DOI 10.18454/PMI.2016.5.756

УДК 330.34

АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ТИТАНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С.В.ФЕДОСЕЕВ[1], **ДЖАДА САННЕРИС**[2], **М.В.ТОЧИЛО**[1]
[1] *Санкт-Петербургский горный университет, Россия*
[2] *Университет Модены и Реджио Эмильи, г.Модена, Италия*

В настоящее время обеспеченность минеральным сырьем собственного производства экономики Российской Федерации существенно снизилась, при этом некоторые виды минерального сырья после распада СССР перешли в разряд остродефицитных.

Проведенный анализ минерально-сырьевой базы предприятий титаномагниевой, химической, лакокрасочной и других отраслей промышленности, производящих титановую продукцию, свидетельствует о том, что данные отрасли промышленности практически не обеспечены титановым сырьем собственного производства, даже с учетом низкого объема потребления титанового сырья.

Применение ресурсосберегающих технологий создает новые перспективные способы воспроизводства минерально-сырьевой базы титановой промышленности путем вовлечения в хозяйственный оборот новых, нетрадиционных видов полезных ископаемых и представляет собой одно из главных направлений повышения природно-ресурсного потенциала промышленности. Рациональное сочетание современной высокопроизводительной техники и применения ресурсосберегающих технологий является единственно возможным способом освоения ряда ценных видов полезных ископаемых, в том числе двуокиси титана.

В статье сформулированы ключевые признаки современных ресурсосберегающих технологий для расширения воспроизводства базовых отраслей промышленности. Изложена идея воссоздания в Российской Федерации сырьевой базы титановой промышленности, основанной на применении современных ресурсосберегающих технологий. Предложена классификация современных ресурсосберегающих технологий.

Ключевые слова: ресурсосбережение, диоксид титана, промышленная стратегия, комплексное использование.

Как цитировать эту статью: Федосеев С.В. Анализ и классификация ресурсосберегающих технологий воспроизводства минерально-сырьевой базы титановой промышленности / С.В.Федосеев, Джада Саннерис, М.В.Точило // Записки Горного института. 2016. Т.221. С.756-760. DOI 10.18454/PMI.2016.5.756.

Введение. Базовые отрасли титановой промышленности в настоящее время отличаются технологической многоукладностью. Наряду с производствами, оснащенными современной техникой, использующими относительно новые технологии, продолжают существовать производства с морально и физически устаревшей техникой и технологией, имеющей материалоемкий, ресурсопотребляющий характер. Такие технологии уже не являются носителями экономического роста. Увеличение удельного веса таких производств влечет за собой снижение эффективности функционирования промышленности. Отдельные предприятия и производства, оснащенные современной техникой и технологией и способные стать носителями будущего экономического роста, ориентированы в основном на производство продукции для военно-промышленного комплекса страны. Для таких производств в определенной мере устанавливаются государственные заказы. Поскольку сохраняется тенденция к сокращения производства в отраслях военно-промышленного комплекса, доля государственного заказа по-прежнему относительно невелика. Неудовлетворительный текущий уровень адаптации таких предприятий к условиям рыночной экономики способствует снижению производственно-экономического потенциала, что ведет к потере ими потенциальных возможностей выступать в роли носителей экономического роста [7].

При создании и применении в добывающей и перерабатывающей отраслях промышленности современных ресурсосберегающих технологий, в том числе и при комплексном использовании титаносодержащего сырья, решающим фактором является реализация в экономике стратегии ресурсосбережения и переход к более высокому качеству экономического роста.

Реализация стратегии ресурсосбережения в добывающих отраслях промышленности позволяет перевести определенные виды ископаемого сырья из разряда неэффективных или малоэффективных в разряд высокоэффективных, расширить и укрепить природно-ресурсный потенциал промышленности за счет вовлечения в промышленное производство новых видов минерального сырья и обеспечить ускорение процесса воспроизводства минерально-сырьевой базы. Использование современных ресурсосберегающих технологий должно приводить к скачкообразному, прорывному эффекту, позволяющему придать экономике страны, определенной отрасли промышленности или предприятию новое качество экономического роста на основе преимущественно интенсивных факторов развития [11].

DOI 10.18454/PMI.2016.5.756

Помимо прямого экономического эффекта реализация ресурсосберегающих технологий дает вторичный экономический эффект в смежных и сопряженных отраслях промышленности и отдельных сферах экономики. Кроме того, создаются условия для получения нематериального эффекта в общенациональном масштабе (обеспечение экономической независимости страны за счет отказа от импорта продукции, повышение ее обороноспособности и т.д.) Таким образом, эффект от применения ресурсосберегающих технологий имеет волнообразный характер.

Отсутствие в настоящее время отдельных технических решений, апробированных в промышленных условиях современных ресурсосберегающих технологий, не должно быть причиной отказа от принятия стратегических решений о разработке и внедрении ресурсо- и энергосберегающих технологий. Достигнутый в Российской Федерации и за рубежом уровень развития науки и техники позволяет решить практически все технические проблемы, связанные с применением совместной техники и технологии. Отставание России в этом отношении по отдельным направлениям является, в основном, следствием действия ряда объективных факторов экономического развития в условиях административно-распорядительной экономической системы, когда результаты научно-технического прогресса отторгались этой системой и возникла проблема их «внедрения», что при ведомственной разобщенности и экономической независимости не могло привести к положительным результатам [1, 2].

Формирование классификации ресурсосберегающих технологий. Управление научно-техническим прогрессом и использование его достижений в настоящее время в условиях формирования рыночных отношений преимущественно основано на экономической заинтересованности. Проблема расширения применения ресурсосберегающих технологий может быть решена как в общегосударственном масштабе, так и на межотраслевом и отраслевом уровнях.

Следует отметить, что производственные возможности ресурсосберегающей технологии имеют определенные границы. Ограничение производственных возможностей является следствием ограниченности экономических ресурсов. Каждая ресурсная единица обладает некоторой отдачей, характеризующей эффективность ее использования. Отдача имеет свои пределы. Например, при использовании даже самой совершенной ресурсосберегающей технологии из 1 т титаносодержащей руды невозможно получить больше двуокиси титана, чем ее содержится в тонне этой руды. Максимально возможный объем производства определенной продукции при заданных объемах и структуре располагаемых ресурсов, выделенных для производства этих видов продукции, представляет собой предел производственных возможностей. Граница таких возможностей может быть описана кривой производственных возможностей. Кривая производственных возможностей может перемещаться, расширяя или сужая зону возможностей. Это происходит в случае, когда увеличивается или уменьшается общее количество располагаемых экономических, в том числе естественных (природных) ресурсов, либо увеличиваются или уменьшаются удельные затраты ресурсов на производство единицы конечной продукции. Это практически адекватно уменьшению или увеличению ресурсных возможностей промышленности [3, 4].

Таким образом, в случае применения более совершенных ресурсосберегающих технологий затраты при общем объеме ресурсов на единицу выпускаемой продукции меньше, что в конечном итоге ведет к увеличению естественных ресурсов и приводит к расширению зоны производственных возможностей.

Соответственно, использование устаревших «ресурсорасходных» технологий снижает производственные возможности определенной отрасли промышленности и ведет к потере ценного ресурса.

Указанные выше и другие особенности ресурсосберегающих технологий могут быть сгруппированы по ряду классификационных признаков:

1. По длительности периода реализации: долгосрочные; среднесрочные; краткосрочные.
2. По виду экономического эффекта от реализации: с прямым эффектом; с прямым и вторичным эффектом; с волнообразным эффектом.
3. По характеру целей: стратегические; тактические.
4. По степени капиталоемкости: капиталоемкие, наукоемкие.
5. По степени воздействия на рынок: создающие новые рынки; обеспечивающие выход на мировой рынок; увеличивающие емкость нового рынка.
6. По средствам реализации: межотраслевые; отраслевые; корпоративные; фирменные.
7. По уровню эффективности от реализации: народно-хозяйственные; бюджетные; коммерческие.
8. По степени новизны: разработаны на основе изобретений; разработаны на основе результатов НИР и ОКР; разработаны на основе существующих технологий.
9. По степени апробации: освоены в промышленных условиях; прошли опытно-промышленную проверку; краткосрочные; разработаны в лабораторных условиях.
10. По базовым элементам: основанные на новых источниках энергии; использующие новые виды сырья, материалов.

DOI 10.18454/PMI.2016.5.756

Классификация выполнена с выделением десяти групп классификационных признаков, каждая из которых подразделена на подгруппы. Классификация ресурсосберегающих технологий может служить исходной посылкой для повышения материально-производственного потенциала промышленности и определения последовательности выбора ресурсосберегающих технологий для формирования промышленной стратегии воспроизводства минерально-сырьевой базы.

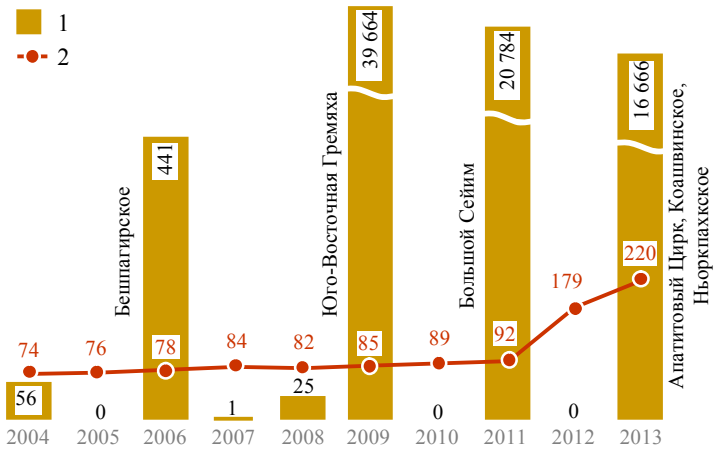
Современная парадигма, основополагающий принцип комплексного использования полезных ископаемых, в том числе титаносодержащих руд, заключается в отказе от ресурсозатратных технологий и сокращении всех экономических ресурсов на единицу продукции по всей технологической цепи, начиная с добычи и обогащения руд и включая стадии химико-металлургической переработки, вплоть до получения конечной продукции. В основу комплексного использования сырья закладываются прежде всего экономические интересы – стремление производить максимум продукции с более высокой потребительской стоимостью при наименьших затратах материально-вещественных, финансовых и нематериальных ресурсов [10, 12].

Зависимость затрат и результатов от естественных (природных) условий и экономических (общественных) факторов производства в природоэксплуатирующих отраслях проявляется особенно отчетливо, может быть количественно определена и соизмерима, и должна найти отражение в методике определения совокупного экономического потенциала национальной экономики.

Воспроизводство природных ресурсов, в том числе минерально-сырьевых, – это не только не и не столько технический процесс, как экономический. Более того, природные (естественные) ресурсы становятся воспроизводимыми тогда, когда они превращаются в воспроизводимые в экономическом смысле. При этом на процесс воспроизводства минерально-сырьевой базы оказывает совокупное воздействие ряд внешних факторов: ограничение по объемам инвестиций; емкость внутреннего и мировых рынков по отношению к продукции, производимой из данного вида сырья; величина приемлемых, равновесных оценок на эти виды продукции, конкурентоспособности, возможностей производства и потребления аналогичной и взаимозаменяемой продукции и т.д. Расширенное воспроизводство минерально-сырьевой базы страны потребует увеличения уже в ближайшей перспективе инвестиционных затрат, материализованных в обновленных основных фондах, ресурсосберегающей технологии на производство каждой единицы продукции.

При этом уменьшение влияния благополучных природных факторов или убывающее естественное «плодородие» полезных ископаемых должно возмещаться возрастающим влиянием дополнительных инвестиционных вложений. Это приведет к снижению совокупных затрат живого и овеществленного труда на единицу производимой конечной продукции, созданию благоприятных «надприродных» факторов дополнительных источников экономического роста. Следовательно, ресурсосберегающие технологии должны отвечать специфическим требованиям, которые возникают под воздействием одновременно природных, экономических и других внешних факторов.

Применение ресурсосберегающих технологий для воспроизводства минерально-сырьевой базы титановой подотрасли промышленности. Должны быть созданы такие ресурсосберегающие технологии, применение которых вызвало бы резкое, скачкообразное повышение общественной производительности труда, способное не только нейтрализовать неблагоприятное влияние природных факторов на экономическое развитие, но и создать благоприятные условия и предпосылки для перехода промышленности к новому качеству экономического роста.



Динамика добычи диоксида титана и прироста его запасов в результате ГРР в 2004-2013 гг., тыс.т

1 – прирост запасов категорий А+В+С1; 2 – попутная добыча

В этих условиях возникает необходимость экономической оценки новых видов полезных ископаемых, в том числе титаносодержащего сырья, вовлекаемых на основе применения ресурсосберегающих технологий, т.е. количественной оценки потребительской ценности, общественной полезности конечных видов продукции и приносимого ими народнохозяйственного эффекта.

Так, государственным балансом в докладе о состоянии недр впервые учтены 16,666 млн т запасов диоксида титана категорий А+В+С1 и 5,728 млн т категории С2 на апатит-нефелиновых месторо-

DOI 10.18454/PMI.2016.5.756

ждениях Апатитовый Цирк, Коашвинское и Ньоркпахкское в Мурманской области. Благодаря этому, разведанные запасы диоксида титана страны в 2013 г. (см.рисунок) выросли по сравнению с 2012 г. на 7 %; предварительно оцененные – почти на 2 % [2].

Анализ открытых и разведанных, а также эксплуатируемых месторождений титаносодержащего сырья и перспектив их комплексного использования для производства пигментной двуокиси титана показывает [5,6], что запасы традиционного титаносодержащего сырья в Российской Федерации весьма ограничены. Кроме того, их количество не соответствует требуемым стандартам, что усложняет технологию их переработки и не позволяет получать высококачественную двуокись титана необходимых марок [1].

Технологическая схема комплексного использования титаномагнетитовых руд, в основу которой заложен принцип ресурсосбережения, предусматривает: обогащение руд методом сухой и мокрой магнитной сепарации с выделением одного коллективного железотитанованадиевого концентрата [9, 12]; окомкование этого концентрата с предварительным обжигом для восстановления оксидов железа; электроплавку металлизованных окатышей в рудно-термических печах с получением ванадийсодержащего чугуна и титанистых шлаков; продувку ванадиевого чугуна в конвертерах с целью его деванации [8], в результате чего получаются стальной продукт и ванадиевые шлаки; переработку стального продукта дуплекс-процессом «конвертер-электропечь» для производства высококачественной естественно легированной ванадием и титаном стали; переработку титанистых шлаков по серно-кислотной технологии с выделением пигментной двуокиси титана; переработку ванадиевого шлака для получения феррованадия [5].

Заключение. Специфические особенности ресурсосберегающих технологий могут быть сгруппированы по ряду классификационных признаков. Классификация ресурсосберегающих технологий может служить исходной посылкой для решения проблемы повышения материально-производственного потенциала промышленности и, в первую очередь, ее базовых отраслей.

На основе представленной технологии комплексного использования титаномагнетитовых руд вовлекаются в хозяйственный оборот новые, ранее не используемые виды титаносодержащего сырья. Проведенные опытно-промышленные работы и выполняемые в последние годы исследования смогли показать, что применение нетрадиционных источников титанового сырья для получения пигментной двуокиси титана обладает рядом значительных преимуществ. Выпускаемая по этой технологии конечная продукция отличается значительно более высоким качеством по сравнению с качеством аналогичной продукции, производимой по традиционной технологии из традиционных видов титанового сырья. Применение этой технологии позволяет расширить гамму извлекаемых полезных компонентов и номенклатуру продукции, производимой из единицы исходного сырья. Все это способствует ускорению процесса расширенного воспроизводства минерально-сырьевой базы титанопотребляющих отраслей промышленности, повышению материально-производственного потенциала титановой подотрасли цветной металлургии. Обоснование рациональной отраслевой структуры создания и развития межотраслевого промышленного комплекса принадлежит к числу наиболее ответственных и сложных проблем региональной экономики.

Благодарность. *Статья подготовлена на основе научных исследований, выполненных при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда* (*проект №14-38-00009*) «*Программно-целевое управление комплексным развитием Арктической зоны РФ*». *Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого*.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Водопьянов А.Г.* Разработка процесса получения концентрата диоксида титана для сварочных электродов // Технологические и экологические проблемы отработки природных и техногенных месторождений: Сб. докладов научн.-практич. конференции (1-2 октября 2013) / ИГД УрО РАН. Екатеринбург, 2013. С.23-27.

2. Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2013 г. [Электронный ресурс] / А.В.Акимова, О.С.Березнер, Л.А.Дорожкина и др. М., 2014. Режим доступа: http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/914/Report2014.pdf (дата обращения 20.05.2016).

3. Комплексное развитие экономического пространства Арктической зоны Российской Федерации / А.В.Козлов, С.В.Федосеев, А.Е.Череповицын и др. СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. 315 с.

4. *Федосеев С.В.* Анализ производства и потребления двуокиси титана в России и за рубежом / С.В.Федосеев, М.В.Точило // Север и рынок: формирование экономического порядка. Апатиты, 2015. № 4 (47). С.121-128.

5. *Porter R.* Mineral sands industry. Australia, Narngulu, 2014. Available at: http://www.iluka.com/docs/default-source/industry-company-information/the-mineral-sands-industry-factbook-(feb-2014) (date of access 15.05.2016).

6. *Tiwari R.* Titanium dioxide industry trends and 2017-2019. Forecasts for Global and China Regions // SOURCE RnR Market Research. USA, Dallas, 2014. N (27). Available at: http://www.prnewswire.com/news-releases/titanium-dioxide-industry-trends-and-2017---2019-forecasts-for-global-and-china-regions-284067121.html (date of access 10.05.2016).

DOI 10.18454/PMI.2016.5.756

7. *Hayes T.* Titanium dioxide a shining future ahead // Industrial Metals. Canada, 2011. Available at: http://argex.ca/documents/Euro_Pacific_Canada_Titanium_Dioxide_August2011%5B1%5D.pdf (date of access 13.06.2016).

8. *Gázquez M.J.* A Review of the production cycle of titanium dioxide pigment / M.J.Gázquez, J.P.Bolíva // Materials Sciences and Applications. 2014. N 5. P.441-458 Available at: http://file.scirp.org/pdf/MSA_2014052916520642.pdf (date of access 20.05.2016).

9. Physicochemical characterization of raw materials and co-products from the titanium dioxide industry / M.J.Gázquez, J.P.Bolívar, R.Garcia-Tenorio, F.Vaca // Journal of Hazardous Materials. 2009. N 166. P.1429-1440. Available at: http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.12.067 (date of access13.06.2016).

10. *Middlemas S.* A new method for production of titanium dioxide pigment / S.Middlemas, Z.Z.Fang // Hydrometallurgy. 2013. N 131. P.107-113. Available at: www.elsevier.com/locate/hydromet (date of access 10.06.2016).

11. *Barlow E.* A Review of global supply and demand for titanium dioxide // PCI Magazine. N 6. 2015. P.120-124. Available at: http://www.pcimag.com/articles/100036-a-review-of-global-supply-and-demand-for-titanium-dioxide (date of access 25.05.2016).

12. *Sahu K.K.* An overview on the production of pigment grade titanium from titanium-rich slag / K.K.Sahu, T.C.Alex, D.Mishra // Waste Management & Research. 2006. N 24. P.74-79. Available at: http://wmr.sagepub.com/content/24/1/74.full.pdf+html (date of access 10.05.2016).

Авторы: **С.В.Федосеев**, *д-р экон. наук*, *профессор*, *fedoseev1964@mail.ru* (*Санкт-Петербургский горный университет*, *Россия*), **Джада Саннерис**, *доктор коммерции*, *профессор*, *giada.sanneris@gmail.com* (*Университет Модены и Реджио Эмильи*, *г.Модена*, *Италия*), **М.В.Точило**, *аспирантка*, *diary.93@mail.ru* (*Санкт-Петербургский горный университет*, *Россия*).

Статья принята к публикации 16.07.2016.