

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Корнієнка Валерія Ярославовича**: «Розвиток наукових основ процесів видобутку і вилучення бурштину з природних та техногенних покладів», поданої для здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.09 – Геотехнічна і гірнича механіка.

На рецензію подано дисертацію, автореферат та опубліковані роботи.

Дисертація містить вступ, п'ять розділів, загальні висновки, список використаної літератури зі 178 найменувань та 13 додатків. Загальний обсяг дисертації складає 311 сторінок: обсяг основного тексту 266 сторінок, 54 рисунки, 26 таблиць, 45 стор. додатків. Рукопис структуровано відповідно до встановлених вимог. Автореферат за формою і змістом є послідовним скороченим викладом тексту дисертації. Автореферат і опубліковані роботи повністю розкривають основні положення дисертаційної роботи.

### 1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Україна має значні запаси бурштину, родовища яких знаходяться в умовах різних гірничо-геологічних характеристик і вміщуючих порід, що потребує додаткових досліджень для вдосконалення технології видобутку з урахуванням техногенних і екологічних обставин.

Удосконалення технології видобутку бурштину можливе шляхом використання свердловинного механіко-гідравлічного способу з використанням основних факторів впливу: води, повітря і вібрації. В даний час цей спосіб використовується обмежено у зв'язку з величезним розходженням гірничо-геологічних характеристик родовищ і вміщуючих порід.

При розробці бурштиновмісних родовищ механічним або гідравлічним методами бурштин класом крупності –5,0 мм не видобувається в процесі переробки гірської маси, а іде у відвал. Потенційним джерелом його видобутку можуть стати відпрацьовані родовища із забалансовими запасами, які є техногенними покладами.

Переваги свердловинного гідровидобутку бурштину нівелюються втратами корисного компоненту у ціликах і відвалах, які перевищують 50 %, тому проблему, яку досліджує автор, з видобутку бурштину потребує виявлення недоліків існуючих технологій та усунення їх на більш високому науковому і технічному рівнях.

В існуючих технологіях видобутку бурштину із піщаних та піщано-глинистих порід не передбачено механізму скорочення його витрат.

Для підвищення ефективності процесу з вилучення кінцевого продукту та скорочення витрат енергії, води та повітря необхідно удосконалити технологію руйнування гірських порід і устаткування для сегрегації.

Також у запропонованих технологічних схемах не передбачено екологічну складову, можливість рекультивації відходів видобутку, тоді як їхній техногенний характер потребує додаткових досліджень і розробки рекомендацій з технології та устаткування з урахуванням екологічної складової.

Таким чином, для підвищення ефективності процесу видобутку і вилучення бурштину необхідні додаткові дослідження зі встановлення залежностей впливу факторів на процес переробки бурштиновмісної гірничої маси, розробки методів вилучення бурштину, спрямованих на вирішення проблеми вдосконалення геотехнології для розробки родовищ бурштину у конкретних умовах, що потребує суттєвої реконструкції технологічного процесу з урахуванням гірничо-геологічних умов, вимог екології в комплексі з технічними рішеннями для реалізації запропонованих процесів.

Отже, мало продуктивні технології з видобутку бурштину підтверджують актуальність обраної теми дисертаційної роботи В. Я. Корнієнка, що спрямована на встановлення залежностей впливу домінуючих факторів на процес вилучення бурштину в процесі переробки бурштиновмісної гірничої маси, порядку взаємодії і послідовності операцій з видобутку бурштину в умовах піщаних та піщано-глинистих родовищ методом системного аналізу та розробці методів розрахунку параметрів процесів з урахуванням економічної доцільності використання запропонованого комплексного методу вилучення для підвищення пошарового видобутку бурштину з бурштиновмісної гірської маси.

## **2. Зв'язок роботи з пріоритетними напрямками**

Робота відповідає «Загальнодержавній програмі розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року» (Закон України від 21 квітня 2011 року № 3268-VI), проводилась в Інституті геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України (ІГТМ) за держбюджетною тематикою на тему: «Дослідження особливостей і аналіз параметрів динамічних режимів геотехнологічних систем» (№ держ. реєстрації 0117U003056) та науковою тематикою кафедри розробки родовищ та видобування корисних копалин Національного університету водного господарства та природокористування (НУВГП) (тема: «Видобування та переробка корисних копалин», № держ. реєстрації 0114U001147), в якій автор був відповідальним виконавцем.

Робота відповідає «Стратегії розвитку Рівненської області на період до 2020 року» в розділі «Природні ресурси Рівненської області», «Програмі розвитку мінерально-сировинної бази Рівненської області» (рішення облради від 18.12.2014 № 1374).

### 3. Структура та зміст дисертаційної роботи

Дисертація містить вступ, п'ять розділів, загальні висновки, список використаної літератури зі 178 найменувань та 13 додатків. Загальний обсяг дисертації складає 311 сторінок: обсяг основного тексту 266 сторінок, 54 рисунки, 26 таблиць, 45 стор. додатків.

У **вступі** автором обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання дослідження, ідею, об'єкт і предмет досліджень, наукову новизну одержаних результатів.

У **першому** розділі наведений аналіз стану вивченості геотехнічних способів видобутку бурштину. Сформульовано задачі досліджень, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети.

У **другому розділі** представлені результати експериментальних досліджень впливу густини середовища і вібраційного збудження при гідромеханічному способі видобутку бурштину.

В роботі представлені експериментальні дослідження впливу густини середовища і вібраційного збудження при гідромеханічному способі видобутку бурштину, визначені параметри робочого процесу та представлені характеристики робочого середовища, отриманні додаткові дані для аналітичних розрахунків.

У **третьому розділі** проведений теоретичний аналіз умов процесу спливання бурштину в щільних піщано-глинистих суспензіях з густиною 1,3-1,7 г/см<sup>3</sup>.

Для цього автором досліджено процес розділення та розподілу фракцій в полідисперсній рідині на віброкласифікаторі комплексної дії з визначенням коефіцієнта кінематичної в'язкості пульпи. Проведено розрахунок швидкості вільного осадження фракцій піску і спливання бурштину та визначено швидкості стиснутого осадження фракцій піску і спливання бурштину.

Встановлені залежності швидкості руху фракцій піску і бурштину в ванні віброкласифікатора від їхньої крупності і густини суспензії, особливо для найменших фракцій бурштину до 5 мм.

У **четвертому розділі** розроблено математичні моделі процесу гідромеханічного видобутку бурштину: математичне моделювання процесу спливання фракцій бурштину в суміші «вода-пісок», моделювання процесів

спливання фракцій бурштину в дисперсних середовищах, моделювання розподілу концентрації бурштину на поверхні родовища з визначенням часу спливання різних фракцій бурштину на поверхню при різних режимах роботи вібраційного класифікатора.

У п'ятому розділі запропоновано практичну реалізацію результатів досліджень з розробкою технологічної пропозиції впровадження технології пошарової переробки бурштиновмісних піщаних та піщано-глинистих ґрунтів комплексним методом. Запропонована технологічна схема пошарової переробки піщано-глинистої бурштиновмісної сировини, яка пропонує комплексний метод видобутку бурштину з технологічним обладнанням, що використовує комплекс факторів для вилучення бурштину при класифікації у вібраційному класифікаторі.

За результатами проведених теоретичних та експериментальних досліджень запропонована технологія пошарового видобутку бурштину, яка має цілий ряд переваг над існуючою гідромеханічною та свердловинною технологіями, а саме:

- максимальне вилучення бурштину, що складає  $90 \div 95$  %;
- технологія вилучення бурштину дозволяє залучати в процес видобутку максимальні масові фракції бурштину, що залишаються в масиві при інших способах;
- більша продуктивність комплексу;
- екологічність технології з максимально стислими термінами введення вироблених площ у сільськогосподарське виробництво.

В результаті досліджень підтверджено дієвість, екологічність, ефективність комплексної дії вібрації, підвищеної густини гідравлічної суміші і повітряних потоків барботажу у гідравлічному середовищі при вилученні бурштину гідромеханічним способом, реалізований вібраційним класифікатором нової конструкції для видобутку бурштину з бурштиновмісних родовищ, технічну новизну якого підтверджено патентами України, розроблено методику його інженерного розрахунку.

#### **4. Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність і новизна**

Обґрунтованість і достовірність результатів підтверджуються застосуванням фундаментальних методів теорії ймовірності, теоретичної механіки, адекватністю математичних моделей реальним процесам з розбіжністю теоретичних і експериментальних даних не більше 5 %, позитивними результатами випробувань.

Новизна одержаних наукових результатів полягає у тому, що:

1. Вперше експериментально доведено підвищення ефективності вилучення бурштину з бурштиновмісної гірської маси за рахунок комплексної дії вібрації, підвищеної густини гідравлічної суміші та повітряних потоків барботажу у гідравлічному середовищі при вилученні. На цій основі запропоновано комплексний метод переробки бурштиновмісної сировини.

2. Встановлено домінуючі фактори впливу на кількість вилучення бурштину у вигляді частоти коливань, амплітуди, густини середовища і дії барботажу.

3. Доведено, що швидкість спливання бурштину є технологічним показником, по якому розраховуються продуктивність установки та ефективність вилучення бурштину.

## **5. Практичне значення отриманих результатів, повнота викладу основних результатів дисертації в опублікованих роботах**

Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей впливу вібрації, повітряних потоків у камері з оборотною водою підвищеної густини на процес видобутку бурштину, властивостей гірської маси і особливостей устаткування для вибору раціональних параметрів технологічної схеми та розробці доказів можливості підвищення вилучення бурштину з бурштиновмісної гірської маси..

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що на основі отриманих наукових положень обґрунтовано нові технічні рішення та технологія з видобутку бурштину з бурштиновмісної гірської маси.

За результатами досліджень отримано:

1. Розроблені технічні пропозиції з вдосконалення технології видобутку бурштину з бурштиновмісних родовищ та підтверджена дієвість, екологічність, ефективність комплексної дії вібрації, підвищеної густини гідравлічної суміші і повітряних потоків барботажу в гідравлічному середовищі при вилученні бурштину гідромеханічним способом.

2. Створений вібраційний класифікатор для видобутку бурштину з бурштиновмісних родовищ, технічну новизну якого підтверджено патентами України.

3. Розроблена методика інженерного розрахунку вібраційного класифікатора для видобутку бурштину з бурштиновмісних родовищ.

*Реалізація результатів дослідження.* Розроблена «Технічна пропозиція і рекомендації удосконалення технології та устаткування видобутку бурштину комплексним методом з піщановмісних покладів в Рівненсько-Волинському

регіоні» впроваджена в ДП «Бурштинові копальні» (акт про впровадження від 20.03.2018 р.), очікуваний економічний ефект складає 500 тис. грн. на 1 га та ДП «Бурштин України» (довідка № 63 від 20.03.2018 р.) при удосконаленні технології та устаткування з видобутку бурштину комплексним методом на Клесівському родовищі, очікуваний економічний ефект до 1 млн грн.; при проектуванні виробничої ділянки та устаткування з видобутку бурштину комплексним методом на Клесівському родовищі в ДП «УкрНДІпроект» (протокол № 1 від 05.04.2018 р.), очікуваний економічний ефект складає більше 4 млн грн.; в ПАТ «Рафалівський кар'єр» (довідка № 116 від 26.01.2018 р.) при проведенні техніко-економічних обрахунків доцільності видобутку бурштину комплексним методом з піщановмісних родовищ у Рівненській області, очікуваний економічний ефект – більше 1 млн грн.

Розроблену «Методику з впровадження технологічної схеми переробки бурштиновмісної гірничої маси» запроваджено на ділянці видобутку бурштину у Володимирецькому районі Рівненської області (акт № 115 від 26.01.2018 р.). Очікуваний економічний ефект на стадії проектування складає більше 1 млн грн.

Результати досліджень використано Рівненською обласною державною адміністрацією при підготовці «Програми розвитку мінерально-сировинної бази» в розділі програми соціально-економічного розвитку області та «Стратегії розвитку Рівненської області на період до 2020 року» в розділі «Природні ресурси Рівненської області» (довідка № 01/6-375/2 від 27.04.2016 р.).

Методики рекомендується застосовувати при проектуванні засобів добування бурштину, що працюють в бурштиновмісних гірничих масивах.

Результати наукових досліджень опубліковано в 41 роботі, із них: 3 монографії (2 в іноземних виданнях, російською та англійською мовами), 17 статей у фахових виданнях, 2 статті у SCOPUS, 1 стаття Web of Science, 5 – у іноземних виданнях, 6 тез, 1 навчальний посібник, технічну розробку захищено 6 патентами України на винахід. Матеріали дисертації в повній мірі викладено у фахових виданнях та апробовано на багатьох наукових конференціях. Зміст автореферату повністю відображає одержані при виконанні дисертаційної роботи основні наукові та практичні результати.

## **7. Основні зауваження по роботі**

При всіх безперечних достоїнствах роботи слід вказати на ряд недоліків. На думку рецензента за змістом роботи можна зробити наступні зауваження.

1. При визначенні завдань досліджень пункт 2 потребує уточнення стосовно які фактори впливу маються на увазі при дезінтеграції бурштиновмісної суміші при вилученні бурштину.

2. В першому розділі автором при розгляді питань аналізу світового ринку бурштину необхідно було би надати більш повну інформацію щодо потужності родовища у Калінінградській області (в зв'язку з тим, що оцінювальні значення потужності родовища складають 90 % світового запасу) та конкретизувати обсяги видобутку бурштину на сьогодні. 100-700 т – це завелика розбіжність для видобутку.

3. Автором основну увагу сконцентровано на бурштині, який видобувають з піщаних та піщаноглинистих покладів Рівненської області, та не представлені дослідження в інших областях регіону (розділ 1,2). Чи можна з достовірністю говорити про однакові гірничо-геологічні умови залягання бурштину та застосування при видобутку бурштину пропонованої технології пошарової переробки піщано-глинистої бурштиновмісної сировини для інших бурштиновмісних родовищ.

4. При доведенні першого наукового положення автором стверджується що апроксимуючі залежності розподілу вмісту різних фракцій бурштину в бурштиновміному масиві за сортністю бурштину підкоряються поліному третього порядку з достовірністю апроксимації 0,49-0,53 (стор. 88). Але не наведено для зрівняння даних з поліномів іншого порядку, які можуть мати більші величини апроксимації.

5. При експериментальних дослідженнях для різних режимів роботи лабораторної установки розділу 2 в таблицях не вказано, при яких параметрах вібрації, подачі води та повітря відбувається дослідження.

6. За текстом дисертації розмірність фізико-механічних властивостей наведена не за системою СІ. Наприклад стор. 117 - густина середовища в  $\text{г} / \text{см}^3$  замість  $\text{кг} / \text{м}^3$ ; обсяг повітря для барботації суспензії  $\text{см}^3 / \text{с}$  замість  $\text{м}^3 / \text{с}$ .

7. З аналізу роботи слідує, що представлена технологія пошарової переробки піщано-глинистої бурштиновмісної сировини зосереджена в основному на вилученні найменших фракцій бурштину, дослідження з визначення параметрів для крупних фракцій представлено мало.

8. Автором при доведенні третього наукового положення стверджується (розділ 3), що швидкість стисненого спливання бурштину в піщано-глинистій гірській масі при збільшенні густини середовища має екстремальний характер. При цьому екстремальний характер визначається регресійним рівнянням степеневого характеру. Тоді потребує уточнення при яких умовах вірогідність реалізації спливання бурштину в піщано-глинистій гірській масі буде неможлива. А також потребує уточнення яку ступень має рівняння степеневого

характеру.

9. В четвертому розділі наведено результати комп'ютерного моделювання процесу всплуття бурштину на денну поверхню з бурштиновмісного масиву. При цьому отримана математична модель для розв'язання одновірних крайових задач для систем параболічних і еліптичних диференціальних рівнянь в частинних похідних (PDE) першого порядку по одній просторовій змінній і часу. Слід було привести приклад використаних вихідних даних для моделювання руху частинок в робочому просторі віброкласифікатору. Наприклад, коефіцієнти переходу з лабораторних на промислові випробування.

10. В технології вилучення бурштину при роботі вібраційного класифікатора необхідна наявність води, повітря та вібрації, в роботі не зовсім є зрозумілим чи можлива робота класифікатора при відсутності дії одного із факторів.

## **8. Загальні висновки по роботі**

Проведений аналіз дисертації В.Я. Корнієнко свідчить, що теоретичні та експериментальні дослідження виконані на високому науковому та технічному рівні, а одержані практичні результати необхідно використовувати в технологічному процесі видобутку бурштину з бурштиновмісних родовищ.

Сформульовані наукові положення та висновки дисертації достатньо обґрунтовані, мають наукову новизну, а наведені зауваження по роботі не знижують наукову та практичну цінність дисертаційної роботи.

Робота представлена з достатньою кількістю публікацій, надрукованих у фахових, іноземних цитованих виданнях, викладена технічно грамотно з використанням загальноприйнятої термінології. Оформлення роботи відповідає правилами оформлення дисертаційних робіт. Автореферат повністю відповідає змісту дисертації.

Вважаю, що дисертаційна робота Корнієнка Валерія Ярославовича на тему: «Розвиток наукових основ процесів видобутку і вилучення бурштину з природних та техногенних покладів» повною мірою відповідає паспорту спеціальності 05.15.09 – Геотехнічна і гірнична механіка та пп. 9, 10, 12 для докторської дисертації «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника».

Здобувач Корнієнко Валерій Ярославович має достатню наукову кваліфікацію і за вирішення актуальної наукової проблеми, в якій вперше встановлено, що в техногенних піщано-глинистих покладах бурштину його втрати складають близько 50 %, при цьому запропоновано на рівні винаходу пошарову



технологію видобутку з використанням комплексного методу

вилучення бурштину до 95 % з піщано-глинистої суміші за рахунок використання вібрації, густини пульпи, подачі повітря на вібраційному класифікаторі, виконаному на рівні винаходів, а також встановлено регресійні залежності, які носять степеневий та експоненціальний характер впливу домінуючих параметрів на властивості гірської маси і устаткування, на базі чого розроблено методику розрахунку конструктивних та технологічних параметрів запропонованої схеми пошарового видобутку бурштину з бурштиновмісних родовищ, використання якої дозволяє отримувати очікуваний економічний ефект більш ніж 6,5 млн грн. на рік заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.09 – Геотехнічна і гірнича механіка.

Офіційний опонент  
завідувач кафедри збагачення  
корисних копалин і хімії  
ДНУЗ «Криворізького національного  
університету» МОН України,  
доктор технічних наук, професор

Т. А. Олійник

м. Кривий Ріг  
05 жовтня 2018 року

