І. Ю. АБЛЕСЬВА, канд. техн. наук, ст. викл., Л. Д. ПЛЯЦУК, д-р техн. наук, проф.,
В. Ю. ЗІНЧЕНКО, інж., С. В. ЛУЦЕНКО, І. О. БЕРЕЖНА, І. О. ЯНЧЕНКО, аспіранти
Сумський державний університет

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗДІЛЕННЯ БУРОВОГО ШЛАМУ У ПОЛІ ДІЇ ВІДЦЕНТРОВИХ СИЛ

Мета статті полягає у визначенні ступеня ефективності роботи осушувача вертикального ОВШ-950, що супроводжується одержанням твердої фази з властивостями, необхідними для використання як товарного продукту.

Методи. Дослідженням підлягали зразки бурового шламу, одержаного у процесі буріння свердловин на Семиренківському газоконденсатному родовищі, яке знаходиться на території Шишацького району Полтавської області. Для встановлення закономірностей осушення шламу в ОВШ-950 для аналізу використовували буровий шлам різного генезису, тобто утворений у результаті буріння різних свердловин та на різних глибинах. Вологість зразків бурового шламу визначали згідно із стандартними методиками відповідно до ДСТУ Б В.2.1–17:2009 та ДСТУ ISO 11465–2001.

Наукова новизна. Встановлені науково обґрунтовані закономірності процесу осушення бурового шламу в осушувачі ОВШ-950, що дозволяє інтенсифікувати процес залежно від природи бурового розчину, який використовується у процесі буріння.

Практична значимість. Розділення бурових шламів, одержаних під час буріння свердловин, дозволяє зменшити кількість утворених бурових відходів та знизити витрати на приготування бурового розчину, завдяки повторному використанню рідкої фази.

Результати. Виходячи з отриманих результатів ступеня осушки бурового шламу на глиняно-полімерній основі та вуглеводній основі слід зазначити, що ступінь осушки шламу вища на глиняно-полімерній основі і складає майже 82 % в порівнянні з майже 56 %. Це обумовлюється хімічними та фізичними властивостями глиняно-полімерної основи шламу, а також водовіддачею. Показано результативність розділення бурових шламів, одержаних під час буріння свердловин із застосуванням різних основ для бурових розчинів, на центрифугі, та осушення осаду в осушувачі ОВШ-950. На підставі проведених досліджень щодо визначення ефективності роботи осушувача вертикального ОВШ-950 встановлено, що обладнання забезпечує ступінь осушення бурового шламу залежно від типу бурового розчину, що використовувався, на рівні від 51 % до 81 % для ІЕР Witer II та глиняно-полімерної основи відповідно.

Ключові слова: бурові відходи, центрифугування, осушувач вертикальний, відпрацьований буровий розчин, рециклінг.

doi:10.31721/2306-5435-2020-1-108-3-9

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Кожного року в Україні утворюється велика кількість бурових відходів, зокрема під час буріння однієї свердловини утворюється понад 1000 м³ відходів, з них бурового шламу – 355 м³, відпрацьованого бурового розчину – 371 м³, бурових стічних вод – 728 м³, які потребують подальшої переробки або утилізації [1]. Оскільки цей вид відходів різнокомпонентний, то і вибір способу та технології утилізації буде відрізнятися. Відходи буріння здебільшого складаються з бурового шламу, бурового розчину та домішок пробуреної геологічної породи на місці видобутку. На різних глибинах видобутку та на різних ділянках ці відходи мають різний склад та морфологію. Не зважаючи на 4 клас небезпеки відходів буріння [2], їх складування та подальше накопичення в амбарах негативно впливає на стан навколишнього середовища та його компонентів. Такі об'єкти є джерелом додаткового негативного техногенного навантаження на навколишнє природне середовище та ризиків настання потенційної техногенної аварії.

Таким чином, вбачається доцільним не захоронення чи складування, а переробка відходів буріння, зокрема бурових шламів, оскільки у своєму складі вони містять ресурсоцінні компоненти, які можуть бути використані як сировина в інших технологічних процесах.

Аналіз досліджень і публікацій. У світовій практиці існує кілька способів та методів утилізації бурових шламів, а саме: термічні – обробка високою температурою або спалювання, з подальшим отриманням бітумінозних залишків; фізичні – примусове розділення або сепарація у відцентровому полі, відстоювання, фільтрування; хімічні – екстрагування за допомогою розчинників, затвердіння за допомогою додавання органічних та неорганічних реагентів; фізико-хімічні – спеціальна обробка додатковими реагентами, які змінюють фізико-хімічні властивості (коагулянти, флокулянти) [3]; біологічні – мікробіологічне чи біотермічне розкладання нафтових вуглеводнів за допомогою мікроорганізмів та з додаванням спеціальних біопрепаратів [4].

Кожна технологія, що ґрунтується на тому чи іншому методі, має як переваги, так і недоліки, тому наукові дослідження вчених спрямовані на вирішення актуальних питань їх удосконалення згідно з вимогами екологічної безпеки та з урахуванням кінцевого практичного результату. З огляду одержання цінних продуктів, які можуть бути використані повторно під час буріння та в якості будівельної сировини чи складової палива, найбільш перспективною, екологічно та економічно ефективною технологією переробки нафтових шламів є їх сепарація та розділення у відцентровому полі на окремі фази з подальшим фізико-хімічним обробленням та отриманням корисних компонентів. З цієї метою оптимальним є використання трикантеру, у якому відбувається трьохфазне розділення, тобто одночасне розділення суспензії на дві незмішувані рідини (воду та нафту), які роздільно поступово вивантажуються, та тверду фазу (механічні домішки), що і становить основну відмінність від декантера та звичайної центрифуги [5, 6].

Під час розділення шламів на фази отримують нафтовмісну суміш, яку в подальшому можна використовувати як сировину та тверду фазу. Тверду фазу піддають осушуванню в осушувачах горизонтальних чи вертикальних залежно від необхідної продуктивності, після чого сухий шлам можна використовувати в якості сумішей для виробництва будівельних матеріалів та дорожнього покриття [7].

На території України виробником центрифуг для розділення бурових шламів, та осушувачів, які використовуються в подальшій переробці шламів, є ТОВ «Укрнафто-запчастина» [8]. Новітньою та інноваційною розробкою підприємства для нафтопромислової галузі є установка-осушувач ОВШ-950. Ця установка призначається для осушення бурового шламу з метою запобігання забруднення навколишнього середовища та суттєвого зниження витрат на приготування бурового розчину. Дорогі промивні рідини можуть відновлюватися з бурового шламу. За допомогою установки забезпечується висока продуктивність 30–50 тонн/год і висока ефективність осушення (концентрація твердої фази 3–5 %).

Вивчаючи іноземний досвід у галузі розділення та осушення шламів, відцентрове устаткування на світовий ринок поставляють такі виробники: німецькі фірми «Хіллер», «Вестфалія Сепаратор», «Флотвег», «КХД», шведська фірма «Альфа Лаваль», французька фірма «Гінард», японські «Чорі», «Куріта», російські «СЕТКО», американська «Decanter Machine Inc.» [9]. Установки ТОВ «Укрнафтозапчастина» не поступаються за якістю закордонним аналогам, однак нове обладнання потребує випробування та детального дослідження ефективності застосування на практиці для розв'язання конкретних задач.

Процес зневоднення й розділення бурового шламу на компоненти, та осушення шламу в осушувачах потребує детального дослідження для кожної нової установки, що і становить актуальність теми статті та визначило предмет і задачі дослідження.

Постановка задачі. Для очищення обважнених і необважнених бурових розчинів від надмірного вмісту твердої фази і регенерації обважнювача з обважнених бурових розчинів у процесі буріння нафтових і газових свердловин найбільш ефективними є центрифуги безперервної дії із шнековим вивантаженням осаду різного типу.

Мета дослідження полягає у визначенні ступеня ефективності роботи осушувача вертикального ОВШ-950, що супроводжується одержанням твердої фази з властивостями, необхідними для використання як товарного продукту.

Для досягнення мети поставлено такі завдання дослідження:

охарактеризувати принцип дії центрифуги та осушувача, та можливість розділення бурових шламів, утворених у результаті використання бурових розчинів на різних основі;

встановити та проаналізувати зміну показників вологості для досліджуваних зразків;

оцінити ступінь осушення як параметр ефективності роботи осушувача ОВШ-950.

Ефективність роботи центрифуги визначається ступенем вилучення твердих часток з бурового шламу, що дозволяє повторно використовувати регенований відпрацьований буровий розчин, довівши його до необхідної якості за необхідності додаванням відповідних реагентів. Такий спосіб поводження з буровими відходами повністю відповідає вимогам раціонального природокористування за рахунок економії на хімічних реагентах та воді для приготування бурового розчину та заміни природних ресурсів для приготування різних композицій для широкого спектру будівництва одержаною сухою твердою фазою. З позицій ефективного подальшого використання сухого залишку з урахуванням необхідності транспортування та специфіки цільового застосуван-

ня ступінь осушення виступає функцією оптимізації, яка прагне до максимуму. При цьому криві ступеня осушення та затрат енергії будуть взаємопротилежні, і саме на їх перетині досягається максимальний ефект. У зв'язку з цим головною задачею дослідження є оптимізація процесу осушення твердої фази з урахуванням екологічних та економічних факторів.

Викладення матеріалу та результати.

1. Характеристика та опис родовища.

Дослідженням підлягали зразки бурового шламу, одержаного у процесі буріння свердловин на Семиренківському газоконденсатному родовищі, яке знаходиться на території Шишацького району Полтавської області. В адміністративному відношенні Семиренківське ГКР розташоване у Шишацькому та Миргородському районі Полтавської області за 25 км на північний схід від м. Миргород (рис. 1).

Рис. 1. Оглядова карта Семиренківського родовища та карта-схема району розташування Семиренківського родовища [10]

У геологічній будові Семиренківського родовища, розташованого в межах приосьової зони центральної частини ДДЗ, беруть участь породи палеозойської, мезозойської та кайнозойської систем, загальною товщиною до 8,5 км. Колекторами є пісковики кварцові дрібно-середньозернисті тріщинуваті, з невисокими ємнісно-фільтраційними параметрами – пористість коливається у межах 7–10 %, проникність за лабораторними дослідженнями керну – $0,8\text{--}114 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$. Тип колекторів визначається як поровий, тріщино-поровий [11].

У геоморфологічному відношенні Семиренківське родовище розміщене в Придніпровській низовині в долині р. Псел, лівої притоки р. Дніпро. Водозабезпечення бурових робіт здійснюється за рахунок вод буцацького водоносного горизонту [11].

2. Характеристика зразків бурового шламу

Дослідженням підлягали зразки бурового шламу, відібрані на свердловинах № 77 Семиренківського родовища (№№ 1, 2, 5, 6), Мачухи № 54 (№№ 3 та 4) та на свердловинах з використанням бурового розчину на основі ІЕР Witer II (№№ 7–10), які наведено в табл. 1.

Об'єктом досліджень були зразки бурового шламу, які відбиралися на свердловинах, для буріння яких використовували буровий розчин на основі ІЕР Witer II. Хімічний склад такого розчину наведений на рис. 2, призначення якого полягає у первинному і вторинному розкритті продуктивних пластів, бурінні в аварійних зонах будь-якої складності, проведенні капітального ремонту свердловин, використанні як спеціальних рідин для тампонажу свердловин. ІЕР відрі-

зняється від інших розчинів застосуванням вуглеводневої рідини в якості дисперсійного середовища, а води або розчинів солей – як дисперсна фаза [12].

Таблиця 1

Досліджувані зразки бурового шламу

№ зразку	Розшифрування зразків
1	Зразок шламу № 1 на вході у центрифугу шламу на глино-полімерній основі
2	Зразок шламу № 2 на виході з центрифуги сухої фракції шламу на глино-полімерній основі
3	Зразок шламу № 3 на виході з центрифуги сухої фракції шламу на вуглеводневій основі
4	Зразок фугату № 4 на виході з центрифуги фугату на вуглеводневій основі
5	Зразок шламу № 5 на вході у центрифугу на глино-полімерній основі
6	Зразок шламу № 6 на виході з центрифуги сухої фракції шламу на глино-полімерній основі
7	Зразок шламу № 7 на вході у центрифугу шламу на основі ІЕР Witer II
8	Зразок шламу № 8 (без промивки)
9	Зразок шламу № 9 (з промивкою)
10	Зразок шламу № 10 на виході з центрифуги сухої фракції шламу на основі ІЕР Witer II

Вуглеводнева рідина утворює фільтрат розчину, що забезпечує повне виключення проблеми втрати стійкості гірських порід на стінках свердловин і набухання глинистих мінералів у пластах-колекторах внаслідок їх гідратації. Таким чином, використання цього бурового розчину забезпечує оптимальні умови для безаварійного буріння і якісного розкриття продуктивних горизонтів.

Рис. 2. Хімічний склад бурового розчину

3. Параметри центрифуги

Осушувач вертикальний шламовий – вертикальна скидна центрифуга безперервної дії призначена для прийому бурового розчину зі свердловини і очищення його від вибуреної породи при бурінні нафтових і газових свердловин, в складі циркуляційних систем бурових установок. Є можливість використовувати центрифугу як при амбарному так і безамбарному

(маловідходному) бурінні, тому що він дозволяє одержати вихід шламу низької вологості. Осушувач має сучасну конструкцію, яка дозволяє обробляти різні об'єми шламу, в середньому до 50 тонн. Уміст вуглеводневої суміші в осушеному шламі, яка скидається з осушувача, зазвичай становить < 5–6% від початкової ваги.

Осушувач вертикальний шламовий ОВШ-950 – це вертикальна скидна центрифуга безперервної дії, технічні характеристики якої наведені в табл. 2. Вона призначена для очищення бурових розчинів від надмірного вмісту твердої фази і регенерації обважнювача із обважнених бурових розчинів в процесі буріння нафтових і газових свердловин, для зневоднення стічних вод, для очищення масел та інших матеріалів від механічних домішок.

Вертикальний осушувач, до складу якого входить високошвидкісна вертикальна центрифуга, яка забезпечує максимальну сепарацію рідини і твердої фази у великих обсягах, використовується для повернення бурового розчину з бурових шламів у систему з утилізації бурових шламів. ОВШ-950 забезпечує максимізацію переробки бурових розчинів, і мінімізацію відходів буріння з метою економії витрат для операторів. Вертикальний осушувач використовується для бурових розчинів як на вуглеводній, так і на водній основі. При цьому, існують істотні переваги ОВШ:

для бурового шламу на вуглеводній основі вміст органіки може бути зменшено до 3–5 %;

для бурового шламу на водній основі вміст вологи знижується до рівня нижче 50 % зазвичай, що полегшує його транспортування;

повернення бурових розчинів для повторного використання задовольняє вимогам раціонального природокористування та є економічно ефективним підходом за рахунок економії коштів на закупівлю сировинних матеріалів для приготування бурових розчинів, оскільки дорогі промивні рідини можуть відновлюватися з шламу, як і весь буровий розчин, втрачений через відмову вібросит;

зменшення кількості бурових відходів, що є економічно виправданим з точки зору подальшої утилізації.

Таблиця 2

Технічні характеристики осушувача вертикального шламового ОВШ-950

Технічні характеристики	Значення	Технічні характеристики	Значення
Продуктивність, тонн/год	30–50	Тиск пневмоножа, МПа	0,7
Діаметр макс., мм	950	Подача пневмоножа, м³/хв	1,8
Щілинний зазор сита, мм	0,3–0,9	Насос очисний, шт	1
Швидкість обертання, об/хв		Потужність, кВт	
сита	1200	двигуна	55
ротора	1180	масляного насоса	0,55
двигуна	1500	очисного насоса	4
Відцентровий фактор поділу	764	Габарити, мм	2724×1882×2171
Об'єм масляного бака, л	47	Вага, кг	4400

4. Методика дослідження

Проби відбирали у трьох кратному повторенні для забезпечення статистичної значимості результатів вимірювань. Дослідженням підлягали зразки на всіх етапах розділення бурового шламу, причому первинним був вихідний зразок на вході в центрифугу. Для встановлення закономірностей осушення шламу в ОВШ-950 для аналізу використовували буровий шлам різного генезису, тобто утворений у результаті буріння різних свердловин та на різних глибинах. Оскільки для кожного етапу життєвого циклу буріння свердловини використовується різного складу буровий розчин, то досліджувалися шлами, до складу яких входили відпрацьовані бурові розчини на глиняно-полімерній основі, вуглеводневій основі, зокрема на основі ІЕР Witer II.

Вологість зразків бурового шламу визначали згідно із стандартними методиками відповідно до ДСТУ Б В.2.1–17:2009 та ДСТУ ISO 11465–2001 [13, 14]. Як рекомендовано за методикою [14], оброблені проби зразків відходів зважували з дотриманням вимог щодо похибки вимірювання, яка не повинна перевищувати 0,5–0,7 %.

Абсолютну вологість бурового шламу W у відсотках, яка визначає масову частку води у шламі, обчислювали за формулою

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} \times 100\%, \quad (1)$$

де m_0 – маса сухого порожнього бюкса з кришкою, г; m_1 – маса закритого бюкса з вологим буровим шламом, г; m_2 – маса закритого бюкса з висušеним у сушильний шафі буровим шламом, г.

Масову частку сухої речовини W_{dm} , % розраховували за формулою

$$W = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100\%. \quad (2)$$

Ефективність ступеню осушення E визначали за формулою

$$E = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%, \quad (3)$$

де W_1 – вологість зразку шламу до осушувача (на вході), %; W_2 – вологість зразку шламу після осушувача (на виході), %.

5. Результати та обговорення

За одержаними даними щодо величини абсолютної вологості бурового шламу розраховували середнє арифметичне відносної вологості трьох паралельних визначень. Результати усередненого значення відносної вологості бурового шламу можна надати у вигляді гістограми, що зображена на рис. 3.

Рис. 3. Вологість досліджуваних зразків бурового шлам

Ефективність ступеня осушки в центрифугі для бурового шлам на глиняно-полімерній основі для зразків № 1 та № 5 становить 81,45 % та 80,55 % відповідно.

Ефективність ступеня осушки в центрифугі для бурового шлам для зразків № 7, № 8 та № 9 становить 51,37 %, 50,63 % та 55,71 % відповідно.

Виходячи з одержаних результатів ступеня осушки бурового шлам на глиняно-полімерній основі та вуглеводній основі слід зазначити, що ступінь осушки шлам вища на глиняно-полімерній основі і складає майже 82 % в порівнянні майже 56 %. Це обумовлюється хімічними та фізичними властивостями глиняно-полімерної основи шлам, а також водовіддачею. У світовій практиці зустрічається [15] утилізація та поділ бурових шламів у вертикальних та горизонтальних центрифугах.

Для зневоднення шлам в основному застосовуються стрічкові вакуум-фільтри, рідше пульсуючі, осаджувальні або осаджуючо-фільтруючі центрифуги. Всі ці апарати дозволяють одержувати вологу в межах 28–35 % на вакуум-фільтрах і 25–32 % – на центрифугах [9].

Варто зазначити, що ступінь осушення шлам залежить від режиму роботи центрифуги, а саме швидкості обертів та швидкості подачі бурового шлам. Одержані у результаті проведеного дослідження дані відповідають не найбільш осушуючим режимам роботи ОВШ-950. Виходячи з цього, у разі налаштування центрифуги на найбільш осушуючий режим роботи можна одержати більш осушену шламову масу і більш високу концентрацію обважнюючих частин у рідкій фазі розчину.

Також потрібно відмітити, що буровий шлам з вуглеводного розчину з високим вмістом обважнюючих часток, а саме барит, істотно ускладнює процес осушення бурового шлам, та вимагає увімкнення усіх систем внутрішнього очищення центрифуги.

У разі розділення бурового шлам ефективним є застосування комплексного підходу, тобто проведення його розділення та осушення послідовно з використанням різних установок: центрифуг, осушувачів, що сприяє підвищенню ефективності розділення на фази, використання рідкої фази повторно для приготування бурового розчину, та застосування твердої фази як вторинної сировини (дрібного заповнювачу) для виробництва будівельних матеріалів чи композиційних матеріалів.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Для наочної демонстрації ефективності роботи установки та визначення параметрів розділення бурового шлам було проведено експериментальне дослідження 10 різних зразків шлам та фугату. Оскільки шлами мають різний як хімічний, так і мінералогічний склад, проведено їх осушення на установці ОВШ-950 з подальшим аналізом результатів, встановлення залежностей між складом бурового шлам та його вологовіддачею, а також моделюванням для підвищення ефективності осушення та подальшого використання продукту.

1. Показано результативність розділення бурових шламів, одержаних під час буріння свердловин із застосуванням різних основ для бурових розчинів, на центрифугі, та осушення осаду в осушувачі ОВШ-950.

2. Встановлено, що у разі застосування установки ОВШ-950 для осушення шлам, одержаного після розділення бурового шлам на центрифугі, ефективність осушення варіюється від 51 % для шлам на основі ІЕР Witer II до 82 % для шлам на глиняно-полімерній основі.

3. На підставі проведених досліджень щодо визначення ефективності роботи осушувача вертикального ОВШ-950 встановлено, що обладнання забезпечує ступінь осушення бурового

шламу залежно від типу бурового розчину, що використовувався, на рівні від 51 % до 82 % для ІЕР Witer II та глиняно-полімерної основи відповідно.

Подяка. Дослідження виконувались у межах договору № 51.16-2020.СП/200 на розробку та передачу науково-технічної продукції на замовлення ТОВ «Укрнафтозапчастина». Проведені дослідження відповідають плану науково-дослідних робіт кафедри прикладної екології Сумського державного університету, пов'язаних із тематикою «Зниження техногенного навантаження на навколишнє середовище підприємств хімічної, машинобудівної промисловості та теплоенергетики» (номер держреєстрації 0116U006606).

Список літератури

1. **Рикусова Н. І.** Вплив на навколишнє природне середовище (нпс) бурових робіт та відходів буріння нафтогазових свердловин. Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Сер. : Механіко-технологічні системи та комплекси. Харків : НТУ "ХПІ", 2017. № 20 (1242). С. 98-102.
2. **Ahammad Sharif M. D., Nagalakshmi N. V. R., Srigowri Reddy S., Vasanth G., Uma Sankar K.** Drilling Waste Management and Control the Effects. Journal of Advanced J Chemical Engineering. 2017. Vol. 7, Issue 1. 1000166. DOI: 10.4172/2090-4568.1000166.
3. **Shkop A., Tseitlin M., Shestopalov O.** Exploring the ways to intensify the dewatering process of polydisperse suspensions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 6, Issue 10 (84). P. 35–40. doi: 10.15587/1729-4061.2016.86085.
4. **Шапоров В. П., Шестопалов О. В., Мамедова О. О., Бахарєва Г. Ю.** та ін. Біологічні методи охорони навколишнього середовища від забруднення нафтопродуктами: монографія. Х.: НТУ «ХПІ», 2015. 216 с.
5. **Seader, J.D., Henley, E.J., Roper, D.K.**, Separation Process Principles, Wiley, New York, 2011.
6. **Mersmann, A., Kind, M., Stichlmair, J.**, Thermal Separation Technology, Springer, Berlin, 2011.
7. **Рикусова Н. І.** Сучасні методи переробки та утилізації відходів буріння нафтогазових свердловин. Екологічні науки. 2018. Випуск 1 (20), Том 2. С. 130–135.
8. ТОВ «Укрнафтозапчастина». Режим доступу: <http://ukrnz.com.ua/>
9. **Шкоп А.О.** Закономірності процесів розділення шламових вод з полідисперсною твердою фазою в осаджувальних центрифугах: дисертація ... канд. техн. наук, спец.: 05.17.08 – процеси та обладнання хімічної технології; наук. керівник М.А. Цейтлін. Суми: СумДУ, 2017. 136 с.
10. ДНВП «Геоінформ України». Режим доступу: <http://geoinf.kiev.ua/wp/interaktyvni-karty-spetsdozvoliv.htm>
11. **Грищенко О.Л.** Звіт з оцінки впливу на довкілля планованої діяльності Семиренківського газоконденсатного родовища. Реєстраційний номер справи про оцінку впливу на довкілля планованої діяльності 20187111203. 2018. С. 10, 132.
12. ТОВ «Геосинтез інженіринг». Witer II - інвертний емульсійний буровий розчин. Режим доступу: <http://gse.ua/produktiya/sistemi-promivalnikh-ridin/272-witer-ii-invertnij-emulsiynij-burovij-rozchin.html>.
13. Грунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей : ДСТУ Б В.2.1-17:2009. – [Чинний від 2010-10-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – IV, 34 с. – (Національний стандарт України).
14. Якість ґрунту. Визначання сухої речовини та вологості за масою. Гравіметричний метод : ДСТУ ISO 11465–2001. – [Чинний від 2003-01-01]. – К.: Держстандарт України, 2002. – IV, 5 с. – (Національний стандарт України).
15. **Cannon R. W., MI-Swaco, Dale Martin.** Reduction of Synthetic Based Fluid Discharges Offshore by the Use of Vertical Basket Centrifuges. Society of Petroleum Engineers Inc., 2001.

Рукопис подано до редакції 02.10.2020

УДК 622.02 : 552.513.1

С.Ф. ВЛАСОВ, д-р техн. наук, професор, С.Є. ТИМЧЕНКО, канд. техн. наук, доцент,
Є.В. МОЛДАВАНОВ, аспірант
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПІСКОВИКІВ, ЩО ЗАЛЯГАЮТЬ У ПОКРІВЛІ РОЗРОБЛЮВАНИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ В УМОВАХ ШАХТ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

Мета. Виконати статистичний аналіз фізико-механічних властивостей пісковиків (щільності, пористості, межі міцності на стиск, тріщинуватості та водопритливості), як окремої літологічної підсистеми, на підставі комплексу зібраних даних геологічного прогнозу шахт Західного Донбасу і встановити закономірності розподілу випадкових величин.

Методи дослідження. У роботі використано статистичний метод дослідження геологічних даних технічної документації, який спрямовано на збір первинного статистичного матеріалу, обробку, систематизацію та групування,