

УДК 338.45.01

**Рогов Виктор Юрьевич**

доктор экономических наук, профессор
кафедры автоматизации и управления,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
Иркутск, Россия,
e-mail: rogovvu@mail.ru

ТЕХНОГЕННЫЕ РЕСУРСЫ ПОЛУЧЕНИЯ ГЛИНОЗЕМА И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ. КАКИМ БЫТЬ МЕХАНИЗМУ ОБРАЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ?

Аннотация. В статье дана оценка ресурсов глинозема и редкоземельных элементов, содержащихся в крупнотоннажных отходах переработки апатит-нефелиновых руд, в золошлаковых отходах тепловых электростанций, отходах переработки бокситов. Показана возможность импортозамещения и обеспечения дополнительной потребности в глиноземе для новых алюминиевых заводов за счет использования этих ресурсов. Сформулированы положения о формировании организационно-экономического механизма использования техногенных отходов.

Ключевые слова: техногенные ресурсы, глинозем, редкоземельные элементы, механизм использования, техногенные отходы.

Статья издана по результатам проведенной II Международной научно-практической конференции «Развитие малого предпринимательства в Байкальском регионе» в рамках Всемирной недели Предпринимательства, кафедра Экономики предприятий и предпринимательской деятельности (ФГБОУ ВО Байкальский государственный университет, Иркутск, Российская Федерация, 20.11.2019 г.).

Victor Y. Rogov

Doctor of Economics, Professor,
Department of automation and control,
Irkutsk national research technical University,
Irkutsk, Russia

TECHNOGENIC RESOURCES OF ALUMINA AND RARE EARTH ELEMENTS PRODUCTION. WHAT SHOULD BE THE MECHANISM OF INDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT?

Abstract. The resources of alumina and rare earth elements contained in large-capacity waste of Apatite-nepheline ores processing, ash and slag waste of thermal power plants, waste of bauxite processing are estimated. The possibilities of import substitution and additional demand for alumina for new aluminum plants due to the use

of these resources are shown. The provisions on the formation of the organizational and economic mechanism for the use of man-made waste are formulated.

Keywords: technogenic resources, alumina, rare earth elements, mechanism of utilization, technogenic waste.

Введение. Проблема обеспечения алюминиевой промышленности собственными ресурсами глиноземного сырья достаточно известна. За счет собственного производства обеспечивается менее 40% потребности отечественных алюминиевых заводов. Дефицит глинозема, возмещаемый за счет импорта, превышает 5 млн. т. Проблема сырьевого обеспечения глиноземом еще более обостряется в связи со строительством Тайшетского алюминиевого завода и планируемым Богучанским заводом. В этом случае дефицит глинозема увеличится до 9–15 млн т.

Использование ресурсов техногенного сырья позволяет решить также множество проблем с загрязнением природной среды [1, 2], включая городскую среду, продуктами пыления отходов, инфильтрации водных растворов в почву и подземные воды. Шламонакопители занимают значительные площади, зачастую в районах городской застройки, их сооружение и содержание требует существенных расходов. Переполнение золоотвалов угольных тепловых электростанций становится ограничивающим фактором для сохранения и увеличения производства электрической и тепловой энергии, получаемой от сжигания угля.

Цель и задачи исследования. Требуется определить направления технической и экономической политики в отношении использования крупнотоннажных отходов, в том числе для решения проблемы покрытия дефицита глинозема и редкоземельных элементов.

Полученные результаты. Рассмотрены следующие крупнотоннажные ресурсы, содержащие глинозем и редкоземельные элементы.

1. *Нефелин-содержащие хвосты обогащения апатит-нефелиновых руд* Хибинских месторождений, используемых АО «Апатит», г. Кировск (Мурманская область). На нефелины Хибин приходится 70% всех запасов алюмо-щелочных сиенитовых руд России. В отвалах накоплено порядка 1 млрд т отходов, содержащих 500 млн т нефелина, более 20 млн т сфена. [3]. Ресурсы глинозема в нефелин-содержащих отвалах оцениваются 90 млн т. В отходах сфена содержится 7,2 млн т диоксида титана, 5,2 млн т пентаоксида тантала, 7,4 тыс. т пентаоксида ниобия, 140 тыс. т. TR_2O_3 (оксидов редких металлов).

2. *Золошлаковые отходы угольных тепловых электростанций.* По имеющимся оценкам, в золоотвалах 172 ТЭС в России накоплено примерно 1,5 млрд т золошлаков [4].

Основным направлением утилизации золы в мире до последнего времени является дорожное строительство и, отчасти, производство строительных материалов, включая добавки в цемент. Химическая переработка золы

по извлечению редких металлов, редкоземельных элементов и глинозема имеет пока единичные примеры, главным образом в Китае.

Наибольшее содержание глинозема имеется золах от сжигания кузнечных и экибастузских (поставки на Урал из Казахстана) каменных углей. Доля кузнечных и экибастузских углей, используемых на российских ТЭС в сумме составляет примерно 40%, что позволяет оценить объем накопленных отходов таких зол порядка 600 млн т, в которых содержится около 150 млн т глинозема.

При получении порядка 2,5 млн т глинозема в год из зол экибастузских углей, в случае размещения в Уральском регионе комплекса подобных установок для переработки зол, потребуется перерабатывать порядка 10 млн т золы, с получением дополнительно примерно 0,5 млн т магнетитового концентрата и свыше 1 млн т углеродного концентрата. Учитывая, что накопленные ресурсы золы в Уральском регионе составляют примерно 320 млн т, данная масса отходов может быть переработана в течении 32 лет. За этот период в Уральском регионе образуется еще примерно 200 млн т золы, для переработки которой на глинозем потребуется еще 20 лет и т.д.

Накопленные ресурсы золы кузнечных углей в Западно-Сибирском регионе составляют порядка 200 млн т, содержащих порядка 50 млн т глинозема. Возможный годовой объем получения глинозема оценим в 2 млн т, при переработке 8 млн т золы, с получением в процессе механического обогащения примерно 0,6 млн т магнетитового концентрата и 1 млн т углеродного концентрата.

При химической переработке зол ТЭС возникает возможность извлечения из некоторых особо обогащенных партий, редких и редкоземельных металлов. Суммарная концентрация 7 редкоземельных элементов для углей Кузнецкого бассейна составила 42,3 г/т; для углей Экибастузского бассейна – 85,5 г/т; оценочно получаем ресурсы редкоземельных элементов, содержащихся в 300 млн т экибастузских золах, порядка 60 тыс. т редкоземельных элементов; в 240 млн т золы кузнечного бассейна порядка 50 тыс. т, всего – 110 тыс. т, что сопоставимо с годовой мировой добычей. Принимая условно цену 1 кг редкоземельных элементов в 300 долл., получаем потенциальную ценность накопленной массы в 33 млрд долл.

Стоимость 150 млн т алюминия, содержащихся в каменноугольных золах при цене 500 долл/т составляет 75 млрд долл. Стоимость 300 млн т кремнезема (сиштоф) как активной добавки в цемент, (принимая по 1/4 от цены цемента в 50 долл/т) составляет 3,7 млрд долл. Если исходить, что стоимость макропродуктов (глинозема и сиштофа) в размере порядка 78 млрд долл. должна быть получена в течение срока переработки накопленных золошлаков (30 лет), то получим объем годовой выручки в размере 2,6 млрд долл.

В целом, для организации производства глинозема из техногенных ресурсов в размере 10 млн т потребуется порядка 10 млрд долл капитальных вложений.

В 2019 г. на территории Ачинского глиноземного комбината начато строительство опытного производства мощностью 90 тыс. т глинозема в год, получаемого при переработке каолинитов по соляно-кислотной технологии. И хотя известные ресурсы каолина в России не позволяют решить проблему дефицита глинозема, однако это свидетельствует о смене технологии и ресурсной базы.

3. *Красный шлам* образуется при щелочной переработке бокситов по способу Байера. В России накоплено порядка 500–600 млн т таких отходов. Содержание глинозема в таких отходах составляет до 16%. Кроме того, отходы содержат в своем составе железо – до 40%, а также титан, цирконий, ниобий, галлий и др. Особый интерес представляют редкоземельные элементы – скандий и иттрий. Содержание скандия составляет 80–120 г/т, иттрия до 300–400 г/т [5].

Суммарный объем скандия и иттрия в накопленных ресурсах красного шлама составляет, соответственно порядка 50 тыс. т и 150 тыс. т., стоимостью примерно 3 млрд долл.

При извлечении глинозема в товарный продукт методом гидрохимической переработки на уровне 60%, возможно получение из этого ресурсного источника порядка 50 млн т глинозема. Отметим, что утилизация красных шламов необходима по экологическим «показаниям» и как эффективный источник редкоземельных элементов. Получение глинозема рассматривается как попутный эффект. Известны намерения ОК РУСАЛ по созданию производственных установок утилизации красных шламов с потенциалом их использования 2,3 млн т в год (мощность по глинозему порядка 300 тыс. т/год). Разработан проект опытно-промышленной установки на Уральском алюминиевом заводе по переработке до 200 тыс. т красных шламов в год.

Выводы. Работа над данной публикацией позволила автору сформулировать ряд положений, которые могут быть положены в основу разработки организационно-правового и экономического механизмов рационализации использования ресурсов техногенного сырья:

1. Придать накопленным и образующимся ресурсам твердых промышленных отходов статус национального достояния с вытекающими из него возможностями максимально доступного и поддерживаемого использования по наилучшим достигнутым технологиям. Сказанное означает национализацию ресурсов техногенного сырья при оставлении в течении установленного периода приоритета в использовании за собственниками шламохранилищ.

2. Не следует идентифицировать объекты с накопленными техногенными материалами как техногенные месторождения с вытекающими при этом проблемами оценки запасов, постановки месторождений на баланс, продаж лицензий на изучение, добычу и т.д.

3. Принять федеральный Закон «Об угле», в котором определяется стратегическое значение угольной отрасли, меры государственной поддержки по воспроизводству и рациональному использованию ресурсов угля, включая глубокое

обогащение, химическую переработку угля для получения множества высокотехнологичных продуктов, комплексную переработку отходов углеобогащения, получения экологически чистых видов топлива, глубокую переработку образующихся и накопленных отходов золы и шлака. Аналогичные законы в сфере рационального использования ресурсов следует принять в отношении лесных ресурсов, металлов (черных, цветных, редких),

4. Образовать при Министерстве природных ресурсов Федеральное агентство вторичных материальных ресурсов, в ведение которого передать шламонакопители и другие хранилища промышленных отходов промышленных предприятий.

5. Действующие хранилища отходов затем вновь передать в хозяйственное ведение эксплуатирующим организациям с заключением договоров возмездного или безвозмездного пользования (в зависимости от стратегической значимости ресурсов и объектов). Федеральное агентство разрабатывает и реализует промышленную политику в сфере рационального использования ресурсов промышленных отходов.

6. Ввести прогрессивно возрастающие ставки за пользование земельными участками под хранилищами отходов.

7. Применять облегченный режим налогообложения для предприятий, перерабатывающих техногенные ресурсы, учитывая, что налоговая масса уже уплачена при первичном использовании природной массы.

8. Отнести технологии по использованию промышленных отходов к категории наилучших достигнутых технологий как основание для государственной (бюджетной) поддержки инноваций в этой сфере.

9. Провести перепись (инвентаризацию) имеющегося в стране фонда черных, цветных, редких и драгоценных металлов на промышленных предприятиях и в организациях. Вести учет оборота металлов в пределах территории, находящейся под российской юрисдикцией.

10. Провести общероссийскую инвентаризацию, паспортизацию, технико-технологическую оценку возможностей использования, кадастровую оценку ценности накопленных отходов.

11. Проводить экологический мониторинг и оценку инженерно-технического состояния хранилищ промышленных отходов.

Список использованной литературы

1. Астафьев С.А., Хомкалов Г.В., Грушина О.В., Ковалевская Н.Ю., Троицкая Л.И. Проблемы создания территориальных схем обращения с жилищно-коммунальными отходами на примере Иркутской области / С.А. Астафьев, Г.В. Хомкалов, О.В. Грушина, Н.Ю. Ковалевская, Л.И. Троицкая // *Baikal Research Journal*. — 2017. — Т. 8, № 1. — DOI: 10.17150/2411-6262.2017.8(1).9.

2. Давыдова Г.В. Технологическая эволюция производств продукции из древесных отходов, их эффективность / Г.В. Давыдова, С.В. Костылева // *Baikal Research Journal*. — 2017. — Т. 8, № 4. — DOI : 10.17150/2411-6262.2017.8(4).22.

3. Ануфриева С.И., Быховский Л.З., Лихникевич Е.Г., Пермькова Н.А. Природные и техногенные источники получения функциональных материалов на основе редких земель и скандия // Труды Кольского научного центра РАН. – 2018. – Т. 9, №2-1. – С. 118–121.

4. Золошлаки: нерешённая проблема. Газета «Энергетика и промышленность России» № 05 (361) март 2019 года URL: <https://www.eprussia.ru/epr/361-1492205.htm>.

5. Абдулвалиев Р.А., Гладышев С.В., Позмогов В.А., Касымжанова А.К. Гидрохимическая технология переработки железистой фракции бокситов. //Обо-
гащение руд. – 2019. – №4.

