enable to reduce the quantity of technogenic harmful components which will not be emitted into environment, thus it will increase the level of ecological safety of industrial objects.

Keywords: technogenic raw material, wastes, ecological safety, techniques (methods), water purification, utilization, filtration, devices, technological parameters.