

ОТЗЫВ

**на диссертационную работу Садуакасовой Айгуль Талгатовны
по теме «Сорбционная технология извлечения урана из
техногенного и гидроминерального сырья с применением
природных модифицированных сорбентов»,
представленную на соискание степени доктора философии (PhD)
по специальности 6D070900 – Metallurgy**

Актуальность выполненной Садуакасовой А.Т. диссертационной работы заключается в повышении экологической безопасности урановых химико-металлургических производств и в расширении минерально-сырьевой базы урана. Садуакасовой А.Т. собран и обобщён материал по объектам исследования – урансодержащему сырью и природным сорбентам. На основе имеющихся данных о современных способах сорбционного извлечения урана из разбавленных растворов с использованием гидроксидов металлов были получены гидроксидсодержащие сорбенты. В результате проведения докторантом экспериментальной работы с целью поиска оптимальных условий модификации природных сорбентов получен ряд ионитов, обладающих высокими сорбционными характеристиками.

Научная новизна работы состоит в установлении закономерностей синтеза новых неорганических сорбентов и исследовании их физико-химических и сорбционных свойств. В частности, по результатам потенциометрического титрования определены величины степени ионизации ионогенных групп, составившие от 8,40 до 10,36. Установлено, что полученные модифицированные сорбенты являются катионитами, способными сорбировать ионы урана в виде иона уранила и его комплексов.

Найдены функциональные зависимости содержания урана в сбросном растворе АО «УМЗ» и расчётного содержания урана в фосфогипсе от удельного расхода фосфогипса на сорбцию урана из указанного раствора для статических условий сорбции при крупности фосфогипса -0,1 мм. Определён оптимальный расход фосфогипса для извлечения урана из сбросных растворов АО «УМЗ», обеспечивающий перевод данных растворов из категории жидких радиоактивных отходов в категорию жидких отходов и получение богатого уранового концентрата.

Основные практически значимые результаты диссертации заключаются в следующем:

Установлены величины ДОЕ и ПДОЕ для разработанных сорбентов, составивших соответственно $1,07 \div 6,75$ и $12,40 \div 95,19$ мг урана на 1 г сорбента, что позволяет обоснованно подходить к

выбору технологии сорбции урана из техногенного и гидроминерального сырья. Содержание урана в разработанных сорбентах после их использования для сорбции урана из модельных урановых растворов составило $1,23 \div 8,69$ % масс.

Показано, что полученные в ходе диссертационных исследований неорганические сорбенты характеризуются сорбционной ёмкостью по урану, сопоставимой с таковой для органических смол, применяемых при сорбции урана из растворов со стадии подземного и гидрометаллургического выщелачивания урана из руд.

Определены технологические параметры сорбции урана из раствора, имитирующего сбросной раствор уранового производства АО «УМЗ», на гранулах модифицированного шунгита в динамических условиях сорбции. Результатами данных исследований показана возможность получения насыщенного по урану модифицированного шунгита с содержанием урана 3,97 %, что соответствует урановой руде сорта I («очень богатая руда»). Данный результат обеспечивается за счёт сорбции урана на гранулах сорбента, полученного из смеси шунгита, гидроксида меди (II) и гидроксида никеля, взятых в массовом соотношении 16 : 1 : 4.

Показано, что модификация шунгита и цеолита гидроксидами меди (II) и никеля позволяет получать иониты с повышенной сорбционной ёмкостью по отношению к ионам урана, содержащимся в опробованной подземной воде (в статических условиях сорбции). Повышение сорбционной ёмкости шунгита крупностью -0,1 мм по отношению к урану достигается путём его модификации гидроксидами меди (II) и никеля при массовом соотношении шунгит : гидроксид меди (II) : гидроксид никеля, равном 16 : 1 : 4. Повышение сорбционной ёмкости цеолита крупностью -0,1 мм по отношению к урану достигается путём его модификации гидроксидами меди (II) и никеля при массовом соотношении цеолит : гидроксид меди (II) : гидроксид никеля, равном $(14 \div 16) : 1 : 4$.

Разработаны гранулированные композиции шунгитсодержащих сорбентов, полученных с использованием их модификации гидроксидами меди (II), никеля и цинка, обеспечивающие глубокую очистку опробованной подземной воды от урана в динамическом режиме сорбции (связующим материалом при получении данных сорбентов являлся безводный фосфогипс). При использовании в качестве модификатора раствора сульфата цинка с концентрацией цинка 31,42 г/дм³ получены гранулы сорбента из данного раствора, механоактивированного шунгита и прокалённого фосфогипса с их массовым соотношением 1 : 1 : 1, обеспечивающие сорбцию 99 % урана из опробованной подземной воды. В динамических условиях сорбции расчётное содержание урана в

насыщенном сорбенте составило 0,3 % масс.

Показана возможность десорбции урана из сорбента, полученного в процессе сорбции урана из подземной воды (в качестве элюента использовался раствор карбоната натрия). Достигнута степень десорбции урана из сорбента в элюент 96,5 %.

В ходе нашей совместной работы с Садуакасовой А.Т. в ВКГТУ и УрФУ по теме диссертации она показала себя как увлечённый, инициативный и способный организовывать свою экспериментальную работу докторант. По результатам исследований оформлены 4 заявки на изобретение, опубликованы в Казахстане, ближнем и дальнем зарубежье 8 статей в престижных журналах, а также 15 докладов Международных конференций. Садуакасова А.Т. имеет 2 индивидуальные (без соавторов) публикации по теме диссертации. Таким образом, результаты диссертационных исследований достаточно полно опубликованы и апробированы.

Учитывая актуальность, научную новизну, практическую значимость диссертационной работы, считаю, что она может быть представлена к защите в диссертационном совете.

**Научный консультант, д.т.н.,
профессор-консультант кафедры
физической и коллоидной химии
Уральского Федерального
Университета им. Первого Президента
России Б.Н. Ельцина**



В.И. Зеленин

**Подпись
заверяю**

