МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДВНЗ «КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

_____ В.С. Моркун

«___» _____ 2018 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на науково-дослідну роботу

«Визначення закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах для оптимізації процесів збагачення залізної руди»

РК№ 0118U000119

30-108-18

Кривий Ріг – 2018

Підстава для виконання НДР

1. Мета та вихідні дані

Ідея проекту полягає у визначення закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах в умовах процесів збагачувальної технології і застосування даних закономірностей для оптимізації процесів збагачення залізної руди шляхом представлення послідовних технологічних процесів збагачувального виробництва як системи, що функціонує в умовах невизначеності, на основі якої здійснюється узгоджене керування означеними процесами.

Робоча гіпотеза проекту полягає у тому, що нелінійні динамічні ефекти високоенергетичного ультразвуку, що виникають при його поширенні у неоднорідних середовищах, зокрема у залізорудній пульпі, дозволяють здійснити кероване перерозподілення часток твердої фази пульпи, на підставі результатів якого буде сформовано оптимальну сепараційну характеристику певного технологічного збагачувального агрегату, що дозволить оптимізувати процеси переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини шляхом представлення об'єкта керування як системи з вихідною функцією розподілу корисного компонента по класах крупності руди, що може бути визначена на підставі закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах.

Метою досліджень є оптимізація технології й підвищення енергоефективності та якості автоматизованого керування лінією збагачення, збільшення вилучення корисного компонента у концентрат при переробленні залізовмісних руд, представлених мінералого-технологічними різновидами, шляхом визначення закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах в умовах процесів збагачувальної технології і застосування даних закономірностей для оптимізації сепараційних характеристик технологічних збагачувальних агрегатів.

Сформульована мета роботи зумовила необхідність розв'язання таких *завдань*:

– аналіз методів формування, дослідження та математичних моделей нелінійних процесів поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах та вплив даних процесів на перерозподіл часток твердої та газової фази;

– обґрунтування основних напрямків удосконалення керування й підвищення ефективності збагачувального виробництва із застосуванням керованого впливу високоенергетичного ультразвукового випромінювання на залізорудну пульпу у технологічних потоках збагачувальної фабрики та ультразвукових, радіометричних та інших методів неруйнівного контролю характеристик рудного матеріалу;

– розроблення і дослідження математичних моделей нелінійних процесів поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах із використанням методу розшарованого простору та формування на їх основі математичного опису нелінійних процесів збагачення мінералого-

технологічних різновидів залізорудної сировини в умовах процесів збагачувального виробництва, що протікають в умовах невизначеності;

– розроблення і дослідження методів формування оптимальної сепараційної характеристики збагачувальних агрегатів на основі закономірностей взаємодії керованого високоенергетичного ультразвукового випромінювання з частками твердої фази пульпи у технологічних потоках збагачувальної фабрики для узгодженого керування параметрами технологічних процесів збагачення;

– формування інформаційної бази автоматизованого керування технологічними процесами збагачення руди на основі закономірностей взаємодії керованого високоенергетичного ультразвукового випромінювання з частками твердої фази пульпи у технологічних потоках збагачувальної фабрики та методів ультразвукового, радіометричного та інших видів неруйнівного контролю характеристик залізорудного матеріалу;

– розроблення і апробація технології та системи формування оптимальних сепараційних характеристик збагачувальних агрегатів із використанням динамічних ефектів поширення високоенергетичного ультразвукового випромінювання у залізорудній пульпі, що взаємодіє із частками твердої фази.

2. Етапи роботи, термін виконання та кінцеві результати

Етапи роботи (рік)	Назва та зміст етапу	Обсяг фінансування етапу	Очікувані результати етапу (зазначити конкретні наукові результати та наукову і науково-технічну продукцію). Звітна документація (зазначити кількість запланованих публікацій, захистів магістерських, кандидатських та докторських дисертацій, отримання охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності).
1. 2018 р.	Аналіз проблеми підвищення ефективності збагачувального виробництва та дослідження процесів розповсюдження високоенергетичного ультразвуку у випадково-неоднорідних гетерогенних середовищах.	1463,0 тис. грн.	Опис результатів дослідження напрямків удосконалення керування й підвищення ефективності збагачувального виробництва із застосуванням керованого впливу високоенергетичного ультразвукового випромінювання на залізорудну пульпу у технологічних потоках збагачувальної фабрики та ультразвукових, радіометричних та інших методів неруйнівного контролю характеристик рудного матеріалу. Опис результатів дослідження динамічних ефектів високоенергетичного ультразвуку при його розповсюдженні у газовмісній залізорудній пульпі. **Звітна документація**: кількість запланованих публікацій – 12, захистів дисертацій: магістерських – 5,

			кандидатських – 0 та докторських – 0, отримання охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності – 2.
2. 2019 р.	Синтез математичних моделей нелінійних процесів поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах та формування оптимальної сепараційної характеристики збагачувальних агрегатів із застосуванням керованого високоенергетичного ультразвукового випромінювання	1586,5 тис. грн.	Опис математичних моделей нелінійних процесів поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах із використанням методу розшарованого простору та формування на їх основі математичного опису нелінійних процесів збагачення мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини в умовах процесів збагачувального виробництва, що протікають в умовах невизначеності Опис методів формування оптимальної сепараційної характеристики збагачувальних агрегатів на основі закономірностей взаємодії керованого високоенергетичного ультразвукового випромінювання з частками твердої фази пульпи у технологічних потоках збагачувальної фабрики для узгодженого керування параметрами технологічних процесів збагачення; **Звітна документація**: кількість запланованих публікацій – 12, захистів дисертацій: магістерських – 5, кандидатських – 1 та докторських – 0, отримання охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності – 2.
3. 2020 р	Узагальнення та формалізація закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах та розроблення методів оптимізації процесів збагачення залізної руди на основі визначених закономірностей поширення високоенергетичного ультразвукового випромінювання у неоднорідних	1733,7 тис. грн.	Опис залежностей закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах. Опис методів оптимізації процесів збагачення залізної руди на основі визначених закономірностей поширення високоенергетичного ультразвукового випромінювання у неоднорідних середовищах та інформаційної бази автоматизованого керування технологічними процесами збагачення руди на основі закономірностей взаємодії керованого високоенергетичного ультразвукового випромінювання з частками твердої фази пульпи у технологічних потоках збагачувальної фабрики та методів ультразвукового, радіометричного та

	середовищах		інших видів неруйнівного контролю характеристик залізорудного матеріалу; Опис результатів апробації технології та системи формування оптимальних сепараційних характеристик збагачувальних агрегатів із використанням динамічних ефектів поширення високоенергетичного ультразвукового випромінювання у залізорудній пульпі, що взаємодіє із частками твердої фази **Звітна документація**: кількість запланованих публікацій – 12, захистів дисертацій: магістерських – 5, кандидатських – 1 та докторських – 1, отримання охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності – 2.

3. Очікуванні результати проекту, спосіб реалізації результатів НДР

У результаті виконання проекту очікуються такі результати: математичний опис закономірностей поширення високоенергетичного ультразвуку у неоднорідних середовищах та їх особливостей в умовах процесів збагачувальної технології; математична модель нелінійної просторової функції поширення ультразвуку в гетерогенному середовищі з урахуванням початкових і граничних умов; метод формування оптимальних сепараційних характеристик технологічних збагачувальних агрегатів у процесі керування технологічними процесами переробки мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини, в основі якого знаходиться застосування керованого високоенергетичного ультразвукового випромінювання та підходу до узгодженого формування керуючих впливів із урахуванням розподілення у просторі і часі вихідних змінних об'єкта керування; закономірності зв'язків між керуючими впливами локальних систем автоматизованого керування технологічними агрегатами та вихідними характеристиками рудного матеріалу у технологічних потоках в умовах невизначеності; математична модель взаємопов'язаних процесів переробки залізорудної сировини; методи структурної та параметричної ідентифікації математичної моделі взаємопов'язаних процесів збагачувального виробництва; метод узгодженого оптимального керування взаємопов'язаними процесами збагачувального виробництва, що функціонують в умовах невизначеності.

Заплановано такий перелік матеріалів, рекомендацій, розробок, пропозиції, що можуть бути передані для використання: методика розрахунку інтенсивності високоенергетичного ультразвукового випромінювання для здійснення керованого перерозподілу часток твердої фази залізорудної пульпи у процесі збагачення; методика структурної ідентифікації динамічної моделі сепараційних характеристик технологічних збагачувальних агрегатів в умовах процесів збагачувального виробництва; методика параметричної ідентифікації

динамічної моделі сепараційних характеристик технологічних збагачувальних агрегатів в умовах процесів збагачувального виробництва; рекомендації щодо формування узгодженого оптимального керування взаємопов'язаними процесами збагачувального виробництва.

4. Перелік звітної документації, якою завершується виконання НДР

№	Назви показників очікуваних результатів	Кількість
1.	Будуть опубліковані за темою проекту статті у журналах, що входять до науково-метричних баз даних WoS та/або Scopus з індексом SNIP ≥ 0,4 (Source Normalized Impact Per Paper) (для соціо-гуманітарних наук з індексом SNIP > 0).	12
2.	Будуть опубліковані за темою проекту статті у журналах, що входять до переліку фахових видань України та мають ISSN, статті у закордонних журналах, що не увійшли до пп.10.1-10.2, а також англомовні тези доповідей у матеріалах міжнародних конференцій, що індексуються науково-метричними базами даних WoS або Scopus (Index Copernicus для соціо-гуманітарних наук) та охоронні документи на об'єкти права інтелектуальної власності	24
3.	Монографії за темою проекту, що будуть опубліковані у закордонних виданнях офіційними мовами Європейського Союзу (друкованих аркушів)	10
4.	Розділи монографій за темою проекту, що будуть опубліковані у закордонних виданнях офіційними мовами Європейського Союзу (друкованих аркушів).	-
5.	Монографії за темою проекту, що будуть опубліковані мовами, які не відносяться до мов Європейського Союзу (друкованих аркушів)	20
6.	Буде впроваджено наукові або науково-практичні результати проекту шляхом укладання господарчих договорів, продажу ліцензій, грантових угод поза межами організації-виконавця	2
7.	Буде захищено дисертації кандидата наук (доктора філософії) та доктора наук виконавцями за темою проекту	3

5. Порядок розгляду та приймання результатів НДР

Анотований звіт керівника НДР розглядається на засіданні вченої (науково-технічної) ради ВНЗ та надається до розгляду наукової ради МОН України. У разі закінчення строку виконання роботи – надається анотований звіт за завершеною НДР.

6. Техніко економічне обґрунтування

Цінність очікуваних результатів для світової та вітчизняної науки полягає у тому, що:

- метод оптимізації сепараційних характеристик взаємопов'язаних технологічних збагачувальних агрегатів дозволить оптимізувати процес перероблення декількох мінералого - технологічних різновидів залізорудної сировини на основі формування керованого високоенергетичного ультразвукового випромінювання у процесі керування та застосувати підхід до узгодженого формування керуючих впливів із урахуванням розподілення у просторі і часі вихідних змінних об'єкта керування;

- нелінійна просторова функція поширення ультразвукового випромінювання у гетерогенному середовищі у комплексі удосконалить відомі закономірності зв'язків між керуючими впливами локальних систем автоматизованого керування технологічними агрегатами та вихідними розподіленими характеристиками рудного матеріалу у технологічних потоках лінії переробки: крупності, вмісту корисного компонента у класах крупності;

- математичні моделі сепараційних характеристик технологічних збагачувальних агрегатів в умовах технологічної лінії з перероблення декількох мінералого-технологічних різновидів залізорудної сировини дозволять врахувати розподілення декількох взаємопов'язаних характеристик рудного матеріалу (функцій розподілу корисного компоненту за гранулометричної характеристикою) у часі та просторі;

- метод параметричної ідентифікації сепараційних характеристик технологічних збагачувальних агрегатів у процесах збагачувального виробництва дозволить підвищити точність моделей на підставі непрямих показників функціонування стадій перероблення рудного матеріалу, одержаних на основі ультразвукових і радіометричних методах неруйнівного контролю;

- метод узгодженого формування сепараційних характеристик технологічних збагачувальних агрегатів в умовах процесів збагачувального виробництва, що передбачає у певних точках технологічної лінії керований вплив високоенергетичного ультразвуку на залізорудну пульпу і використовує удосконалену динамічну модель процесів перероблення залізорудної сировини, що функціонують в умовах невизначеності, синтезовану на основі закономірностей зв'язків між керуючими впливами локальних систем керування технологічними агрегатами та вихідними розподіленими характеристиками рудного матеріалу у технологічних потоках лінії переробки дозволить підвищити ефективність технологічного процесу перероблення залізорудної сировини.

Керівник НДР В. С. Моркун

Начальник НДЧ Д. В. Бровко

Нормоконтролер С. М. Грищенко