

## ОТЗЫВ

на диссертацию Москальчука Леонида Николаевича, выполненную на тему «Научное обоснование использования твердых отходов горных предприятий путем разработки технологии получения и применения органоминеральных сорбентов для реабилитации почв, загрязненных радионуклидами» и представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности: 25.00.36 – геоэкология (горно-перерабатывающая промышленность)

### Актуальность темы

В результате радиационной аварии на Чернобыльской АЭС более 1,8 млн. га сельскохозяйственных почв Республики Беларусь подверглась радиоактивному загрязнению. Длительность периодов полураспада радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  серьезно усложняет проблему реабилитации почв. Эффективными минеральными сорбентами радионуклидов и мелиорантами для предотвращения дальнейшей миграции радионуклидов в объектах окружающей среды (почва, поверхностные и грунтовые воды) являются глинистые минералы, обладающие слоистой структурой типа 2:1 (монтмориллонит, вермикулит, иллит и др.), калийные удобрения (для  $^{137}\text{Cs}$ ) и карбонатные породы (для  $^{90}\text{Sr}$ ).

Одним из крупнотоннажных отходов предприятия ОАО «Беларуськалий» по переработке сильвинитовой руды, существенно ухудшающих состояние окружающей среды на территории Солигорского промышленного района, являются глинисто-солевые шламы (ГСШ), объемы которых составляют более 100 млн. т. Данный отход практически не используется и направляется в шламохранилища. В составе ГСШ преобладают глинистые и карбонатные минералы, хлориды ( $\text{NaCl}$  и  $\text{KCl}$ ), присутствуют сульфаты магния и кальция. Наличие в ГСШ хлорида калия, микроэлементов и глинистых минералов предопределяет целесообразность их использования в качестве матричного материала для получения органоминеральных сорбентов радионуклидов.

Организация производства органоминеральных сорбентов позволит решить проблему реабилитации радиоактивно загрязненных почв в

Республике Беларусь, повысить комплексность использования сырья на предприятии ОАО «Беларуськалий», улучшить экологическую обстановку в Солигорском районе Минской области.

В этой связи тема представленной на отзыв диссертации актуальна как в научном, так и прикладном отношении.

### **Обоснованность и достоверность защищаемых научных положений и выводов диссертации**

Все защищаемые научные положения и выводы диссертации Л.Н. Москальчука имеют под собой теоретическую и экспериментальную основу. Почти 80% объема диссертации представляют результаты разнообразных физико-химических исследований и моделирования, обоснования и разработки составов органоминеральных сорбентов и технологической схемы их производства.

Научные положения, выводы и рекомендации работы основаны на результатах экспериментов с привлечением комплекса современных химических, физико-химических, радиохимических и физических методов (растровая электронная микроскопия с рентгеноспектральным микроанализом, рентгенофазовый и рентгеноспектральный флуоресцентный анализ), программно-математической обработки экспериментальных данных, моделирования, подтверждаются наработкой опытных партий органоминеральных сорбентов и их лабораторной проверкой.

Результаты работы Л.Н. Москальчука в достаточной мере апробированы: доведены до сведения широкой научной общественности и обсуждены на многих представительных национальных и международных конференциях, симпозиумах и семинарах.

Это позволяет рассматривать результаты диссертации как обоснованные и достоверные.

### **Новизна результатов диссертации**

Выявленные Л.Н. Москальчуком закономерности позволили получить следующие наиболее существенные результаты, определяющие научную новизну диссертационной работы:

- получены количественные данные и систематизированы сорбционные, селективные и кинетические показатели для твердых отходов горно-перерабатывающей (ГСШ) и химической (гидролизный лигнин) промышленности, природного минерального сырья (сапропели) и дерново-подзолистых почв в отношении радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ ;

- разработаны модели миграции радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в системе почва – почвенный раствор – растение, позволяющие обосновать составы органоминеральных сорбентов радионуклидов с оптимальными физико-химическими и сорбционными свойствами;

- предложен методологический подход, позволяющий выполнить подбор компонентов органоминеральных сорбентов радионуклидов на основе данных об обменной форме радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , емкости катионного обмена и обменного потенциала связывания радиоцезия для сорбционных материалов различного происхождения;

- получены органоминеральные сорбенты радионуклидов на основе твердых отходов горно-перерабатывающей (ГСШ) и химической (гидролизный лигнин) промышленности, местного минерального сырья (сапропели) и выполнена оценка экологической эффективности их применения для снижения миграции радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  из почвы в растения.

Данное исследование Л.Н. Москальчука позволило разработать методологический подход по подбору и оценке эффективности потенциальных сорбентов для иммобилизации радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в системе почва – почвенный раствор.

Полученные автором результаты открывают возможности использования ГСШ ОАО «Беларуськалий» в качестве матричного материала для получения органоминеральных сорбентов радионуклидов различного состава.

### **Практическое значение диссертации**

Практическое значение диссертации Л.Н. Москальчука очевидно и заключается в обоснованной возможности получения дополнительной

ценной продукции из глинисто-солевых шламов (отхода предприятия ОАО «Беларуськалий») по технологиям, разработанным автором в ходе диссертационных исследований, и решения проблемы реабилитации загрязненных радионуклидами почв с целью повышения радиационной безопасности населения Беларуси.

Диссертантом получены эффективные органоминеральные сорбенты радионуклидов, имеющие низкую себестоимость. Показана эффективность их применения для реабилитации дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв Беларуси, загрязненных радионуклидами.

Л.Н. Москальчуком разработана технологическая схема получения органоминеральных сорбентов радионуклидов на основе ГСШ предприятия ОАО «Беларуськалий», сапропелей и гидролизного лигнина.

Даны обоснованные практические рекомендации по созданию промышленного производства сорбентов.

Автором проведены лабораторные испытания органоминеральных сорбентов. Соответствующие документальные подтверждения этому представлены в работе.

Оригинальные авторские методики и установленные закономерности могут быть использованы в работах ведущих научно-исследовательских институтов и учреждений, коллективы которых занимаются разработкой разнообразных сорбентов с широкой областью применения.

### **Замечания**

По диссертационной работе Л.Н. Москальчука имеются следующие замечания:

1. При обсуждении свойств сапропелей как потенциальных сорбентов радионуклидов отмечено, что все образцы обладают высокой удельной поверхностью (с. 115). В то же время, в работе отсутствуют данные о величинах удельной поверхности исследованных сапропелей. Кроме того, важный вопрос, который остался не затронутым в работе, это возможность повышения удельной поверхности путем различного модифицирования сапропелей и связь данного параметра с сорбционными свойствами.

2. Считаю, что по результатам исследований автору можно было бы предложить классификацию сапропелей различного типологического состава как потенциальных сорбентов радионуклидов.

3. В работе не обсужден вопрос однородности состава и свойств образцов ГСШ, отобранных на различных стадиях технологического процесса и при хранении в шламохранилище. Вместе с тем, это важнейший параметр, оказывающий влияние на свойства органоминеральных сорбентов.

4. Вызывает сомнение утверждение автора о том, что закрепление  $^{137}\text{Cs}$  на образцах ГСШ происходит в том числе и в результате изоморфной замены катионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  в полевых шпатах (с. 155).

Имеющиеся замечания не затрагивают сути научных положений и основных выводов работы.

#### **Общая оценка диссертации**

Диссертация оценивается положительно. Диссертация соответствует пунктам 3.5 и 3.10 Паспорта специальности 25.00.36 – геоэкология (горно-перерабатывающая промышленность).

Диссертация Л.Н. Москальчука является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение: обосновано использование глинисто-солевых шламов ОАО «Беларуськалий» в качестве матричного материала для получения органоминеральных сорбентов радионуклидов, предназначенных для реабилитации загрязненных радионуклидами дерново-подзолистых почв Беларуси.

Работа соответствует требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (в редакции постановления Правительства РФ от 24.09.2013 №842), предъявляемых ВАК при Минобрнауки России к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук.

Автореферат соответствует структуре и содержанию диссертационной работы.

Основные ее положения раскрыты в 1 монографии, 28 статьях, опубликованных в престижных реферируемых периодических изданиях, с участием автора получено 2 патента Республики Беларусь.

Автор диссертации, Москальчук Леонид Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.36 – геоэкология (горно-перерабатывающая промышленность).

Официальный оппонент  
Заведующий лабораторией  
Экологии промышленного производства  
ФГБУН Институт проблем промышленной  
экологии Севера Кольского НЦ РАН,  
доктор технических наук

Макаров Дмитрий Викторович

184209, Мурманская обл., г. Апатиты  
мкр. Академгородок, 14а, ИППЭС КНЦ РАН,  
(81555)79337, makarov@inep.ksc.ru

*Подпись Д.В. Макарова удостоверяю*

Ученый секретарь ИППЭС КНЦ РАН  
кандидат биологических наук

Вандыш Оксана Ивановна

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

М.П.

Список публикаций официального оппонента  
доктора технических наук  
Макарова Дмитрия Викторовича

1. Макаров Д.В., Мазухина С.И., Нестеров Д.П., Меньшиков Ю.П., Бочарова И.В., Нестерова А.А., Маслобоев В.А. Исследование взаимодействия искусственного геохимического барьера с раствором сульфата меди // Химия в интересах устойчивого развития. 2011. Т.19. №3. С. 281-286.

2. V. Chanturiya, V. Masloboev, D. Makarov, S. Mazukhina, D. Nesterov, Yu. Men'shikov. Artificial geochemical barriers for additional recovery of non-ferrous metals and reduction of ecological hazard from the mining industry waste // Journal of Environmental Science and Health, Part A. 2011. V.46. N.13. P.1579-1587.

3. Маслобоев В.А., Макаров Д.В., Мазухина С.И., Нестеров Д.П., Меньшиков Ю.П. Искусственные геохимические барьеры для доизвлечения цветных металлов и снижения экологической опасности отходов горнопромышленного комплекса // Цветные металлы. 2011. №11. С.56-61.

4. Макаров Д.В., Маслобоев В.А., Нестеров Д.П., Светлов А.В., Меньшиков Ю.П., Корнева Е.А., Баюрова Ю.Л. Использование геохимических барьеров в технологиях очистки сточных вод и доизвлечения цветных металлов // Экология промышленного производства. 2012. №2. С.43-46.

5. V. Chanturiya, V. Masloboev, D. Makarov, D. Nesterov, Yu. Bajurova, A. Svetlov, Yu. Men'shikov. Geochemical barriers for environmental protection and recovery of nonferrous metals // Journal of Environmental Science and Health, Part A. 2014. V.49. N12. P.1409-1415.

6. Bajurova Ju., Makarov D. Application of geochemical barriers for purification of industrial waters from non-ferrous metals // Journal of the Polish Mineral Engineering Society (Inzynieria Mineralna). 2014. V.15. N2(34). P.95-100.

7. Bajurova Ju., Svetlov A., Suvorova O., Kumarova V., Makarov D., Masloboev V. The possibility of complex processing of copper-nickel concentration tailings // Proceedings of the XVI Balkan Mineral Processing Congress, Belgrade, Serbia, June 17-19, 2015. V.2. P.891-893.

8. Сулименко Л.П., Кошкина Л.Б., Мингалева Т.А., Макаров Д.В., Маслобоев В.А. Исследование миграции молибдена в водных средах ландшафтов Хибинского массива с целью разработки природоохранных мероприятий // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2015. Т.18. №2. С.345-355.