

УДК 553.982.2' 494:622.7(470.13)

Леонтьев Л.И. (академик РАН, г. Москва; Директор ООО «НТИО-Центр» В.И. Власенко, г. Ухта)

### ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТИТАНОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ЯРЕГСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Ярегское месторождение эксплуатируется как нефтяное, в то же время является крупнейшим в России месторождением титана, в достаточной мере подготовленным к промышленному освоению для его извлечения. Кратко рассмотрен комплекс факторов: запасы месторождения, изученность месторождения и его подготовленность к освоению, возможность промышленной реализации предложенной новой технологии обогащения нефтетитанового сырья и получения диоксида титана, результаты ТЭО проекта строительства I очереди горно-химического комплекса. Данное рассмотрение определяет перспективность реализации крупного инновационного проекта строительства современного высокотехнологичного предприятия на базе Ярегского месторождения. **Ключевые слова:** Ярегское месторождение, титан, концентрат, диоксид титана, проект, горно-химическое производство.*

Leontev L.I. (Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow; Director of NTIO-Center LLC V.I. Vlasenko, Ukhta)

### PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE TITANIUM POTENTIAL OF THE YAREG DEPOSIT

*The Yaregskoye field is operated as an oil field, at the same time it is the largest titanium deposit in Russia, sufficiently prepared for industrial development for its extraction. The complex of factors is briefly considered: the reserves of the field, the study of the field and its readiness for development, the possibility of industrial implementation of the proposed new technology for the enrichment of petroleum titanium raw materials and the production of titanium dioxide, the results of the feasibility study of the construction project of the first stage of the mining and chemical complex. This review determines the prospects for the implementation of a large innovative project for the construction of a modern high-tech enterprise on the basis of the Yareg field. **Keywords:** Yareg deposit, titanium, concentrate, titanium dioxide, project, mining and chemical production.*

Развитая минерально-сырьевая база России ни один десяток лет является драйвером устойчивого роста экономики нашей страны. Сложившееся в XX веке отношение к природным ресурсам в последние годы начало меняться, государство и бизнес демонстрируют отчетливое стремление развивать высокотехнологичные перерабатывающие производства, конкурируя с иностранными предприятиями не только на отечест-

венном рынке, но и на традиционных для них рынках Европы и Азии.

Сырьевой потенциал Республики Коми, представленный комплексом разнообразных горючих, металлических и неметаллических полезных ископаемых, имеет большое значение как для экономики региона, так и для России в целом. По оценкам Министерства природных ресурсов РФ имеющиеся в Республике Коми запасы титановых руд являются не только крупнейшими в России, но и занимают высокое место в мировой классификации. Уникальное Ярегское нефтетитановое месторождение способно обеспечить сырьем на долгосрочную перспективу как создаваемые высокотехнологичные производство диоксида титана и тонкодисперсного диоксида кремния, так и отечественные мощности по производству металлического титана.

Многолетний восходящий тренд на мировом рынке титансодержащего сырья и продуктов его переработки, а также повышенный интерес к высокотехнологичным материалам и инновационным технологиям их получения, способствуют активизации работ по вовлечению в разработку титановых запасов Ярегского месторождения.

**Актуальность вовлечения в промышленную разработку титановых запасов Ярегского месторождения определяется рядом факторов:**

**Первый фактор** — зависимость от импорта. Россия в промышленных масштабах не разрабатывает ни одного собственного титанового месторождения и не имеет отечественного промышленного производства пигментного диоксида титана, потому целиком зависит от импорта титановых концентратов и диоксида титана.

Дефицит сырья для металлургии в виде концентратов составляет 120–150 тыс. т/год, дефицит диоксида титана еще значительнее — более 250 тыс. т/год.

**Второй фактор** — изученность месторождения и его подготовленность к освоению. Анализ отечественных месторождений титана подтверждает, что Ярегское месторождение объективно является не только крупнейшим в России (более 50 % разведанных запасов), но и самым изученным, а также наиболее подготовленным к промышленному освоению.

Месторождение открыто в 1932 г., эксплуатируется как нефтяное с 1939 г. шахтным способом. В это же время в продуктивном нефтяном пласте была установлена титановая минерализация. Систематические геологоразведочные работы на титан в соответствии с рекомендацией Госплана СССР и постановлением Совета Министров СССР за №1391-677 от 20 декабря 1958 г. проводились с 1958 г. В 1958–1960-е годы выполнена предварительная, а в 1961–1963 гг. детальная разведка на титан в пределах нефтяных шахтных по-

лей, находящихся в разработке. По результатам этих работ запасы двуокиси титана Ярегского месторождения дважды утверждались государственной комиссией по запасам (ГКЗ) СССР. В 1964 г. ГКЗ (протокол № 4464 от 02.12.64г.) были утверждены запасы титановой руды на основе ТЭО кондиций, утвержденных комиссией (протокол №51-к. от 17.01.64г.).

В 1964–1975 гг. было продолжено изучение технологических свойств титановых руд месторождения, направленное на совершенствование технологии добычи, их обогащения и комплексной переработки, изучение возможности использования отходов обогащения и передела концентратов и другие работы в масштабах как лабораторных, опытных, так и полупромышленных исследований в институтах Гиредмет, ВНИИгаз, ВАМИ, ЦНИГРИ, НИОХИМ–Харьков, ПечорНИПИнефть, Уралмеханобр, ИМЕТ им. А.А. Байкова Академии Наук СССР, Гос. НИПИ лакокрасочной промышленности (ЛКП) — Челябинском филиале, Ярегском НШУ ПО «Коминедь».

В результате проведенных в 1964–1974 гг. работ по детальной разведке (пробурено 219 скв. — 32 113 пог. м, пройдено 530 пог. м горных выработок и 9 шурфов) были определены общие масштабы месторождения, запасы сырой руды, переведенные в высшую промышленную категорию А+В+С<sub>1</sub>.

Результатом проведенного в этот период комплекса геолого-промысловых, научно-исследовательских, опытно-промысловых работ, явился «Отчет по подсчету запасов титана Ярегского месторождения на 01.01.1975 г.», подготовленный объединением «Коминедь» [4]. Отчет был рассмотрен на заседании ГКЗ и утвержден 17.09.1976 г. — протокол № 7688. По результатам утверждения на Государственном балансе Всесоюзного геологического фонда (ВГФ) учтены балансовые запасы титановой руды по всем категориям. В итоговом постановлении заседания ГКЗ отмечается: «... По масштабам титанового оруденения и качеству руд Ярегское месторождение может рассматриваться как сырьевая база для строительства крупного горнодобывающего предприятия ...» [7].

В технико-экономическом докладе института «Гиредмет», представленного к заседанию ГКЗ, установлена исключительно высокая экономическая эффективность подземной отработки месторождения при годовой добыче 4 млн т титановой руды, экстракции нефти из флотоконцентратов, хлорировании их с получением тетрахлорида титана (TiCl<sub>4</sub>) и производство пигментного диоксида титана путем сжигания тетрахлорида титана в струе кислорода. Огромные запасы титановых руд этого крупнейшего месторождения могут быть вовлечены в промышленную разработку в несколько этапов:

— создание горно-обогатительного комплекса по добыче и переработке 500 тыс. т руды в год, для обеспечения сырьем (титановым концентратом) Усть-Каменогорский ТМК;

— увеличение добычи и переработки руды до 1,5 млн т в год для удовлетворения потребностей Усть-

Каменогорского и Березниковского титаномагниевого комбинатов;

— увеличение добычи и переработки руды до 4,5 млн т в год для обеспечения сырьем титаномагневые комбинаты и строящиеся заводы пигментного диоксида титана.

Качество титановой руды Ярегского месторождения обеспечивает получение высококачественного пигментного диоксида титана, который широко используется в лакокрасочной промышленности, в производстве пластмасс, бумаги, резины и искусственных волокон. Техничко-экономические показатели такого использования месторождения позволяют рассматривать его как одну из основных сырьевых баз титанового производства в Советском Союзе.

В этот период была проведена опытная добыча и переработка руды в концентраты. В 1968 г. пущена в эксплуатацию опытная пигментная установка (ОПУ) с переработкой концентратов по полному технологическому циклу, включая хлорирование концентратов, ректификацию и сжигание тетрахлорида титана, с последующей поверхностной обработкой диоксида титана на мощностях опытного пигментного завода Челябинского филиала НИПИ ЛКП. До 1972 г. получено 925 т пигментного TiO<sub>2</sub>, проведены работы по совершенствованию технологии обогащения руд и переработки концентратов, изучена возможность использования отходов обогащения и передела концентратов.

Основными результатами опытно-исследовательских работ, проводившихся на Ярегской установке по получению пигментной двуокиси титана хлорным способом с использованием плазмохимической технологии в 1972 г., являлись следующие:

1. Получен целевой продукт — диоксид титана для поставки основному заказчику — Челябинскому филиалу ГИПИ ЛКП (он же основной оценщик качества диоксида титана для потенциальных потребителей) с высокими качественными показателями:

- а) белизна — не ниже 97,5 усл. ед.;
- б) интенсивность — не ниже 1800 усл. ед.;
- в) содержание рутила — 97–98 %;
- г) содержание хлора — не выше 0,02 %.

2. Анализ результатов работ показал, что получение высококачественной пигментной двуокиси титана обеспечивается:

- а) качеством исходного сырья;
- б) высокой степенью очистки тетрахлорида титана, модифицирующих добавок;
- в) надежной антикоррозионной защитой по всей технологической линии аппаратуры, от напорных баков до точек разгрузки готовой продукции;
- г) тщательностью сборки аппаратуры;
- д) строгим соблюдением заданного регламента технологического процесса;
- е) надежным контролем производства.

3. Двуокись титана, полученная на Ярегской опытной установке в конце 1972 г., обеспечила возможность проведения в Челябинском филиале Гос. НИПИ ЛКП опытных работ по получению еще более высоко-

Фирмы	ГОСТ 9808-84	Du Pont	Milenium	ОАО «ЯрегсРуда»	Kronos
Показатели качества лучших образцов	PO-2	Ti-pure R-706	Tione RCL-2	ЯР-1	Kronos-2220
Массовая доля диоксида титана, % не менее	95	93,7	90	95	92,5
Массовая доля рутильной формы, % не менее	97	98*	98	98–100	100
Белизна, усл. единицы, не менее	92,0	97*	97	98	97
Массовая доля летучих веществ, % не более	0,5	0,4	0,25	0,3	—
Массовая доля веществ, растворимых в воде, % не более	0,2	—	—	0,1	—
pH водной суспензии	6,5–8	8,0	7,3	7,0–8,0	6,9
Остаток на сите с сеткой 0045, не более	0,03	0,008	0,003	0,003	—
Средний размер частиц, мкм		0,27		0,25	
Разбеливающая способность, условные единицы, не менее	1800	1850	1850	2000	1900
Укрывистость, г/м <sup>2</sup> , не более	30	33	37	28	26
Диспергируемость, мкм, не более	10	15	15	15	—
Маслоемкость, г/100 г пигмента	—	13,0	22	18	17

ких марок продукции /РХО-5/ (на период проведения работ показатели превышали достигнутый мировой уровень) [1].

Целевым назначением указанных испытаний было подтверждение данных, изложенных в технологической части разработанного институтом «Гиредмет» ТЭДа. Положительные результаты опытно-промышленных работ позволили рекомендовать хлорную технологию переработки ярегских концентратов на пигментный диоксид титана как основную.

Диоксид титана с приведенными показателями соответствовал мировому уровню. Возможность достижения основных качественных показателей была отработана на Ярегской опытно-промышленной пигментной установке (бывшее объединение «Коминнефть») и подтверждена в современных условиях (до 2006 г.) на опытно-промышленной установке Волгоградского ОАО «Химпром».

Сравнительный анализ показывает, что характеристики продукции, уже полученной из ярегского сырья, не уступают мировым, а планируемой к выпуску будут более высокими. Сравнительная характеристика качества пигментного диоксида титана основных ведущих фирм и планируемых к выпуску из сырья Ярегского месторождения приведены в таблице (для сравнения выбраны марки пигмента, которые используются в лакокрасочной промышленности).

За период проведения опытных, опытно-промышленных работ (1964–1980 гг.) на опытно-промышленной обогатительной фабрике (ОПОФ) получено 8 758 т флотационного кремнисто-титанового и 1700 т автоклавного концентратов. За время исследований доказана универсальность ярегских концентратов, которые могут быть использованы для производства пигментного диоксида титана и цветных титановых пигментов по сульфатной и хлоридной технологиям.

*«С точки зрения технологии производства пигментной двуокиси титана серноокислым методом, Ярегский рутило-кварцевый концентрат обладает всеми преимуществами титанового шлака. При этом исключается образование отходов железного купороса, на 25–30 % снижается расход серной кислоты, что соответственно позволяет сократить мощности производства серной кислоты в сопоставлении с переработкой Иршинских концентратов на Крымском заводе двуокиси титана. Применение ярегского концентрата, обладающего преимуществами титанового шлака, позволит избежать значительных капиталовложений, необходимых для организации производства титановых шлаков из ильменитовых концентратов.»* — В.Ф. Чуприк и др. ГИМП (Гос. институт минеральных пигментов), г. Ленинград 1970 г. [9].

Потенциальные возможности эффективного использования ярегского сырья, в том числе для производства металлического титана, подтверждены огромным количеством опытно-промышленных, заводских испытаний. В результате по хлоридной технологии переработано более 140 т автоклавного концентрата и более 900 т кремнисто-титанового, при этом получено более 1 250 т TiCl<sub>4</sub>.

Всесоюзный алюминиево-магниевый институт (ВАМИ) в продолжение работ по хлорированию ярегских концентратов в печах «кипящего слоя», начатых в 1964–1965 годах, где было доказано, что в этих аппаратах степень хлорирования кремнисто-титановых концентратов (95–98 %) и извлечение (90–95 %) выше не только по сравнению с ильменитом, но и со шлаками совместно с Березниковским филиалом и институтом «Титана» — Запорожье, в опытных и опытно-промышленных условиях переработали более 800 т концентратов [2, 3]. В это время была подтверждена работоспособность новой конструкции реактора, удельная суточная производительность которого со-



По заключениям Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН и ОАО «Российский институт титана и магния» за счет использования инновационных технологий подтверждена возможность использования сырья Ярегского месторождения для производства металлического титана и другой продукции с высокой добавленной стоимостью.

**Третий фактор** — проект создания высокотехнологичного производства на базе ресурсов Ярегского месторождения в полной мере соответствует критериям Программы модернизации экономики России, в частности одного из ее ключевых направлений — «Инновационные материалы и глубокая переработка сырья».

Потенциальная значимость месторождения обусловлена не только его огромными запасами, но и уникальным минералогическим составом сырья, способным обеспечить производство целого ряда высокотехнологичных продуктов, востребованных рынком, позволяющих будущему предприятию занять лидирующие позиции в своем сегменте (рисунок).

Перспективы развития титанового потенциала месторождения связаны с реализацией крупного инновационного проекта строительства современного высокотехнологичного предприятия, обеспечивающего максимальное использование природных ресурсов Яреги. Реализация такого проекта будет иметь важное социально-экономическое значение в развитии Республики Коми, который окажет наиболее значительное влияние на темпы экономического роста, повышение степени диверсификации экономики республики и усиление ее интеграции в экономику Российской Федерации. В рамках реализации проекта в регионе будут созданы более 2000 новых, высокотехнологичных рабочих мест.

Природный потенциал Ярегского месторождения и реализация проекта строительства современного, высокотехнологичного производства титанового кон-

центра, диоксида титана и тонкодисперсного диоксида кремния в полной мере способствуют решению государственных задач в области импортозамещения, комплексного освоения природных ресурсов и глубокой переработки сырья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гос.НИИПИ редкоземельной промышленности «РЕДМЕТПРО-ЕКТ», Академия Наук СССР институт металлургии им. А.А. Байкова, Гос.НИИПИ лакокрасочной промышленности. — Челябинский филиал. — Отчет о проведении опытных и научно-исследовательских работ по получению пигментной двуокиси титана хлорным методом на Ярегской опытно-промышленной установке. — Ухта, 1973.
2. Ильичев, В.А. Разработка технологии хлорирования ярегских концентратов в кипящем слое (опытно-промышленное испытание) / В.А. Ильичев. — Ленинград: ВАМИ, 1964.
3. Ильичев, В.А. Оработка технологии и усовершенствование аппаратурного оформления процесса хлорирования ярегских концентратов и титановых шлаков в кипящем слое на опытно-промышленной установке / В.А. Ильичев и др. — ВАМИ, Березниковский титаномагниевого комбинат, 1966–1967.
4. Левин, Г.П. Отчет по подсчету запасов титана Ярегского месторождения (Коми АССР) на 1.01.1975 года / Г.П. Левин, В.Н. Мишаков, И.А. Ку克林. — Ухта, 1975.
5. Мачкасов, Е.И. Исследования процесса хлорирования гранулированных ярегских концентратов в «кипящем слое» / Е.И. Мачкасов и др. — АН Каз. ССР, 1964.
6. Молчанов, П.И. Разработка технологии хлорирования ярегского концентрата в кипящем слое на БТМК / П.И. Молчанов — Ленинград: ВАМИ, 1965.
7. Протокол заседания Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых «...об утверждении подсчета запасов титана Ярегского месторождения от 17.09.1976 г». — Москва, 1976.
8. Печорский Государственный научно-исследовательский и проектный институт (ПечорНИПИнефть). Отчет о научно-исследовательской работе «Технологическая схема разработки третьего шахтного поля Ярегского месторождения на нефть и титан». — Ухта, 1984.
9. Чуприк, В.Ф. Получение пигментной двуокиси титана из Ярегского рутилового концентрата серноокислотным методом / В.Ф. Чуприк, В.Н. Кузмин. — Ленинград: ГИМП, 1970.

© Леонтьев Л.И., 2021

Леонтьев Леопольд Игоревич // leo@presidium.ras.ru

## ОХРАНА НЕДР И ЭКОЛОГИЯ

УДК 550.4.02

Криночкина О.К. (НИУ МГСУ), Криночкин Л.А. (ФГБУ «ИМГРЭ»), Стулов В.Г. (ООО «Лабвэа»)

### ХИМИЧЕСКОЕ И РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ СРЕД ПРИ НЕФТЕДОБЫЧЕ

Статья посвящена оценке химического и радиоактивно-го загрязнения природных сред при добыче углеводородов (УВ). При этом основной акцент сделан на загрязнение подземных и поверхностных вод, донных отложений и почв. В данной статье рассматриваются малоизвест-

ные факты прямого и косвенного воздействия добычи УВ с отдаленными последствиями для природной среды. Радиоактивное загрязнение прослежено в почвах, подземных и поверхностных водах, а по Республике Башкортостан также и в питьевых водах. Установлено, что в зонах воздействия нефтедобычи к аспектам химического загрязнения относятся: ухудшение качества подземных вод в результате попадания попутных вод и нефтепродуктов в водоносные горизонты при нарушении технологии бурения нефтяных и газовых скважин (НГС), засоление почв в результате частых порывов при эксплуатации технологического оборудования. К аспектам радиационного загрязнения природных сред при нефтедобыче относятся: поступление радионуклидов с попутными водами,