

# ВІДГУК

**офіційного опонента на дисертаційну роботу ШУВАЄВА Сергія Павловича «Розробка, освоєння і впровадження технології виробництва марганцевого агломерату та марганцевих феросплавів з використанням концентрату високо інтенсивної магнітної сепарації шламу», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.02 – «Металургія чорних і кольорових металів та спеціальних сплавів»**

## **1. Актуальність роботи**

Як відомо, Україна займає провідні місця у світі за обсягом запасів марганцеворудної сировини, її видобутку та виробництва марганцевих феросплавів. Родовища марганцевих руд на теперішній час виявлено в 56 країнах світу, а загальні запаси марганцю (у перерахунку на марганець) в світі станом на 01.01.15 року становлять 8,6 млрд. тонн, у тому числі підтвержені запаси - 3,5 млрд. тонн. В Україні зосереджено 650 млн. тонн загальних запасів і 630 млн. тонн розвіданих запасів марганцю, що становить відповідно 7,5% загальних і 18% розвіданих світових запасів.

Щорічний світовий обсяг видобутку марганцеворудного сировини складає близько 50 млн. тонн по рудній масі, у тому числі в нашій країні Покровським та Марганецьким ГЗК у 2017 році вироблено 1424 млн. тонн концентратів різних сортів та агломерату. Зокрема, Покровський ГЗК, який очолює дисертант, минулого року виробив 1041 млн. тонн марганцевих концентратів та агломерату, що перевищує рівень попередніх років на 31%.

Значні обсяги видобутку марганцю, безумовно, мають не лише позитивні наслідки, а пов'язані також з втратами цінного компоненту на всіх стадіях виробництва, утворенням відповідної кількості відходів (насамперед, шламів збагачення сировини), необхідністю створення нових сховищ для відходів виробництва, екологічними проблемами тощо.

Саме вирішенню цих питань, як об'єкта наукового пошуку, присвячена кандидатська дисертація Шуваєва С.П., спрямована на проведення системних досліджень з метою удосконалення технології отримання кондиційної феросплавної сировини з накопичених відходів (шламів) шляхом їх високо інтенсивної мокрої магнітної сепарації (ВММС), огрудкування концентратів ВММС агломерацією та використанню агломерату для промислової виплавки марганцевих феросплавів. В цьому плані **актуальність обраної теми дисертаційної роботи не викликає жодного сумніву**, як і мета і сформульовані конкретні завдання дослідження.

Про актуальність роботи, що винесена на захист, свідчить також відповідність зазначених науково-прикладних задач пріоритетам Державної

програми розвитку ГМК України на період до 2011р.; 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 2007–2015 р.р., затвердженої головою обласної ради 04.12.2007 р. Дисертаційна робота виконувалась також у відповідності з тематичними планами НМетАУ щодо теоретичних і прикладних досліджень первинного вилучення металів із руд, шламів при виплавці чавуну, феросплавів, сталі, а також з планами проведення науково-дослідних робіт Науково-технічної ради Об'єднання підприємств «Укрметалургпром» на 2017-2020 роки.

## **2. Наукова новизна, обґрунтованість та достовірність результатів**

**Наукова новизна** роботи, що подана на здобуття ступеня кандидата технічних наук, позначається тим, що в результаті розрахункових та експериментальних досліджень отримані нові та уточнені існуючі дані щодо:

- мінералогічного складу і параметрів кристалічних решіток базових мінералів у структурі марганцеворудного концентрату 1-го сорту, лежалих шламів, як сировини для отримання концентрату ВММС 2-го сорту і агломерату АМ-2; магнітної сприйнятливості чистих марганецьвмістких мінералів та зразків промислової сировини;

- на основі моделювання термодинамічної рівноваги у системі метал – шлак – газ уточнені дані щодо впливу температури на процес одержання марганцевого агломерату з заданими механічними властивостями при введенні до складу шихти концентратів гравітаційно-магнітного збагачення і ВММС; розвитку теоретичні уявлення про процеси формування раціонального складу марганцевого агломерату з використанням у агломераційній шихті різних матеріалів техногенного походження;

- визначено розподіл оксидів лужних елементів (калію та натрію) між продуктами плавки феросилікомарганцю; встановлено явище розшарування у електропечах гомогенного рідкого шлаку з утворенням двох рідин з різною щільністю, одна з яких з підвищеним вмістом  $\text{Na}_2\text{O}$  є активною по відношенню до вуглецевої футерівки феросплавної печі, змінює структурні характеристики вуглецю, що приводить до руйнування футерівки.

**Обґрунтованість і достовірність** наукових положень дисертаційної роботи підтверджується виконаним автором аналізом значної кількості літературних джерел (134 джерела), систематичними лабораторними та промисловими дослідженнями з використанням сучасного обладнання та методик експериментів, математичною обробкою результатів експериментів з отриманням відповідних моделей.

Так, для визначення хімічного, мінерального складу рудної сировини та феросплавів використано рентгенофлуоресцентні спектрометри ARL 9900, ARL 9800; рентгеноструктурні дослідження виконані на приладах ДРОН-2 і Ultima IV (Rigaku, Японія); термічні явища і теплові ефекти визначали на дериватографі Q-1500-N. Дослідження магнітних властивостей зразків

сировини виконувались за стандартними методиками на спеціально обладнаному стенді з прецесійними приборами. Промислові етапи дослідження виконувалися на реконструйованому за участю дисертанта обладнанні для ВММС марганцевих шламів, агломашинах К 4-50 БЗАФ АТ ПГЗК і АКМ-5-105 НЗФ, промислових печах НЗФ та ЗФЗ.

Теоретичні дослідження процесів агломерації марганцевих концентратів базуються на фундаментальних положеннях фізичної хімії і теорії металургійних процесів; розрахунки термодинамічної рівноваги оксидних систем, адекватних агломераційним, основані на теорії Гіббса з використанням комп'ютерних програм.

Точність представлених в роботі результатів і залежностей, встановлених на дослідницьких етапах, на думку опонента, є достатньою для їх подальшого практичного використання. Наукові підходи, трактування основних завдань і висновків дисертації, а також апробація у публікаціях та доповідях на форумах (у тому числі міжнародного рівня) дозволяють констатувати достатню ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, які сформульовані у дисертаційній роботі.

### **3. Значимість для науки і практики**

**Значимість наукових результатів** проаналізовано нами в попередньому розділі висновку при характеризованні наукової новизни дослідження. Підсумуємо, що в результаті розрахункових та експериментальних робіт дисертантом отримані нові та уточнені існуючі дані щодо мінералогічного складу і параметрів кристалічних решіток базових мінералів; параметрів рівноваги в системах, що відповідають хіміко - мінералогічному складу сировинних компонентів при температурах агломераційних та плавильних процесів. Ці результати у сукупності можуть вважатися такими, що мають суттєве значення для розвитку відповідних розділів теорії металургійних процесів і систем.

**Практичне значення** отриманих результатів дисертаційної роботи, що розглядається опонентом, полягає у наступному:

- на підставі теоретичних і прикладних досліджень дисертанта у період 2012–2017 років розроблена і впроваджена в умовах БЗАФ інноваційна технологія виробництва марганцевого агломерату 2-го сорту з використанням ВММС відпрацьованих шламонакопичувачів;

- у період 2012–2016 років в умовах БЗАФ по розробленій дисертантом технології було перероблено більше 4 млн. тонн шламу і виготовлено 0,530 млн. тонн кондиційного марганцевого концентрату, а з нього – відповідна кількість кондиційного агломерату;

- в умовах БЗАФ виконана поетапна модернізація агломадини К 4-50 і агломераційного обладнання з підвищенням площі спікання агломадини від 50 до 65 м<sup>2</sup>; впроваджена установка сухої очистки пилогазових викидів, яка дозволяє досягти викидів пилу до нормованих показників;

- в умовах агломераційного цеху НЗФ освоєно виробництво агломерату на агломашині АКМ-5-105 з використанням у складі аглошихти концентрату ВММС шламу;

- з використанням марганцевого агломерату АМ-2 виробництва БЗАФ на ЗФЗ розроблена і впроваджена технологія виплавки феросилікомарганцю, низькофосфористого високовуглецевого феромарганцю, переробного шлаку, що забезпечило виплавку марганцевих феросплавів високої конкурентоспроможності.

Економічний ефект від впровадження результатів роботи, як зазначено у відповідному акті та розрахунку (додатки 1,2), складає 37,75 млн. грн..

#### **4. Загальна характеристика змісту дисертації**

**Структура та об'єм дисертації.** Дисертаційна робота Шуваєва С.П. складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків та списку використаних джерел (134 джерела, включаючи 26 публікацій автора за темою дисертації). Загальний обсяг дисертації разом з ілюстраціями та таблицями складає 172 сторінки, у тому числі 43 рисунка, 41 таблиця, 3 додатки.

За структурою викладання матеріалу дисертація та автореферат є логічними, підпорядкованими визначеній меті роботи, цілям та завданням дослідження. Робота написана доброю науковою мовою, оформлена грамотно та відповідає існуючим нормативним вимогам щодо кандидатських дисертацій. Автореферат достатньо повно відображує зміст дисертації. Тема і зміст дисертації повністю відповідають паспорту спеціальності 05.16.02 - металургія чорних і кольорових металів та спеціальних сплавів.

**У вступі** надана загальна характеристика роботи; обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульована мета і визначені основні задачі дослідження, розглянуті об'єкт, предмет і методи досліджень, наукова новизна та практичне значення роботи, визначено особистий внесок здобувача, представлені відомості про публікації та апробацію основних результатів роботи, наведено дані щодо структури та обсягу дисертації.

**У першому розділі** представлена характеристика Покровського родовища марганцевої руди, її запасів у надрах по видам руди; зроблено аналіз особливостей геолого-мінералогічного складу рудоносного шару на дільницях і кар'єрах; наведено дані щодо виробничих потужностей для збагачення сирової руди і діючих двох шламонакопичувачів, а також хімічних складів сирової руди кар'єрного видобутку.

Проаналізована технологічна схема переробки сирової марганцевої оксидної руди з використанням гравітаційного, електричного, магнітного методів збагачення. Представлено у ретроспективі показники збагачення руди та якісні показники отриманих концентратів.

**У другому розділі** розглянуто інформаційний ресурс даних щодо фізичних явищ і закономірностей процесів ВММС шламу від збагачення

марганцевої руди з відпрацьованих шламокопичувачів АТ ПГЗК. Класифіковані мінеральні компоненти дослідної сировини (мулистої тріади-піролюзиту, псиломелану, манганіту, гідроксидної та карбонатної фази), для яких експериментально визначені величини питомої магнітної сприйнятливості.

Вивчені закономірності кінетики процесу ВММС слабомагнітної мінеральної сировини; опрацьовані можливості використання удосконалених високо градієнтних магнітних сепараторів для збагачення лежалих шламів з шламонакопичувачів АТ ПГЗК.

**У третьому розділі** наведені результати комплексних рентгенівських досліджень мікроструктури марганцевих концентратів, отриманих за технологією ВММС шламів, з додатковим залученням для аналізу виявлених мінеральних утворень у зразках сировини методів інфрачервоної спектроскопії і дериватографії.

Це дало можливість достовірно ідентифікувати такі мінерали, як  $\alpha$ -вернадит  $MnO_2(H_2O)$ , t-піролюзит  $MnO_2$ ,  $\alpha$ -кварц  $SiO_2$ ,  $\beta$ -тодорокит  $Mn_6O_{12}(H_2O)$ , манганокальцит  $(Ca, Mn)CO_3$  та встановити параметри відповідних кристалічних решіток.

**Четвертий розділ**, який, на думку опонента, є найбільш цікавим з точки зору насичення науковою новизною, присвячено дослідженню виробництва агломерату з використанням у складі аглошихти концентрату ВММС шламів. В цьому розділі розглянуто математичні моделі газодинамічної роботи агломераційних машин в залежності від ряду факторів. Виконано комп'ютерне моделювання термодинамічної рівноваги фаз складних оксидно-силікатних систем в інтервалі температур 900–1300°C, які відповідають складу промислового агломерату виробництва БЗАФ. Порівняльний аналіз результатів моделювання термодинамічної рівноваги фаз з даними рентгеноструктурних досліджень, підтвердив високу схожість показників фазоутворень, отриманих за різними методиками. Розглянуто також характеристики термічних перетворень оксидних і гідроксидних мінералів марганцевих концентратів і проаналізована термодинаміка дисоціації та відновлення марганцевих мінералів у ході агломерації.

Цей розділ містить також дані щодо дослідно-промислового освоєння і впровадження в умовах БЗАФ технології виробництва марганцевого агломерату марки АМ-2 з використанням у складі аглошихти різної долі тонкозернистого концентрату ВММС шламу відпрацьованих шламокопичувачів. Показано вплив на показники оптимізації агломераційного процесу проведеної докорінної модернізації агломашини і агломераційного обладнання.

Низку аналогічних досліджень виконано дисертантом в умовах агломераційного цеху АТ НЗФ, де було отримано агломерат АМНВ-2, який використовується для виплавки малофосфористого марганцевого переробного шлаку (МФШ). Використання МФШ у складі шихти для виплавки марганцевих феросплавів на АТ НЗФ дозволило суттєво зменшити поставки імпортової

низькофосфористої марганцевої руди із збереженням конкурентоспроможності українських феросплавів на міжнародних ринках феросплавної продукції.

У п'ятому розділі наведено дані дослідження технологій виплавки феросилікомарганцю з використанням у складі шихти агломерату АМ-2. Визначено шляхом математичного моделювання параметри в'язкості шлакових систем, у тому числі їх залежності від лужно-глиноземного модуля шлакового розплаву. Розроблена технологія виробництва пилококсових обкотишів і їх використання у складі шихти при виплавці марганцевих феросплавів.

Проведено дослідження термодинамічної рівноваги фаз у багатокомпонентній системі, що відповідає в цілому складу шихти для виплавки феросилікомарганця. Розглянуто причини суттєвого підвищення концентрацій оксидів  $K_2O$  і  $Na_2O$  у пічному шлаку та виконано матеріальний баланс лужних компонентів. Використання у шихті значної кількості концентратів ВММС шламів призводило до негативного впливу оксидів лужних металів на експлуатаційну стійкість бокової вуглецевографітової футеровки ванни феросплавної печі; для нівелювання цього фактору надано відповідні рекомендації.

Вперше виявлена і обґрунтована можливість існування двох шлакових розплавів різних хімічних складів, які не змішуються у пічному шлаку феросилікомарганцю, в залежності від вмісту оксидів  $K_2O$  і  $Na_2O$ . Невідоме раніше в теорії і технології виплавки феросилікомарганцю явище розшаровування шлаку на 2 шлакових розплави різних хімічних складів знайшло трактування як закономірне явище «незмішуваності» в силікатних системах.

У роботі виконано комплексний аналіз екологічних аспектів переробки шламів за технологією ВММС. Узагальнені результати дослідження пилогазових викидів, що утворюються при агломерації марганцевих концентратів; удосконалено на БЗАФ систему очистки пилогазових викидів агломераційного виробництва з досягненням діючих норм гранично допустимих концентрацій пилу.

## **5. Рекомендації в частині використання отриманих в роботі результатів**

Промислові етапи дослідження по роботі, яка винесена на захист, було розпочато в умовах АТ ПГЗК шляхом дослідної переробки марганцевої сировини з шламонакопичувачів цього комбінату за технологією ВММС. Як відомо, в умовах діючого у м. Марганець Марганецького ГЗК (МГЗК) також накопичено значну кількість шламів у відвалах, при переробці яких можуть бути корисними напрацювання дисертаційної роботи С.П. Шуваєва. Таким чином, пропонується поширити отриманий досвід переробки шламів, зменшити їх кількість у шламосховищах; як наслідок, відпаде потреба у відводі додаткових земельних ділянок під складування відходів тощо.

Доцільно також провести оцінку наскрізних показників переробки шламів ВММС, тобто оцінити як певну втрату показника вилучення марганцю в товарну продукцію під час електрометалургійної переробки менш якісної сировини (за рахунок відомої залежності показника вилучення марганцю від його вмісту в сировині), так і оцінити сумарний приріст вилучення марганцю за рахунок додаткового залучення в переробку попередньо накопичених марганецьвмістких відходів. Безумовно, необхідно також зробити наскрізну оцінку економічної ефективності інноваційної технології, запропонованої у дисертації.

До практичного використання пропонуються також технологічні рішення дисертанта, пріоритетність яких зафіксована 2-ма патентами України на винаходи.

Теоретичні та експериментальні данні дисертанта доцільно використати у навчальному процесі Національної металургійної академії України при підготовці бакалаврів та магістрів за металургійними спеціальностями.

## **6. Повнота публікації результатів роботи**

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, 10 статей у періодичних виданнях України, 4 видань матеріалів міжнародних наукових конгресів і конференцій. Новизна технічних рішень, викладених у роботі дисертанта, захищена 2 патентами України.

Результати роботи доповідались і обговорювались на науково-технічних конференціях: Міжнародній науково-технічній конференції «Інформаційні технології у металургії і машинобудуванні» (м. Дніпро, НМетАУ, 28–30 березня 2017 р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Розвиток промисловості і суспільства» (м. Кривий Ріг, 24–26 травня 2017р.); 15-му Міжнародному феросплавному конгресі INFACON-XV (м. Кейптаун, Південно-Африканська республіка, 26-28 лютого 2018 р.).

Кількість та якість публікацій, їх повнота відповідають вимогам, що висунуто до дисертацій на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук.

## **7. Зауваження по роботі:**

По роботі є певні зауваження:

7.1. Дисертантом зазначено у вступі у п. 2 положень, які характеризують наукову новизну роботи (с.21), про те, що ним (*цитую*) «**вперше** на основі моделювання... науково обґрунтовано вплив температури на процес одержання марганцевого агломерату...». Наскільки відомо опоненту, такі розрахунки раніше вже були предметом робіт, які виконувалися під керівництвом академіка М.І. Гасика. Мова, таким чином, може йти про уточнення в роботі **окремих параметрів** термодинамічної моделі рівноваги фаз для системи, що

відповідає за складом компонентів дослідній сировині – концентратів ВММС шламів.

7.2. Дисертант виконав основні експериментальні дослідження з концентратами ВММС марганцевих шламів – тобто фактично **новим предметом** дослідження, введеним ним в практику металургійного виробництва. В тексті роботи є значний масив даних щодо хіміко-мінералогічного складу і магнітних властивостей цього нового виду сировини, але відсутні такі, безумовно необхідні так би мовити «традиційні» **металургійні характеристики** - температури розм'якшення та плавлення, щільність та пористість, питомий електричний опір та усадка при нагріві, реакційна здібність тощо. Відсутність таких даних дещо обідняє висновки по роботі.

7.3. Робота містить системний аналіз багатьох теоретичних аспектів процесів збагачення, агломерації рудної сировини (у тому числі не тільки марганцевої, а й залізорудної) тощо. Наприклад, у розд. 2.2 та 2.3 на с.44-49 наведено значний інформаційний ресурс відносно математично-фізичної моделі ВММС з диференціальними рівняннями, проте в подальших розділах відсутня дані щодо **використання цієї моделі** для конкретного випадку переробки марганецьвмістких шламів з їх специфічними магнітними властивостями.

Такого ж змісту зауваження стосується розд.4.1 відносно теплотехнічних параметрів агломераційного процесу, окислення частинок твердого палива в зоні горіння (с.90-95) тощо. Наведені формули щодо розрахунку товщини зони горіння коксу, теплового балансу процесу агломерації з урахуванням рециркуляції агломераційних газів, так би мовити, «прикрашають» роботу, але ж ніяк **не використані** дисертантом у подальших дослідженнях.

7.4. У розд. 2.5. у табл.2.4 на с.58 наведено результати вимірювань і визначення питомої **магнітної сприйнятливості** зразків сировини, що в подальшому необхідно для обрання для неї оптимальних параметрів ВММС. Проте незрозуміло – для чого такі дослідження виконано також для **зразка агломерату?**

У цьому ж розділі на с. 59 згадується про розробку за участю дисертанта  **нової конструкції магнітних сепараторів** для переробки марганцевих руд і шламів, проте не наведено інформації щодо переваг нового обладнання. Є лише посилання на літературне джерело /28/, але цього джерела немає в переліку робіт, що відносяться до розділу 2 (с. 61). Хотілося б отримати пояснення з цього питання.

7.5. В роботі вперше встановлено наявність в шлаку феросилікомарганцю **двох не змішуваних при низьких температурах олівінових фаз**, що складаються з силікатів та кальцитів (розд.4.2.2, 4.2.3 с. 99-104), що є цікавим фактом та може послужити **основою для дискусії** під час обговорення дисертації. Хотілося б отримати пояснення автора - чому в такому випадку



(цитую зі с.99) «агломерат матиме більш **високу міцність** і менш схильним до розсіпання»? А також - чому при підвищенні температури (знов цитую зі с.101) «вже **немає розпаду** олівінової фази на дві (хоча вона залишається основною)»?»?

7.6. У розд.4.5 на с.118 повідомляється, що спіканню в умовах БЗАФ агломерату з дослідними концентратами передувала операція отримання суміші марганцевої сировини з т.зв. «**вуглецеволужним реагентом**». Згадка про цей реагент є також на с.132, де мова йде про спікання агломерату в умовах аглоцеху НЗФ. Але ж тексті роботи відсутня інформація щодо складу та характеристик вуглецеволужного реагенту, а також – чому на БЗАФ він зміщувався с концентратами у співвідношенні 3 : 1, тоді як у АГЦ НЗФ – 5,5 : 1? Чи було це співвідношення предметом дослідження?

7.7. Вище опонентом вже зазначалося, що робота в цілому характеризується внутрішньою логікою, гарно оформлена та викладена добротною науковою мовою. Проте, вважаю за необхідне висловити декілька зауважень щодо викладення матеріалу:

- окремі рисунки надані російською мовою;
- у тексті є деякі повтори – наприклад, двічі згадується про можливість отримання обкотишів з пилу від виплавки феросилікомарганцю та вуглецю без використання будь-якого в'язучого (с.171 та с.173);
- у роботі, на думку опонента, занадто «рясно» цитуються деякі літературні джерела. Наприклад, у розд.5.2.2 на багатьох сторінках викладені загально відомі рівняння для розрахунку показників в'язкості шлаків, хоча було б достатнім обмежитися посиланням на відповідні літературні джерела. Це ж стосується розд.4.5.4, де викладені відомі дані щодо поведінки фосфору в процесі електрометалургійної дефосфорації, термодинаміки утворення фосфідів тощо.

Вище наведені зауваження не ставлять під сумнів достовірність матеріалів дисертації в цілому; не стосуються її принципових положень і висновків; не знижують теоретичну та практичну цінність роботи.

## **8. Загальний висновок щодо відповідності дисертації встановленим вимогам**

Комплекс теоретичних та експериментальних досліджень, що виконані у дисертаційній роботі С.П. Шуваєва, а також закономірності, отримані за результатами цієї роботи, становлять теоретичну основу та практичну цінність для технології підготовки марганцеворудної сировини (ВММС сепарація, агломерація) та виплавки марганцевих феросплавів. Аналіз результатів цих комплексних досліджень дає змогу констатувати, що дисертантом вирішені актуальні наукові та практичні завдання з удосконалення основних етапів

наскрізної технології – від використання відходів виробництва (шламів збагачення марганцевих руд) до виплавки феросплавів з достатніми техніко-економічними показниками.

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 високоінтенсивної магнітної сепарації шламу» відповідає вимогам п.п. 9 та 11 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. щодо кандидатських дисертацій, а автор дисертації ШУВАЄВ Сергій Павлович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.02 – Металургія чорних і кольорових металів та спеціальних сплавів

**Офіційний опонент –**

**Генеральний директор Центру управління проектами в галузі геологічної розвідки, видобутку та переробки металургійної сировини ЦУП «Трансгеорудмет», доктор технічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державних премій України**



“12” грудня 2018 р.

**С.Г. Грищенко**