

Об одной диссертации

Годнева М.М.

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты, m.godneva@ksc.ru

Аннотация. Статья написана по материалам отзывов на автореферат докторской диссертации Д.Л. Мотова «Физико-химические основы и серноокислотная гидрометаллургия выделения соединений элементов подгруппы титана из титано-редкометалльного сырья». Рассмотрено физико-химическое обоснование переработки титано-редкометалльного сырья (ТРМС) Кольского полуострова и лейкоксена республики Коми, а также циркониевого сырья, с выделением пигментов и новых дубителей. Определены оптимальные параметры ведения технологических процессов с опытно-промышленной проверкой и представлением данных для промышленной реализации. На ОАО «Апатит» создана опытно-промышленная установка «Пигмент». Предложено нейтрализующее средство на алюмосиликатной основе. Особенно значима реализация технологии лопарита на предприятии «Силмет», начиная от вскрытия сырья до получения конечных продуктов: пигментов, дубителей, в том числе комплексных, которые использовали 22 кожевенных завода. По разработкам проданы три лицензии за рубеж – в Италию и Австралию на сумму 2.6 млн долларов США.

Ключевые слова: титано-редкометалльное сырье, пигменты, дубители, нейтрализующее средство, внедрение.

About one dissertation

Godneva M.M.

Tananaev Institute of Chemistry -Subdivision of the Federal Research Centre KSC RAS, Apatity, m.godneva@ksc.ru

Abstract. The article is written on the basis of reports on the extended abstract of D.L. Motov's Dr. Sci. (Eng.) Dissertation "Physical-chemical foundations and sulfuric acid hydrometallurgy of titanium subgroup elements separation out of titanium-rare metals raw materials". The physical-chemical justification of processing all kinds of titanium-rare-metal raw materials of the Kola Peninsula and leucoxene of the Komi Republic, as well as zirconium raw materials with extraction of pigments and new tanning agents, has been considered. Optimal parameters of technological processes maintenance are defined, as well as experimental-industrial checking and presentation of data for industrial realization. At the JSC Apatit, the Pigment pilot-industrial plant "Pigment" has been set up. The neutralizing agent on the basis of the aluminosilicate has been proposed. Especially significant is the realization of the loparite technology at the Silmet Enterprise beginning with the raw materials decomposition till the preparation of final products: pigments, tanning agents, including complex ones, which have been used at the 22 leather enterprises. According to the scientific developments, there have been concluded 3 license agreements abroad in Italy and Australia in the amount of 2.6 million US dollars.

Key words: raw materials, pigments, tanning agents, neutralizing agent, realization.

Одним из важнейших условий стабилизации производственного комплекса страны, имеющего преимущественно сырьевую направленность, является совершенствование технологий переработки сырья. Работа Мотова Д.Л. посвящена актуальной проблеме – серноокислотной гидрометаллургии разнообразного сложного для переработки ТРМС Кольского полуострова, а также циркониевого сырья - эвдиалита, бадделеита, с выделением соединений элементов подгруппы титана (ЭПТ). Неослабевающий интерес к этим соединениям базируется, с одной стороны, на широком применении титансодержащих материалов, которые используются при производстве пигментов, катализаторов, сорбентов, керамики и др., а с другой - на растущем дефиците титанового сырья. Определяющей стадией переработки сырья является его вскрытие, а ключевым фактором процесса - отделение титана от редких металлов с выделением его в виде, удобном для практического использования. Использованное сырье имеет комплексный нетрадиционный характер и нуждается в разработке малоотходных технологических схем, что и составило предмет работы Д.Л. Мотова. Хотя вопросы обогащения специально не рассматриваются, но они увязаны с технологией переработки. В част-

ности, для сфена и лейкоксена применена химическая очистка концентратов от вредных примесей, которые, в силу присущих сырью особенностей, не отделяются методами обогащения, но их наличие ухудшает технологические показатели. Применение оригинальных химических методов отделения примесей и, таким образом, дообогащения сырья осуществлено на уровне изобретений (Гершенкоп А.Ш.).

Механизмы взаимодействия минералов россыпных месторождений титана с серной кислотой ранее были изучены недостаточно, поэтому системное изучение химии сульфатов подгруппы титана позволяет создать теоретические и практические основы сернокислой гидрометаллургии трудно вскрываемого ТРМС. Эти процессы получили в работе широкое физико-химическое обоснование путем систематического изучения методом растворимости тройных $\text{MeO}_2\text{-SO}_3\text{-H}_2\text{O}$ и четверных $\text{MeO}_2\text{-H}_2\text{SO}_4\text{-M}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}$ (Me - Ti, Zr, Hf; M - NH_4 , Na, K, Rb, Cs) систем, что составило само по себе заметный вклад автора в науку. Решены две крупные теоретические и экспериментальные задачи. В широком интервале температур установлены границы и закономерности образования в этих системах сульфатных и сульфатометаллатных соединений, более 38 из которых автором получены впервые (Быков М.Е.). Изучение указанных систем позволило не только выделить новые соединения ЭПТ, и разработать сернокислотные технологии сырья. Получена также обширная информация о состоянии ЭПТ в сернокислых растворах, что важно для химии переходных элементов. Фундаментальные исследования по растворимости в указанных выше системах, обобщены в монографиях «Химия подгруппы титана. Сульфаты и их растворы». Л.: «Наука», 1980, 175 с. (совместно с М.М. Годневой) и «Физико-химия и сульфатная технология титано-редкометалльного сырья». Апатиты. Изд-во Кольского научного центра РАН. 2002, Часть 1, 189 с. Результаты исследования физико-химических основ процессов автор применяет не только для вскрытия и выделения твердых фаз из растворов, решения ключевой задачи отделения титана от редких металлов, но и для практических выводов по очистке, переработке сырьевых материалов природного и техногенного происхождения, получению технически важных продуктов (Вяхи Т.).

Разработаны новые способы вскрытия сырья, разделения и выделения соединений этих элементов, определены оптимальные параметры ведения технологических процессов. Важно, что для каждой из приведенных схем переработки главные критерии – комплексность и рациональность. При этом автор выделяет ключевые факторы сложных процессов переработки, что важно для анализа технологических показателей основных стадий процессов с опытно-промышленной проверкой и представлением данных для промышленной реализации. Это, прежде всего, относится к сфену – побочному продукту апатито-нефелиновой руды (Путинцев Н.М.)

К заслуге автора, несомненно, следует отнести выделение оксосульфатотитаната $((\text{NH}_4)_2\text{TiO}(\text{SO}_4)_2\text{H}_2\text{O}$ (СТА) как нового вида минерального дубителя в оптимальной для дубления форме при полном цикле – от физико-химических исследований до промышленной реализации, включая продажу лицензий за рубеж и синтез на основе СТА комплексных многокомпонентных дубителей: титано-циркониевого, титано-алюминиевого, титано-циркониево-алюминиевого, дубителей с силикатной составляющей, а также самонейтрализующихся дубителей.

Одной из актуальных проблем кожевенного и мехового производства является расширение ассортимента применяемых минеральных дубителей и совершенствование процесса дубления с учетом постоянно возрастающих экологических требований к изготовлению кожи и меха. Разработка технологии получения титанового дубителя, осуществленная под руководством Д.Л. Мотова и при непосредственном его участии, привела к существенным изменениям в изготовлении кожи и меха, так как этот дубитель обеспечивает частичную замену хромового и растительных дубителей при одновременном сокращении производственного цикла, повышении качества готовой продукции, улучшении экологии кожевенного и мехового производства, уменьшении загрязненности сточных вод. Важной особенностью титанового дубителя является его консервирующая функция, позволяющая совместить процесс консервации для длительного хранения с предварительным дублением (Григорьев Б.С.). Применение комплексных дубителей, включающих элементы подгруппы титана, а также алюминий и кремний, позволяет повысить эффективность кожевенного произ-

водства путём интенсификации технологических процессов и рационального использования дубящих веществ. Весьма интересны и перспективны титановые дубители, обладающие способностью к самоподшелачиванию (Студеникин С.И.). Исследования доведены до широкого внедрения на различных предприятиях России, Белоруссии, Киргизии, Украины, Эстонии или прошли опытно-промышленные испытания. Они предусматривают получение широкого ассортимента товарных продуктов. Особенно значима реализация технологии лопарита на предприятии Силмет (Эстония), начиная от вскрытия сырья до получения конечных продуктов: пигментов, дубителей, в том числе комплексных, которые использовались на 22 кожевенных заводах (Добрун М.В.).

На ОАО «Апатит» по разработкам Д.Л. Мотова создана опытно-промышленная установка «Пигмент», на которой в едином комплексе задействованы обогатительный и химико-технологический процессы (Гершенкоп А.Ш.).

Результаты исследований использованы в исходных данных для технико-экономического обоснования строительства завода по серноокислотному производству пигментного диоксида титана из сфенового концентрата. Они открывают широкие перспективы для вовлечения в промышленное производство сырья, соответствующего сфере деятельности ОАО «Апатит», с получением продукции, применение которой будет способствовать развитию ряда отраслей народного хозяйства (Быков М.Е.). Наряду с переработкой сфенового концентрата на пигментный диоксид титана рутильной модификации, детально изучены технологические операции получения из сфена комплексного титано-алюминиевого дубителя. Реализация этой технологии не требует больших производственных площадей, сложного оборудования и специфических материалов. Она позволяет значительно сократить продолжительность вскрытия и исключить две трудоемкие операции - фильтрацию и выщелачивание титансодержащего спека. Следует отметить, что предлагаемые при этом в качестве побочного продукта наполнители по своим пигментным свойствам превосходят известные ранее. Показана возможность использования для получения титано-алюминиевого дубителя некондиционного сфенового концентрата, в котором присутствие Al(III) обеспечивается за счет примеси нефелина в концентрате. Это позволяет сократить потери сфена при доводке концентрата и исключить введение гидроксида алюминия, что существенно для снижения себестоимости основного продукта.

Особое значение для меховой и кожевенной промышленности имеет разработка и применение оригинального нейтрализующего средства (НС) на алюмосиликатной основе, преимущество которого неоспоримо по сравнению с единственным известным алюмосиликатным средством - немецким препаратом «Коратил-Г». НС позволяет вести процесс нейтрализации постепенно без резких скачков значения pH с достижением очень хороших значений поглощения минеральных дубителей (Григорьев Б.С.). Для получения НС используются жидкие отходы технологии сфена, причем для этого применен выпускаемый ОАО «Апатит» нефелиновый концентрат. При этом доказана эффективность использования НС при минеральном дублировании и возможность получения кож улучшенного качества (Лебедев О.П.). Разработана также схема совместной переработки сфенового и титано-магнетитового концентратов путем обработки последнего отходящим серноокислым раствором сфенового производства, что обеспечивает увеличение на 10 % выхода TiO_2 в пигмент. Наличие комбинационных схем придает разработке широкую направленность (Быков М.Е.). Подходы, аналогичные примененным в отношении сфена, использованы и при решении проблемы переработки лейкоксеновых концентратов. Комплексное исследование гидromеталлургических процессов переработки титанового сырья, позволило автору решить проблему выделения элементов-аналогов титана - циркония и гафния, продемонстрировав тем самым прогностическое значение выполненной работы (Голдин Б.А.). Из эвдиалита был выделен сульфатоцирконат аммония с получением циркониевого дубителя и оксида циркония.

Специалисту в области теории систем импонирует в работе то, что идея синтеза комбинированных, в частности, титано-циркониевых и титано-алюминиевых дубителей возникла в результате обнаружения синергизма дубителей при их совместном действии (Горяинов П.М., Студеникин С.И.).

Это же относится к самонейтрализующему дубителю и входящему в его состав нейтрализующему средству на алюмосиликатной основе. Применение комплексных дубителей, имеет определенные преимущества перед индивидуальными продуктами (Горяинов П.М., Голдин Б.А.).

В целом, работа представляется геологу-геохимику, как фундаментальное монографическое обеспечение текущих и будущих работ по комплексному промышленному освоению уникальных по составу и запасам полиэлементных месторождений Кольского региона, связанных с палеозойскими щелочными магматическими комплексами. Перспективная необходимость максимально полного и экологически целесообразного малоотходного или безотходного использования руд этих месторождений в значительной мере может быть поддержана разработками Д.Л. Мотова (Малыгин А.А., Предовский А.А.). Рассматриваемая работа позволяет, помимо внедрения новых технологических приемов, эффективно решать проблемы охраны окружающей среды в условиях интенсивного промышленного производства (Лебедев О.П.).

Разработанные технологические схемы экономически обоснованы с указанием ожидаемой прибыли при переработке оптимального количества того или иного сырья в ценах, действовавших на момент представления технологии. Так, при переработке сфена прибыль составляет 31.3 млн. руб. на уровне 1989 г., перовскита – 33.0 млн. руб. в ценах 1980 г., лейкоксена – 1.8 млн. руб. в ценах 1982 г. Годовой экономический эффект от внедрения изобретений, включающих разработанный автором титановый дубитель, составляет 9 млн. руб. в ценах 1989 г. Существенно, что разработки Мотова Д.Л. были реализованы в рамках трех лицензионных тем за рубежом, по которым проданы три лицензии - в Италию (2) и Австралию (1) на сумму 2.6 млн долларов США (Селин В.С.).

Работа Мотова Д.Л. является итогом более чем 40-летних целенаправленных исследований актуальных и малоизученных проблем (Вяхи Т.). В результате проведения длительных лабораторных исследований и экспериментов и опытно-промышленных испытаний получены и проанализированы многочисленные материалы, характеризующие физико-химические основы и сернокислотную гидрометаллургию выделения соединений элементов подгруппы титана (Быков М.Е.).

Д.Л. Мотов – авторитетный и признанный специалист в области химико-металлургических процессов переработки сложного минерального сырья, его работы хорошо известны специалистам в области редких металлов. Результаты диссертации широко используются в учебном процессе ведущих вузов РФ при чтении лекций по курсу технология редких и рассеянных элементов. Им сформировано новое научное направление, в котором он является общепризнанным лидером (Резник А.М.).

Благодарность

Автор выражает благодарность Ковалевскому В.П. за участие в обсуждении и оформлении статьи.

Библиографический список (отзывы)*

Авторы	Должность и звание
Александров С.П.	Зав. кафедрой техн. кожи, меха и изд. из кожи Рос. Заочн. Ин-та текст. и лёгк. пром-сти, д.т.н., проф.
Зурабян К.М.	Проф. кафедры техн. кожи, меха и изд. из кожи Рос. заочн. Ин-та текст. и лёгк. пром-сти. Заслуж. деятель. н.т. РФ
Бузник В.М.	Зав. лаб. Фтор. Мат. Ин-та хим. ДВО РАН, акад. РАН.
Давидович Р.Л.	Зав. лаб. хим. ред. мет. Ин-та хим. ДВО РАН, д.х.н.
Медков М.А.	Зав. лаб. перераб. минер. сырья Ин-та химии ДВО РАН, д.х.н.
Быков М.Е.	Нач. Центр. лаб. ОАО «Апатит», к.т.н.
Вяхи Т.	Генеральный директор АО Силмет.
Сушко В.	Директор по развитию АО Силмет, д.т.н.
Гершенкоп А.Ш.	Зав. лаб. Нов. техн. процес. и аппар. ГОИ КНЦ РАН, д.т.н.
Горяинов П.М.	Зав. сект. геол. синерг. КНЦ РАН, проф., д.г.-м.н.

Голдин Б.А.	Зав. Отд. х. и физ. тверд. тела Ин-та хим. Коми НЦ УрО РАН, засл. деят. н. РФ, д.г.-м.н., проф.
Рябков Ю.И.	Зав. лаб. керам. материал. Ин-та хим. Коми НЦ УрО РАН, к.х.н.
Григорьев Б.С.	Зав. лаб. техн. обраб. меха АО «НИИ мех. пром.», к.т.н.
Добрун М.В.	Гл. инж. ЗАО «Моск. кож. завод».
Ежова Л.Б.	Нач. тех. отдела ЗАО «Моск. кож. завод».
Лебедев О.П.	И.о. зав. кафедры Техн. кожи и меха Моск. ун-та дизайна и технологий, к.т.н.
Кухарчик М.М.	Профессор М. У. дизайна и технологий, д.т.н.
Малыгин А.А.	Зав. Каф. хим. и техн. матер. С.-Петербур. Гос. техн. ин-та, д.х.н, проф.
Никонов В.В.	Ин-т пробл. пром. экол. Севера КНЦ РАН, д.б.н., проф.
Первушин В.Ю.	Дир. по н НИИ пигм. матер. с опытн. произв., к.т.н.
Предовский А.А.	В.н.с. ГИ КНЦ РАН, д.г.-м.н., проф..
Путинцев Н.М.	Зав.кафед. х МГТУ, д. ф.-м.н., проф.
Шибанов В.Н.	Проф. кафедр. хим МГТУ, к.т.н.
Резник А.М.	Проф. кафедр. хим. и техн. ред. и рассеян. элем. Мос. гос. акад. тонк. хим технол. д. х. н.,
Селин В.С.	Дир. ИЭП КНЦ РАН, д.э.н., проф.
Студеникин С.И.	Зам. директора ЦНИИКП, к.т.н.
Шименович Б.С.	с.н.с., к.т.н.
Черняк А.С.	Засл. проф. химфака Иркутск. гос. ун-та. Почет. чл. РАЕН. Засл. деят. н. Рос., д.т.н.

* Отзывы хранятся в архиве ФИЦ КНЦ РАН.