**ВІДГУК**

офіційного опонента на дисертаційну роботу Шуваєва Сергія Павловича

на тему **«Розробка, освоєння і впровадження технології виробництва марганцевого агломерату та марганцевих феросплавів з використанням концентрату високо інтенсивної магнітної сепарації шламу»,** представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.02 - «Металургія чорних і кольорових металів та спеціальних сплавів»

1. ***Актуальність теми дисертації***

Дисертація присвячена вирішенню важливої задачі ГМК України , а саме розробці, дослідженню, промисловому освоєнню і впровадженню наскрізної технологічної схеми і процесів виробництва марганцевих концентратів за новою технологією - технологією високоінтенсивної магнітної сепарації (ВММС) шламів відпрацьованих шламонакопичувачів, марганцевого агломерату, які забезпечують підвищення коефіцієнта корисного вилучення марганцю із руди і виплавки більш конкурентоспроможних марганцевих феросплавів. Наведена загальна характеристика Покровського родовища марганцевої руди у складі Нікопольського марганцеворудного басейну. Проаналізовані принципова і кількісно-якісна схема збагачення лежалих шламів від збагачення марганцевої руди на збагачувальній фабриці ПАТ ПГЗК що дозволяє підвищити корисне вилучення марганцю з руди в концентрати.

З точки зору екологічного стану місцевості де розташуваний ПАТ ПГЗК важливим є те, що продовжити термін заповнення шламонакопичувачів «Криві Луки» і «ЧЗФ», де вже накопичено біля 130 млн.т. шламу, при сталому виробництві концентратів можливо за умови впровадження розробленної технології високоінтенсивної мокрої магнітної сепарації лежалих

До початку наукових досліджень по дисертаційній роботі застосування високоінтенсивної мокрої магнітної сепарації ВММС шламів відпрацьованих шламонакопичувачів з виробництвом сертифікованих концентратів не набуло значного поширення. Практично були відсутні також дані щодо наукового обґрунтування виробництва агломерату із використанням концентрату ВММС шламу класу крупності 1–0 мм і виплавки марганцевих феросплавів з використанням агломерату АМ-2. Наведені вище матеріали свідчать, що розробка, дослідно-промислове освоєння і впровадження у виробництво марганцевого агломерату з застосуванням концентратів ВММСШ і виплавки марганцевих феросплавів є актуальною задачею.

Тематика дисертаційної роботи в повній мірі відповідає пріоритетам Державної програми розвитку ГМК України на період до 2011р., затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 28.06.2004р., № 967; Державної програми з розвитку науки і техніки (згідно закону України № 2519-17 від 12.10.2010р.); Програми поліпшення екологічного стану Дніпропетровської області за рахунок зниження забруднення навколишнього середовища на 2007–2015р.р., затвердженої головою обласної ради 04.12.2007р. Робота виконувалась у відповідності з тематичним планам НМетАУ теоретичних і прикладних досліджень первинного вилучення металів із руд, шламів при виплавці чавуну, феросплавів, сталі, а також планами науково-дослідних робіт науково-технічної ради ОП «Укрметалургпром» на 2017р. у яких автор був виконавцем.

***2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації***

Обґрунтованість наукових положень дисертаційної роботи забезпечено різносторонніми аналітичними дослідженнями 134 літературних джерел періодичних видань, монографій та матеріалів міжнародних конференцій. За темою дисертації опубліковано 26 наукових робіт, у тому числі: 4 публікації, що входять до міжнародної науково-метричної бази, 6 статей у виданнях, що входять до переліку фахових видань України, 2 наукові роботи, що опубліковані у збірниках Міжнародного наукового конгресу по феросплавам, 10 статей у періодичних виданнях України, 2 тези доповідей на науково-технічних конференціях, 2 патенти України.

Наукові підходи, трактування основних положень і висновків дисертації, які відображені у публікаціях та доповідях на наукових конференціях свідчать про достатню ступінь обґрунтованості наукових положень та рекомендацій, що сформульовані у дисертаційній роботі.

***3. Достовірність отриманих у роботі результатів***

Достовірність результатів теоретичних і експериментальних досліджень процесів агломерації марганцевих концентратів ґрунтується на основних положеннях фізичної хімії і теорії металургійних процесів. Розрахунки термодинамічної рівноваги оксидних систем, адекватних агломераційним, основані на теорії Гіббса з використанням комп’ютерних програм. Визначення хімічного, мінерального складу концентратів, агломерату, шлаку виплавки марганцевих феросплавів виконано на рентгенофлуоресцентних спектрометрах ARL 9900, ARL 9800. (ЦЗЛ АТ НЗФ). Рентгеноструктурні дослідження концентратів і агломерату виконані на приборах ДРОН-2 и Ultima IV (Rigaku, Японія), термічні явища і теплові ефекти визначали на деріватографі Q-1500-H. Визначення раціональних складів компонентів аглошихти, параметрів виробництва марганцевого агломерату виконано при дослідно-промисловому освоєнні технології виробництва марганцевого агломерату на агломашинах К 4-50 БЗАФ АТ ПГЗК і АКМ-5-105 НЗФ.

***4. Наукова новизна роботи***

Наукова новизна роботи полягає в наступному:

1. Вперше виконано комплексне рентгеноструктурне дослідження мінералогічного складу і параметрів кристалічних ґраток (решіток) базових мінералів у структурі рудного концентрату 1-го сорту, концентрату ВММСШ 2-го сорту і агломерату АМ-2, що стало основою для розробки режимів магнітної сепарації.
2. Вперше на основі комп’ютерного моделювання термодинамічної рівноваги однотипних фаз в межах температур 900–1300оС встановлено склад рівноважних фаз при 1300оС, науково обґрунтовано вплив температури на процес одержання марганцевого агломерату. Визначення температурних умов появи рідких фаз надало можливість для одержання агломерату з заданими механічними властивостями при введенні до складу шихти концентратів гравітаційно-магнітного збагачення і високо інтенсивної мокрої магнітної сепарації шламу та вибору раціонального складу і їх співвідношення.
3. Вперше виконано комп’ютерне моделювання термодинамічної рівноваги фаз у багатокомпонентній системі метал (феросилікомарганець)–шлак– газ при зміні температури від 1600 до 1800оС; статистичною обробкою результатів моделювання даних отримані кореляційні залежності коефіцієнтів витягу (вилучення) марганцю ηMn (%) і кремнію ηSi із шлакової фази у металеву.
4. Вперше на основі визначення розподілу оксидів лужних металів калію та натрію між продуктами плавки феросилікомарганцю показано їх переважне джерело надходження, а саме з малофосфористого шлаку ШМП-78 та шламомарганецькоксових окатишів, і їх руйнівний вплив на вуглецеву футерівку печі.
5. ***Значення отриманих у дисертації наукових та практичних результатів***

Одержані у дисертаційній роботі нові теоретичні та експериментальні дані щодо вивчення магнітних властивостей рудних оксидних і карбонатних мінералів марганцю, дослідження мінеральної структури марганцевих руд і концентратів високоінтенсивної мокрої магнітної сепарації, мікроструктури, фазового і хімічного складу мінеральних різновидів марганцевого концентрату і агломерату, а також моделювання впливу температури на динамічну в'язкість шлаку від виплавки феросилікомарганцю та інших закономірностей, сприяло зростанню рівня вилучення марганцю на різних стадіях переробки руди та підвищенню виходу придатного продукту.

Виконані у роботі експериментальні дослідження процесу збагачення шламу, виплавки феросилікомарганцю в рудовідновлювальних електропечах дозволили:

-підвищити скрізне вилучення марганцю при збагаченні руди на АТ ПГЗК з 70 до 73,74%;

- в період 2012–2016р.р. в умовах ЦПШ БЗАФ на створеній дільниці УМС-1 по розробленій технології було перероблено 4017,2 тис. т шламу і вироблено 530,9 тис. т валового марганцевого концентрату;

- в умовах аглоцеху АТ НЗФ освоїти виробництво агломерату на агломашині АКМ-5-105 з використанням у складі аглошихти концентрату ВММС шламу в кількості 264,4 тис. т з вмістом марганцю 34,4%, на кінець 2017 року;

- впровадити установку сухої очистки пилогазових викидів з агломашини К 4-50 АТ ПГЗК , що дозволило досягти викидів пилу до нормованих показників;

-промислово освоїти технологію виплавки марганцевого малофосфористого шлаку (МФШ) в печі РКЗ-23 з використанням в шихті агломерату АМНВ-2, отриманого в аглоцеху НЗФ із застосуванням концентрату ВММС виробництва АТ ПГЗК;

-підвищити техніко-економічні показники виплавки марганцевого малофосфористого шлаку.

***6. Загальна характеристика змісту дисертації та автореферату***

Дисертація Шуваєва С.П. складається з анотації, 26 статей опублікованих за темою дисертації, вступу, п’ятьох розділів, висновків та списку використаних джерел (134 джерел, включаючи публікації автора за темою дисертації). Загальний об’єм роботи разом з ілюстраціями та таблицями складає 172 сторінки, у тому числі 43 рисунки, 41 таблиця та 2 додатка. За висвітленими матеріалами, архітектонікою дисертація та автореферат є логічними, підпорядкованими меті роботи та її завданням, оформлені відповідно до вимог ДАК Міністерства освіти і науки України. Тема і зміст дисертації відповідають паспорту спеціальності 05.12.02 – Металургія чорних і кольорових металів та спеціальних сплавів.

Дисертація присвячена розробці, дослідженню, промисловому освоєнню і впровадженню наскрізної технологічної схеми виробництва концентрату за технологією високоінтенсивної магнітної сепарації (ВММС) лежалих шламів відпрацьованих шламонакопичувачіх, виробництву марганцевого агломерату і виплавці конкурентоспроможних марганцевих феросплавів з різним вмістом фосфору, що забезпечує підвищення виходу придатної продукції та покращення техніко-економічних показників. З метою вдосконалення вказаних технологій в дисертації наведено наступне:

-дуже ретельно проаналізовані принципова і кількісно-якісна схема збагачення оксидної марганцевої руди і відвальних шламів на збагачувальній фабриці ПАТ ПГЗК;

-розроблена і освоєна технологія сепарації шламу з виробництвом концентратів. Освоєння технології дозволило підвищити виробництво марганцевих концентратів2-го сорту і корисне вилучення марганцю з руди в концентрати з 70% до 73,74 %;

-узагальнені і сформульовані основні напрямки наукових і прикладних досліджень виробництва концентратів за технологією ВММС, з їх використанням виробництва марганцевого агломерату марки АМ-2 та виплавки марганцевих феросплавів;

-узагальнені і проаналізовані теоретичні та експериментальні дані щодо газодинамічних, теплофізичних агломерації;

-виконано комп’ютерне моделювання термодинамічної рівноваги однотипних фаз при спіканні агломераційної шихти з заміною рудних концентратів у складі суміші концентратом ВММС зі шламу шламонакопичувача;

-приведені матеріали масштабного дослідно-промислового освоєння і впровадження виробництва агломерату (39,81–40,06 % Mn) з використанням концентрату в умовах АТ ПГЗК (БЗАФ) та в умовах агломераційного цеху АТ НЗФ на агломераційній машині АКМ-5-105.

-розроблено, науково обґрунтовано та впроваджено технології виплавки шлаку марганцевого переробленого ШМП-78 з використанням агломерату із марганцевих концентратів другого соту і концентрату ВММС в умовах АТ ЗФЗ. Основні положення, параметри і режими виробництва марганцевих концентратів ВММС, з їх використанням марганцевого агломерату АМ-2 і АМНВ-г увійшли до змісту технологічних інструкцій виробництва агломерату з впровадженням їх на період до 2024 р.

-на основі комп’ютерного моделювання термодинамічної рівноваги фаз у багатокомпонентних оксидних системах, адекватних агломераційної шихти, визначено раціональний склад компонентів аглошихти, що і було використано при промисловому освоєнні технології виробництва марганцевого агломерату на агломашині К 4-50 БЗАФ;

В дисертації наведено результати комплексного рентгеноструктурного дослідження мінералогічного складу і параметрів кристалічних решіток базових мінералів у структурі рудного концентрату 1-го сорту, концентрату ВММС шламу 2-го сорту і агломерату АМ-2. Виконано аналіз рентгенівських дифрактограм і відзначені особливості мінерального і рудного концентрату і концентрату ВММС шламу.

На основі комп’ютерного моделювання термодинамічної рівноваги фаз у багатокомпонентній системі метал (феросилікомарганець)–шлак– газ при зміні температури від 1600 до 1800оС; статистичної обробки результатів моделювання даних отримані кореляційні залежності коефіцієнтів витягу (вилучення) марганцю ηMn (%) і кремнію ηSi із шлакової фази у металеву.

В дисертаційній роботі наведені числові дані щодо кількісної та якісної переробки відвальних марганцевих шламів за період 2012–2016 р.р. в умовах ЦПШ БЗАФ. Також показано, що з використанням марганцевого агломерату марки АМ-2 виробництва АТ ПГЗК (БЗАФ), на АТ «ЗФЗ» розроблена і впроваджена виплавка феросилікомарганцю і низькофосфористого високовуглецевого переробного шлаку, що забезпечило виплавку марганцевих феросплавів високої конкурентоспроможності по регламентованому вмісту фосфору як шкідливої домішки.

В економічному аспекті впровадження технології виробництва марганцевого агломерату та марганцевих феросплавів з використанням концентрату ВММС дозволило отримати річний економічний ефект 37,75 млн.грн.

***7. Повнота викладення результатів в опублікованих працях***

За темою дисертації опубліковано 26 наукових робіт, у тому числі:

* 4 статті у виданнях, що включені до міжнародних науково-метричних баз,
* 6 статей у виданнях, що входять до переліку фахових наукових видань України;

- 10 статей у періодичних виданнях;

- 3 статті в матеріалах міжнародних наукових конгресів і конференцій;

- новизна технічних рішень захищена двома патентами України на винахід:

- новизна технічних рішень захищена двома патентами України на винахід:

а) Пат. 36157А. Україна. МКИ С22С33/04. Спосіб виплавки феросилікомарганцю;

б) Пат. 35188 А. Україна. МКИ С 22 С 33/100. Шихта для виплавки вуглецевого феромарганцю і переробного шлаку.

Кількість та якість публікацій відповідає вимогам ДАК Міністерства

освіти і науки України до кандидатських дисертацій.

***8. Основні зауваження до дисертації:***

8.1. Стосовно помилок дисертації і автореферату:

- в авторефераті, табл.2 наведено якісний фазовий склад марганцевого концентрату ВММС, а в заголовку вказано як кількісний склад;

- дисертації невідповідність (помилки), наприклад написано: дев’яти компонентна система, а наведена десяти компонентна система (с.147, 152);

8.2. Стосовно змісту дисертації і автореферату:

- в дисертаційній роботі приділено багато уваги технології отримання марганцевого концентрату методом ВММС. Доцільно було б це відобразити і в розділі «Загальна характеристика роботи», в підрозділах «Об’єкт дослідження» і «Предмет дослідження», окрім вказаних;

- при визначенні техніко-економічних показників (ТЕП) процесу агломерації не наведено порівняльної характеристики основних показників, наприклад таких як швидкість спікання, вихід пригодного агломерату із аглошихти, питомі витрати твердого палива та інші, завдяки яким можна більш якісно характеризувати процес;

- стосовно результатів дослідження впливу температури на розподіл елементів феросилікомарганцю (марганцю і кремнію) між газовою, шлакової і металевої фазами с.151-152, існує протиріччя –наведено: при підвищенні температури від 1550оС до 1700оС перехід кремнію в шлакову фазу збільшується, а при температурі понад 1700оС знижується. І тут же далі, як висновок, затверджується, що в інтервалі температур 1550-1800°С кількість кремнію, що переходить в металеву фазу збільшується, а потім знижується?;

- в розділі 4.5.4, промислове освоєння технології виплавки марганцевого малофосфористого шлаку, в ТЕП виплавки на АТ НЗФ МФШ з використанням дослідного агломерату АМНВ-2М також не наведено порівняльної характеристики основних показників з базовим варіантом, що унеможливлює характеризувати переваги і недоліки наведеного процесу;

- у висновках кількісно не вказано переваги від використання концентрату здобутого методом ВММС при виробництві як МФШ, так і феросилікомарганцю.

***9. Висновок щодо відповідності дисертації встановленим вимогам.***

Дисертація та реферат не містять матеріалів незакінчених науково-дослідних робіт. В дисертації отримані нові науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, які у сукупності є суттєвими для розв’язання актуальних задач, що виявляється в фізичному обґрунтуванні технологічних параметрів гравітаційно-магнітного збагачення рудних марганцевих мінералів і високоінтенсивної мокрої магнітної сепарації шламу, в обґрунтуванні і вибору раціональних параметрів агломерації марганцевих концентратів з використанням в складі аглошихти концентратів ВММС шламу, в моделюванні термодинамічної рівноваги фаз за хімічним складом агломерату на базі сучасного уявлення щодо магніто-гравітаційного збагачення рудної сировини, структури і фазового складу концентратів і агломерату та інше, що пов’язано з удосконаленням діючого процесу збагачення шламу, виробництва агломерату та підвищення скрізного вилучення марганцю.

Дисертація Шуваєва С.П., яка представлена на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук, є завершеною науково-дослідною роботою. Робота характеризується цілісністю і логічністю викладу, написана грамотною технічною мовою. Зміст викладений з використанням сучасних наукових термінів. У повному обсязі вирішені завдання дисертаційної роботи.

За актуальністю, науковою новизною, повнотою досліджень та практичною значимістю результатів дисертаційна робота за темою

«Розробка, освоєння і впровадження технології виробництва марганцевого агломерату та марганцевих феросплавів з використанням концентрату високо інтенсивної магнітної сепарації шламу» відповідає вимогам п. 9 та 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого

