

*В. М. Шмандій, А. О. Тітова,
О. В. Харламова, Т. Є. Ригас
Кременчуцький національний університет
імені Михайла Остроградського*

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ШЛЯХОМ УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ БУРІННЯ

У процесі видобування нафти та газу утворюються відходи буріння. В нашій державі для їх утилізації найчастіше використовуються земляні шламові амбари, які знаходяться безпосередньо на територіях бурових станцій, що вимагає наявності значних вільних площ. Чим менше територій буде відводитись під сховище відходів, тим більше можливостей для раціонального використання земельних ресурсів. Особливо в воєнний та післявоєнний час наявність вільних територій має велике значення. З метою зниження рівня небезпеки, яку становлять шламові амбари, а також зменшення площ територій для їх розміщення досліджено проблему утилізації відходів буріння, а саме бурового шламу. Встановлено властивості відходів та проаналізовані результати моніторингу за станом довкілля в районі розміщення відходів. Проведено порівняльний аналіз ситуації у відсутності відходів на певній території та в той період, коли відходи почали використовувати в технологічному процесі. Обґрунтовано доцільність застосування методу утилізації відходів, який полягає у використанні сухого залишку бурових шламів при рекультивативі сміттєзвалищ. Застосування даного методу дає екологічний ефект щодо повторного використання відходів буріння, а також вирішуються проблеми рекультивативі сміттєзвалищ побутових відходів. Таким чином реалізується низка заходів, направлених на запобігання несприятливому впливу відходів буріння та полігону твердих побутових відходів на навколишнє середовище. При розміщенні на полігоні твердих побутових відходів сухого залишку бурового шламу в якості ізолюючого матеріалу та технічного ґрунту для укріплення укосів не відбулось негативного впливу на довкілля. Прослідковувалась тенденція покращення якості води. Негативного впливу на ґрунти та підземні води теж не зафіксовано. Ущільнення побутових відходів відходами сухого залишку бурового шламу не погіршило процес дегазації полігону. Вилучення та утилізація біогазу проходили в оптимальному режимі.

За результатами проведених досліджень ми прийшли до висновку, що сухий залишок бурових шламів отриманий за технологією «Фільтрувальний басейн» доцільно використовувати не тільки для шарування та укріплення укосів полігону побутових відходів (сміттєзвалищ), але і у технологічному процесі їх рекультивативі. Це дає як економічний, так екологічний ефект. При цьому зменшується кількість амбарів бурових шламів, вирішуються питання утилізації відходів, зменшується кошторисна вартість виконання робіт з рекультивативі полігонів і сміттєзвалищ, а також знижуються витрати на утилізацію бурових відходів.

Ключові слова: екологічна безпека, відходи буріння, управління відходами, рекультивативі, утилізація

Постановка проблеми. Полтавщина належить до регіонів України з розвинутою нафтогазовидобуваючою промисловістю, на території якої знаходяться декілька родовищ. Відходи, що утворюються у процесі видобування нафти й газу, є особливою групою промислових відходів, зокрема це буровий шлам та нафтошлами. Більшу частину відходів буріння розміщують в земляних амбарах, які заповнюються буровими стічними водами, рідинами для приготування бурових розчинів, буровими шламами. Стрімкий розвиток галузі видобування корисних копалин призводить до зростання об'ємів відходів і, як наслідок, виникає проблема поводження з ними. Часто відходи не мають подальшого застосування та залишаються у амбарах на багато років.

У разі, коли не можливо застосовувати безвідходні технології, доцільно шукати способи використання відходів в якості вторинної сировини чи енергетичних ресурсів. Не можна ігнорувати здатність відходів замінювати високовартісні матеріали при будівельних роботах.

Відходів буріння часто розміщують на полігонах твердих побутових відходів. В Україні налічується близько 6 тис. сміттєзвалищ. Майже всі вони обладнані захисними спорудами та не відповідають санітарним вимогам. Багато сміттєзвалищ переповнені та потребують рекультивативі. Видалення відходів на необладнаних сміттєзвалищах призводить до забруднення навколишнього природного середовища [1]. Утворений в процесі випадання опадів та розкладу відходів фільтрат, протікаючи через товщу відходів, здатний забруднювати ґрунти та підземні води небезпечними

рідинами багатокомпонентного хімічного складу. Враховуючи те, що значна частина полігонів функціонує без належного оснащення протифільтраційних екранів, у гідросфері формується екологічна небезпека [2]. Також, існує проблема забруднення ґрунтового покриву важкими металами, вміст яких часто перевищує гранично допустимі концентрації. Токсичність ґрунтів спричиняють сполуки таких важких металів як свинець, кадмій, цинк та мідь. Надлишкова кількість важких металів у ґрунтах – це небезпечний екологічний чинник, дія якого посилюється через проникнення сполук важких металів у ґрунтові води [3].

При перегниванні органічної складової відходів в повітря виділяється вуглекислий газ та метан. Емісії біогазу в атмосферне повітря несприятливо впливають на навколишнє природне середовище, адже складники біогазу являють собою парникові гази, які мають отруйні та вибухонебезпечні властивості. За таких обставин, сміттєзвалища стають джерелом забруднення і атмосферного повітря. Неконтрольовані викиди в атмосферне повітря метану призводять до пошкодження озонного шару у верхній частині атмосфери. За таких обставин очевидно, що сміттєзвалища є джерелом забруднення навколишнього природного середовища [4,5].

Проблемою, що потребує особливої уваги у сфері поводження з побутовими та промисловими відходами, є відсутність комплексної інфраструктури із збирання, сортування та перероблення даних відходів. Як наслідок – втрата значного обсягу ресурсноцінних матеріалів, які потенційно можуть бути введені у господарський обіг. В результаті цього виникають загрози санітарно-екологічного характеру, пов'язані із збільшенням кількості місць видалення відходів й відчуження значних обсягів земель та їх засмічення, погіршення санітарно-епідеміологічної ситуації в районах розташування цих об'єктів [6,7]. Не менш важливими є загрози і соціально-економічного характеру, пов'язані з втратою значного обсягу ресурсноцінних матеріалів для їх подальшої переробки чи використанні у виробничих або технологічних процесах [8].

З огляду на те, що в Україні значна кількість сміттєзвалищ потребує рекультивациі, а в сучасних умовах господарювання при недостатньому фінансуванні такі роботи майже не виконуються, досліджено можливість заміщення необхідних матеріалів для рекультивациі відходами бурових шламів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У зв'язку з тим, що відходи буріння містять в собі низку забруднюючих речовин, їх відносять до відходів 3 та 4 класів безпеки. Внаслідок рухливості та високої проникної спроможності речовини мігрують у ґрунтові води і забруднюють навколишнє середовище [9,10]. На практиці зазвичай для утилізації використовують шламові амбари з ґрунтовою основою котловану або з ізоляцією стінок і днища плівкою з поліетилену чи полівінілхлориду та бентонітом. Для мінімізації негативного впливу на довкілля, на практиці застосовується метод відкачування рідкої фази та обвалування. Але, навіть за умов наявності надійного ізоляційного екрану, не можна вважати такий спосіб видалення відходів безпечним для довкілля. Найчастіше гідроізоляція амбарів відбувається лише шаром глини, а при ліквідації амбари засипають лише мінеральним ґрунтом. В результаті чого можливе забруднення прилеглих до шламових амбарів територій і, безпосередньо, підземних водних горизонтів [11].

Методи та матеріали. У 2019 році в Полтавській області було вперше запроваджено сучасний технологічний цикл із приймання, оброблення та утилізації відходів буріння, до яких увійшли відходи бурового шламу. Завдяки використанню технології очищення, нейтралізації та зневоднення бурових шламів «Фільтруючий басейн», доцільним стало повторне використання рідкої фази (технічної води) та видобутої породи. Оброблення відходів буріння проводилось на флокуляційній станції з використанням флокулянтів та коагулянтів, які пройшли сертифікацію в Україні.

Для визначання фізико-хімічних властивостей бурового шламу проводили лабораторні дослідження відходів бурових розчинів до очищення і сухого залишку після фільтрувального процесу. Встановлено, що сухий залишок складається з мінеральних складових (силікати та алюмосилікати материнських порід) і належать до відходів 4 класу безпеки. Зауважимо, що відповідно до таблиці 1 додатку Ж ДБН В.2.4-2-2005 алюмосилікатний шлам включено до переліку промислових відходів, які приймаються на полігон ТПВ без обмеження і використовуються як ізолювальний матеріал.

Сухий залишок знайшов своє застосування на полігоні побутових відходів м. Кременчука - для шарування та ізоляції побутового сміття. З метою фіксації змін впливу на довкілля, проводився моніторинг стану атмосферного повітря, ґрунту та підземних вод в зоні впливу полігону ТПВ.

Результати та обговорення. Для встановлення можливості використання відходів буріння при рекультиватії полігонів ТПВ, а саме при технічному етапі рекультиватії (вирівнювання полігону, ущільнення проміжного шару, укріплення укосів) проведено моніторингові дослідження впливу відходів на довкілля за період використання їх на полігоні ТПВ в якості ізолюючого матеріалу.

Визначено характеристики відходів, проаналізовано вплив на навколишнє природне середовище під час складування їх на діючому полігоні. Розглянуто можливість перспективного їх використання в процесі технічної рекультиватії, а саме в якості вирівнювального шару полігону, а також бічного зовнішнього ізоляційного шару, проміжного ізолювального шару.

Сухий залишок бурових шламів рекомендовано використовувати на полігоні ТПВ в якості ізолюючого шару, як альтернатива подрібненого будівельного сміття та промислових відходів. Однією з переваг такого заміщення є більш оптимальні фізичні властивості, якими характеризуються відходи, адже буровий шлам має глинисту консистенцію, яка менш сипуча, ніж промислові відходи та більш пластична і щільна. Завдяки цьому відходи використовувались не тільки для ізоляції шарів побутового сміття, але і для укріплення укосів.

Проводився моніторинг стану довкілля. Для оцінювання вивільнення біогазу з тіла полігону проводились дослідження наявності метану у атмосферному повітрі на полігоні ТПВ та у межах його санітарно-захисної зони.

Фонові показники для порівняльного аналізу приймаємо за результатами моніторингу стану довкілля у період, коли відходи бурового шламу не завозились на полігон ТПВ – 2014-2018 роки (табл. 1, 2). Для цього використовували 2 колодязя (№1 та №2).

Таблиця 1

Експериментально визначені концентрації з колодязю № 1

Інгредієнт	Нормативна концентрація, мг/дм ³	Фактичні концентрації, мг/дм ³				фонова концентрація
		2019 р. I півріччя	2019 р. II півріччя	2020 р. I півріччя	2020 р. II півріччя	
pH	6,5-8,5	7,55	7,27	7,55	7,18	7,01
Нітрити	≤3,3	< 0,003	0,005	0,008	0,004	0,21
Нітрати	≤50	11,4	11,1	4,30	156,1	207
Сухий залишок	≤1500	404	442,0	481,0	1512,5	1513
Хлориди	≤350	15,3	14,2	14,8	90,76	116
Сульфати	≤500	172	175,3	128,08	217,6	142
Fe	≤0,2	0,10	0,10	0,16	0,08	0,1
Cu	≤1	0,002	0,003	0,003	0,004	0,001
Pb	≤0,01	0,001	0,002	0,003	0,002	0,001
Ni	≤0,02	0,007	0,014	0,01	0,009	0,0012
Cd	≤0,001	0,0002	0,0001	0,007	0,001	0,0001

Таблиця 2

Експериментально визначені концентрації з колодязю № 2

Інгредієнт	Нормативна концентрація, мг/дм ³	Фактичні показники, мг/дм ³				фонова концентрація
		2019 р. I півріччя	2019 р. II півріччя	2020 р. I півріччя	2020 р. II півріччя	
pH	6,5-8,5	7,81	7,44	7,36	7,81	7,01
Нітрити	≤3,3	0,006	0,096	0,004	0,003	0,21
Нітрати	≤50	15,4	21,9	35,1	8,6	207
Сухий залишок	≤1500	315,0	310,0	705	391,5	1513
Хлориди	≤350	23,0	21,3	18,44	24,11	116
Сульфати	≤500	44,6	77,3	148,43	63,6	142
Fe	≤0,2	0,10	0,10	0,12	0,1	0,1
Cu	≤1	0,002	0,003	0,003	0,003	0,001
Pb	≤0,01	0,002	0,002	0,003	0,003	0,001
Ni	≤0,02	0,006	0,014	0,008	0,005	0,0012
Cd	≤0,001	0,0001	0,0001	0,000	0,001	0,0001

Із табл.1 робимо висновок, що якість води у колодязі № 1 на протязі досліджень відповідала санітарним нормам.

Аналізуючи табл. 2 констатуємо, о якість води у колодязі № 2 відповідала санітарним нормам.

Отже, за результатами проведених досліджень констатуємо, що спостерігається зменшення рівня забруднення підземних вод.

Аналіз впливу полігону ТПВ під час використання відходів бурового шламу на ґрунти та атмосферне повітря проводився по 5 точках на території полігону, а також у межах його санітарно-захисної зони (рис. 1, табл. 3). Як і у попередніх дослідженнях, за фонові показники приймаємо результати моніторингу у період коли відходи бурового шламу не завозились на полігон ТПВ.

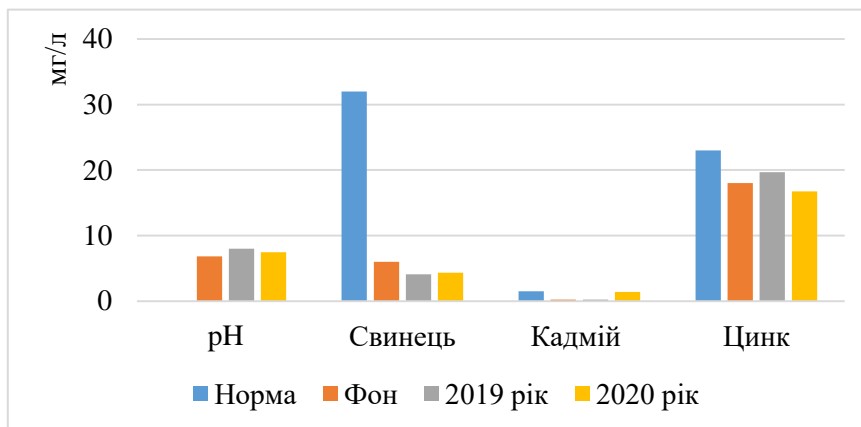


Рис. 1. Результати досліджень ґрунту

Таблиця 3

Результати досліджень атмосферного повітря

Інгредієнт	Нормативна концентрація, мг/м³	Фактичні показники, мг/м³		
		2019 р.	2020 р.	фонова концентрація
Азоту діоксид	0,2	0,14	0,17	0,08
Ангідрид сірчистий	0,5	0,04	0,06	0,3
Вуглецю оксид	5,0	0,48	0,66	2,4
Метан	50,0	0,008	6,55	6,5
Формальдегід	0,035	0,00001	0,00001	0,028
Сірководень	0,008	0,0001	0,0001	0,005

У цілому на всіх точках концентрації забруднюючих речовин не перевищують гранично допустимі норми. Загалом, є тенденція до зменшення ступеня забрудненості ґрунтів з віддаленням від контурів полігону ТПВ. У порівнянні з фоновими пробами, простежується збільшення концентрації кадмію, але концентрація знаходиться у межах допустимих норм.

Аналіз стану атмосферного повітря вказує на неперевищення нормативних концентрацій забруднюючих речовин в зоні впливу полігону ТПВ (табл. 3). Концентрація метану досить незначна, що свідчить про відсутність неконтрольованого вивільнення полігонного газу назовні з полігону.

Концентрація метану, що наближена до гранично-допустимої максимально разової (50,0 мг/м³), зафіксована на відкритій карті відходів, яка експлуатувалась на момент проведення досліджень. Але, при віддаленні показник метану стрімко знижувався і вже на відстані 50 метрів від робочої карти складав менше 7 мг/м³. Концентрація метану в межах санітарно-захисної зони полігону ТПВ близько 7,0 мг/м³.

Отримані результати вказують на те, що на відкритій робочій карті полігону біогаз вільно виходить назовні. При якісному ущільненні шару побутового сміття інертними стабілізуючими відходами біогаз залишається у тілі полігону, що є безпечним, адже полігон обладнано системою збирання, відведення та утилізації біогазу.

Висновки. При розміщенні на полігоні ТПВ сухого залишку бурового шламу в якості ізолюючого матеріалу та технічного ґрунту для укріплення укосів не відбулось негативного впливу на довкілля. Прослідковувалась тенденція покращення якості води. Негативного впливу на ґрунти та підземні води теж не зафіксовано.

Ущільнення побутових відходів відходами сухого залишку бурового шламу не погіршило процес дегазації полігону. Вилучення та утилізація біогазу проходили в оптимальному режимі.

За результатами проведених досліджень ми прийшли до висновку, що сухий залишок бурових шламів отриманий за технологією «Фільтрувальний басейн» доцільно використовувати не тільки для шарування та укріплення укосів полігону побутових відходів (сміттєзвалищ), але і у технологічному процесі їх рекультиватії. Це дає як економічний, так екологічний ефект. При цьому зменшується кількість амбарів бурових шламів, вирішуються питання утилізації відходів, зменшується кошторисна вартість виконання робіт з рекультиватії полігонів і сміттєзвалищ, а також знижуються витрати на утилізацію бурових відходів.

У подальшому вбачаємо перспективним дослідження методів поводження з відходами буріння та пошук шляхів їх використання як вторинної сировини.

Література

1 Шмандій В.М.Солошич І.О., Колеснік Д.В. Управління екологічною небезпекою твердих побутових відходів регіону. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2021. Вип. 2/2021. С. 51–56.

2 В. В. Попович, В. А. Кучерявий. Екологічна небезпека фільтраційних водойм сміттєзвалищ. Збірник наукових праць. Вісник ЛДУ БЖД №12, 2015. С. 77-84.

3 Позняк С.П., Телегуз О.Г. Антропогенні ґрунти/Навчальний посібник/ - Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – 200 с.

4 Годовська Т.Б., Гуреля В.В. Екологічний аналіз та моделювання розсіювання забруднюючих речовин з полігону твердих побутових відходів. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2012. Вип. 5/2012 (76). С. 115–118.

5 Корнієнко І. В., Кошма А. І. Стан і напрями розв'язування проблеми утилізації екологічно небезпечних побутових відходів. Чернігівський науковий часопис. Серія 2, Техніка і природа : електронний збірник наукових праць. Чернігів : ЧДІЕУ, 2012. № 1(3). С. 122–127.

6 Шмандій В. М., Клименко М.О., Голік Ю.С., Прищепя А.М., Бахарев В.С., Харламова О.В. Екологічна безпека. Підручник. Херсон, 2017. 337 с.

7 Мальований М. С., Голодовська О. Я., Пастернак М. І. Тверді побутові відходи м. Львова та їх вплив на довкілля. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». 2011. № 700 : Хімія, технологія речовин та їх застосування. С. 250–252.

8 Тітова А. О., Харламова О. В., Безденських Л. А., Бігдан С. А. Оптимізація системи управління твердими побутовими відходами у Кременчуцькій територіальній громаді. Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. 2021. Вип. 3/2021 (128). С. 51–56.

9 Пукіш А.В. Оцінка токсичності відходів буріння / А.В. Пукіш // Эко-технологии и ресурсосбережение. – 2008. – № 1. – С. 52 – 55.

10 Volodymyr Shmandiy, Liliya Bezdeneznych, Olena Kharlamova, Tetiana Rigas. Research of adsorption properties of glauconite-based composite adsorbents. Journal of Ecological Engineering. 2020, Vol. 21, No. 6, 2020, pp. 147-154.

11 К.А. Тимофеева Лабораторні дослідження впливу агресивних складових бурового шламу на фізико-механічні характеристики ґрунтоцементу. Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). Вип. 1(40) – 2014.– ПолтНТУ. – С. 259 – 267.

*V. Shmandii, A. Titova,
O. Kharlamova, T. Ryhas
Kremenчук Mykhailo Ostrohradskyyi
National University*

ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY THROUGH UTILIZATION OF DRILLING WASTE

Drilling waste is generated in the process of oil and gas production. In our country, sludge pits are most often used for their utilization, which are located directly on the territories of drilling stations, which requires significant free space. The fewer areas are allocated for waste storage, the more opportunities will be for rational use of land resources. Especially in the war and post-war period, the availability of vacant areas is of great importance. In order to reduce the level of danger posed by sludge pits, as well as to reduce the area for their placement, the problem of utilization of drilling waste, namely drilling mud is studied. The properties of waste are established and the results of monitoring the state of the environment in the area of waste disposal are analyzed. The situations in the absence of waste in a certain area and in the period when the waste began to be used in the technological process are comparatively analyzed. The expediency of using the method of waste disposal, which consists in using the dry residue of drilling mud in the reclamation of landfills, is substantiated. The application of this method gives an environmental effect on the reuse of drilling waste, as well as solves the problem of reclamation of landfills. Thus, a number of measures are implemented to prevent the adverse effects of drilling waste and solid waste landfill on the environment. No negative impact on the environment was observed when the solid residue of drilling mud was used as an insulating material and technical soil was applied for strengthening the slopes at the landfill. There was a tendency of improved water quality. No negative impact on soils and groundwater was recorded. Compaction of household waste with dry drilling mud residue did not worsen the landfill degassing process. Extraction and utilization of biogas took place in the optimal mode.

Based on our research findings, we have come to the conclusion that the dry residue of drilling mud obtained by the technology "Filter Pool" should be used not only for layering and strengthening the slopes of the landfill, but also in the process of reclamation. This gives both economic and environmental effects. At the same time, the number of drilling mud pits is reduced, waste disposal issues are resolved, the estimated cost of landfill and landfill reclamation works is reduced, and the costs of drilling waste disposal are reduced.

Key words: ecological safety, drilling waste, waste management, reclamation, utilization

References

- 1 Shmandii V.M., Soloshych I.O., Koliesnik D.V. Upravlinnia ekolohichnoiu nebezpekoiu tverdykh pobutovykh vidkhodiv rehionu. Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho. 2021. Vyp. 2/2021. S. 51–56.
- 2 V. V. Popovych, V. A. Kucheriavyi. Ekolohichna nebezpeka filtratsiinykh vodoim smittiezvalyshch. Zbirnyk naukovykh prats. Visnyk LDU BZhD №12, 2015. S. 77-84.
- 3 Pozniak S.P., Telehuz O.H. Antropohenni grunty/Navchalnyi posibnyk/ - Lviv: LNU imeni Ivana Franka, 2021. – 200 s.
- 4 Hodovska T.B., Hurelia V.V. Ekolohichniy analiz ta modeliuvannya rozsiuvannya zabrudniuiuchykh rehovyn z polihonu tverdykh pobutovykh vidkhodiv. Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho. 2012. Vyp. 5/2012 (76). S. 115–118.
- 5 Korniienko I. V., Koshma A. I. Stan i napriamy rozviazuvannya problemy utylizatsii ekolohichno nebezpechnykh pobutovykh vidkhodiv. Chernihivskyyi naukovyi chasopys. Seriya 2, Tekhnika i pryroda : elektronnyi zbirnyk naukovykh prats. Chernihiv : ChDIEU, 2012. № 1(3). S. 122–127.
- 6 Shmandii V. M., Klymenko M.O., Holik Yu.S., Pryshchepa A.M., Bakhariev V.S., Kharlamova O.V. Ekolohichna bezpeka. Pidruchnyk. Kherson, 2017. 337 s.
- 7 Malovanyi M. S., Holodovska O. Ya., Pasternak M. I. Tverdi pobutovi vidkhody m. Lvova ta yikh vplyv na dovkillia. Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika». 2011. № 700 : Khimiia, tekhnolohiia rehovyn ta yikh zastosuvannya. S. 250–252.
- 8 Titova A. O., Kharlamova O. V., Bezdieniezhykh L. A., Bihdan S. A. Optyimizatsiia systemy upravlinnia tverdymy pobutovymy vidkhodamy u Kremenchutskii terytorialnii hromadi. Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho. 2021. Vyp. 3/2021 (128). S. 51–56.

9 Pukish A.V. Otsinka toksychnosti vidkhodiv burinnia / A.V. Pukish // Экотехнологии в ресурсосбережении. – 2008. – № 1. – S. 52 – 55.

10 Volodimir Shmandiy, Liliya Bezdeneznych, Olena Kharlamova, Tetiana Rigas. Research of adsorption properties of glauconite-based composite adsorbents. Journal of Ecological Engineering. 2020, Vol. 21, No. 6, 2020, pp. 147-154.

11 K.A. Tymofieieva Laboratorni doslidzhennia vplyvu ahresyvnykh skladovykh burvoho shlamu na fizyko-mekhanichni kharakterystyky gruntotsementu. Zbirnyk naukovykh prats (haluzeve mashynobuduvannia, budivnytstvo). Vyp. 1(40) – 2014.– PoltNTU. – S. 259 – 267.