

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Сафонова Алексея Владимировича «Биогеохимический *in situ* барьер в загрязненных подземных водах на предприятиях ядерно-топливного цикла»**», представленной на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.13 Радиохимия (химические науки)

Диссертация Сафонова Алексея Владимировича «Биогеохимический *in situ* барьер в загрязненных подземных водах на предприятиях ядерно-топливного цикла»», посвящена вопросам иммобилизации широкого спектра актинидов, продуктов деления и активации, а также тяжелых металлов в техногенно-преобразованных подземных водах вблизи поверхностных хранилищ жидких РАО на примере 6 предприятий ядерного топливного цикла с использованием активации аборигенного микробного сообщества. Проблема многокомпонентного загрязнения подземных является общей важной проблемой функционирования шламо-и пульпохранилищ предприятий добычи, переработки руды, обогащения и сублимации урана и переработки ОЯТ. Во всех случаях макрокомпонентами-поллютантами являются нитрат-ионы, что создает проблемы ремедиации территорий как на этапах функционирования поверхностных хранилищ, так и на этапе их консервации. Для удаления нитратов на сегодняшний день единственными возможным подходом являются микробиологический. Важно отметить, что в работе Сафонова А.В. предлагается комплексное решение очистки подземных вод, позволяющее преобразовать нитраты до молекулярного азота и иммобилизовать наиболее опасные долгоживущие радионуклиды в сформированных биогеохимических барьерах за счет нагнетания недорогих органических субстратов, в том числе отходов пищевого производства. Возможность применения разработанного Сафоновым А.В. подхода показана на практике на примере участков загрязненных вод вблизи законсервированного хранилища РАО Б-2 АО «СХК», на площадке сублиматного завода АО «СХК», вблизи хвостохранилища №2 АО «ЧМЗ». Во всех случаях полевые эксперименты привели к снижению концентраций нитрат-ионов ниже значений ПДК. Дополнительно было установлено, что во всех случаях после нагнетания органических субстратов за счет потребления окислителей происходило формирование восстановительных условий, способствующих иммобилизации актинидов и технеция в восстановленных малорастворимых формах. В некоторых случаях, после однократного нагнетания субстратов восстановительные условия в подземных водах сохранялись более двух лет.

В диссертации Сафонова А.В. особое внимание уделяется вопросам поведения технеция в подземных водах и его формам в условиях биогеохимического барьера. Технеций является одним из самых проблемных радионуклидов в связи с его длительным периодом полураспада и высокой миграционной способностью в окисленной форме. Полученные автором фундаментальные данные будут полезны для обоснования численных моделей миграции технеция, как от приповерхностных хранилищ РАО, так и на полигонах глубинного захоронения ЖРО.

Важным аспектом диссертации является приведенная автором оценка рисков коллоидного и псевдоколлоидного переноса актинидов в процессе формирования биогеохимического барьера. Нагнетание органических субстратов, особенно таких многокомпонентных, как молочная сыворотка, может привести к формированию устойчивых растворимых комплексов актинидов. В лабораторных экспериментах автором показано, что активация микробных процессов приводит к коагуляции коллоидных частиц и значительному снижению концентрации актинидов в водной фазе.

Сафоновым А.В. на основе серии лабораторных и полевых исследований концептуализирована модель формирования биогеохимического барьера в подземных водах с учетом микробиологических, геохимических и геологических данных и предложены идеи его реализации в различных условиях, в том числе в зоне аэрации, в болотах, донных отложениях водоемов и в глубинных водоносных горизонтах.

Считаю, что данная работа без сомнения имеет высокую научную и практическую ценность, является важной и своевременной на современном этапе развития атомной энергетики.

Несмотря на то, что первичные полевые эксперименты показали перспективность использования биогеохимических барьеров для очистки подземных вод и замедления/прекращения миграции долгоживущих радионуклидов, для крупномасштабного внедрения метода необходимо проведение демонстрационной очистки участка, содержащего первые тысячи кубометров загрязненных вод и проведение дополнительных систематических испытаний в зонах с высокой техногенной нагрузкой, где активность микроорганизмов может быть снижена.

Работа представляет собой законченный научный труд и соответствует специальности 1.4.13 Радиохимия (химические науки).

Диссертационная работа Сафонова Алексея Владимировича «Биогеохимический in situ барьер в загрязненных подземных водах на предприятиях ядерно-топливного цикла» полностью соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842) и «Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Сафонов Алексей Владимирович, заслуживает присвоения ученой степени доктора химических наук.

Зубков Андрей Александрович

к. г.-м. н.

главный геолог АО «СХК»

Акционерное общество «Сибирский химический комбинат»

636039, г. Северск, ул. Курчатова, д.1

shk.tvcl.ru

e-mail geomon97@mail.ru

8-913-103-69-58

«17» сентября 2024 г.

Подпись ФИО автора отзыва заверяю




(подпись)