

© Н.Г. Первушин, В.Н. Корюков, С.Е. Миронов, А.А. Пегушин,
М.В. Сторожев, П.С. Михеев, Н.А. Банищикова, 2012 г.
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
г. Екатеринбург
guard_net@mail.ru

О ПЕРСПЕКТИВНОМ КОМПЛЕКСНОМ ОСВОЕНИИ ЯРЕГСКОГО НЕФТЕТИТАНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С распадом СССР Россия потеряла два из трех титаномagneиeвых комбината и основную сырьевую базу, расположенную в Украине. Вместе с тем по объему разведанных запасов титана наша страна занимает второе место в мире после Китая (рис. 1).

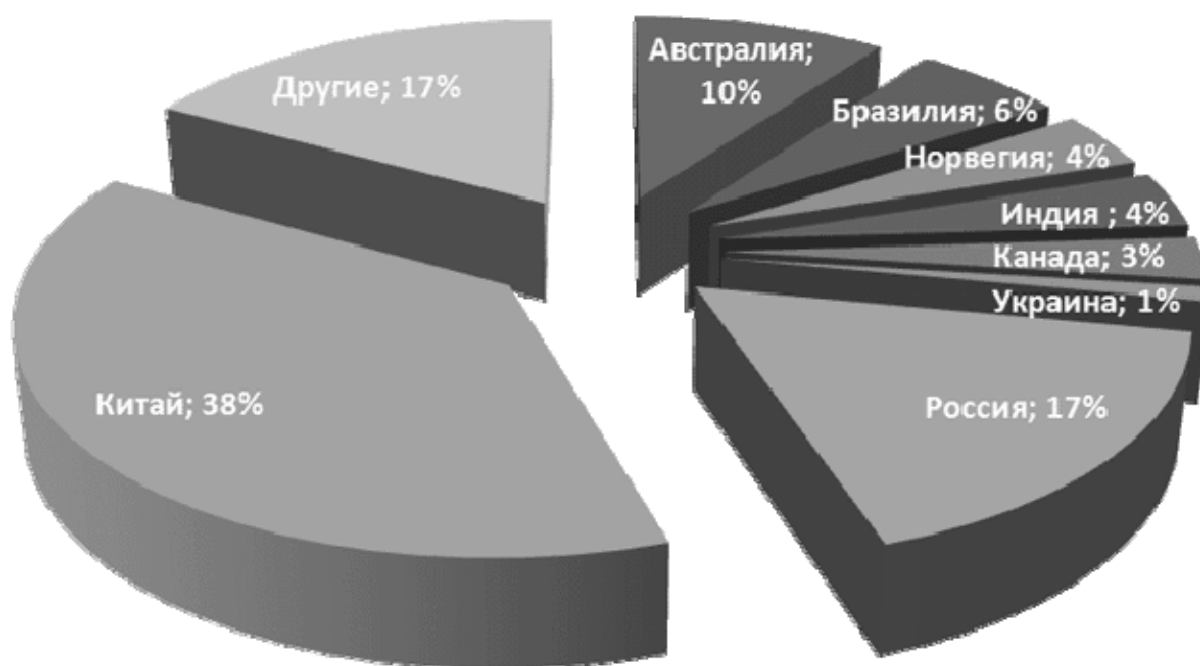


Рис. 1. Страны, ведущие разведку запасов титана

На территории России разведано примерно 15 % мировых запасов титановой руды, однако титанодобывающая промышленность у нас практически не развита. Россия не разрабатывает ни одного титанового месторождения и не имеет собственного производства пигментного диоксида титана. Предприятия России, выпускающие титановую губку, металлический титан и его сплавы, являются крупнейшими в мире производителями, которые вынуждены работать на импортном сырье, в частности

на украинском. Это ставит титановую промышленность страны в экономическую и политическую зависимость от заграницы. Поэтому для страны весьма актуальна проблема строительства собственных мощностей по производству титановых пигментов, а для обеспечения производства металлического титана качественным сырьем России крайне необходимо создать устойчивую сырьевую базу на основе отечественных месторождений.

В России запасы титанового сырья представлены коренными и россыпными месторождениями. На долю запасов приходится 40 % руд коренных месторождений и 60 % россыпных.

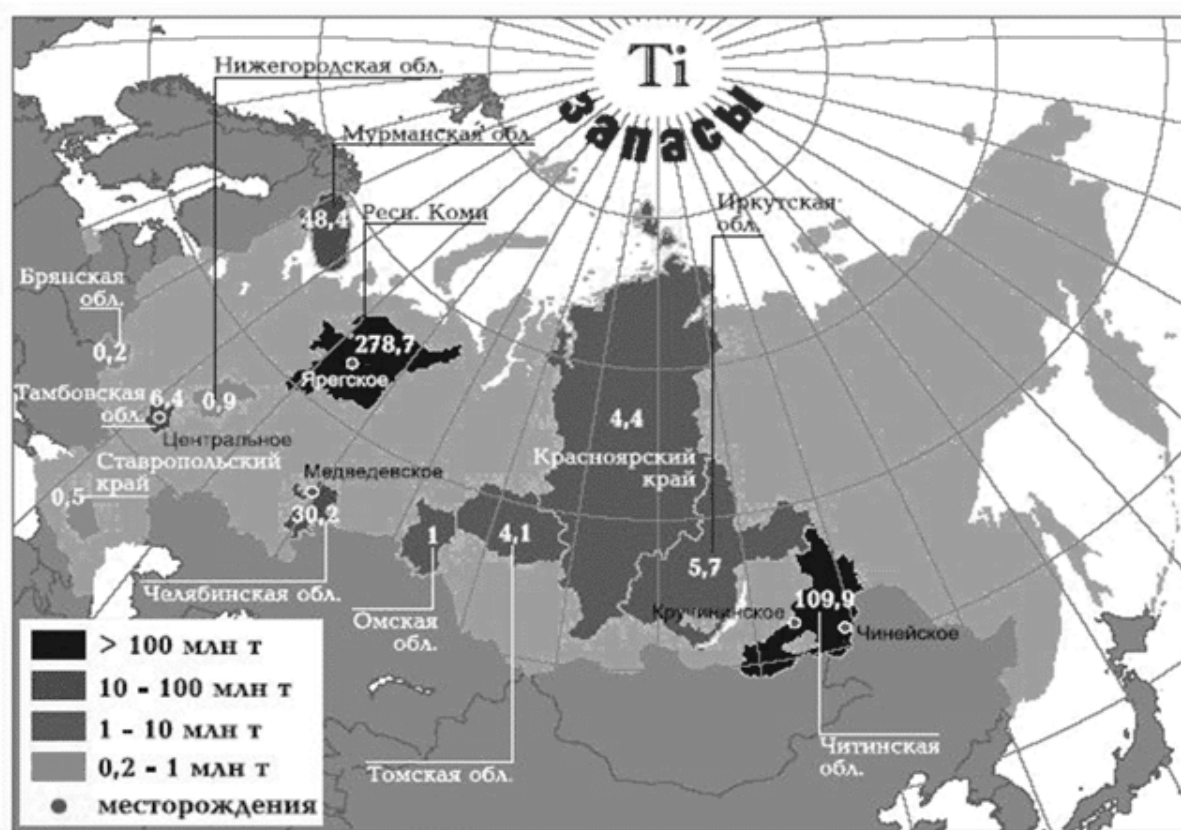


Рис. 2. Месторождения титанового сырья

Большое экономическое и политическое значение для России имеет минерально-сырьевой потенциал Республики Коми, представленный комплексом разнообразных горючих, металлических и неметаллических полезных ископаемых. В разведанных на территории республики месторождениях сосредоточено около 3 % общероссийских запасов нефти, 4,5 % угля, 13 % барита, 30 % бокситов и более 50 % титана.

Подтвержденные запасы титана в России составляют около 210 млн т TiO_2 (~ 20 % мировых запасов), из которых 67 млн т связаны с лейкоксе-

новым сырьем Ярегского месторождения Республики Коми. Разведанные геологические запасы по этому месторождению составляют около 280 млн т TiO_2 [1]. Значительные запасы высоковязкой нефти и титановой руды, сосредоточенные в одном продуктивном горизонте, где выше рудной залежи расположен продуктивный нефтяной пласт, определили наиболее эффективный способ для данного участка недр – подземно-поверхностный. В проекте предложены технические решения, обеспечивающие возможность добычи нефти из вышележащего горизонта с использованием подготовительных горных выработок для добычи титановой руды из нижележащего горизонта, где сосредоточены основные промышленные запасы титановой руды, в сочетании с одновременной добычей титановой руды [2].

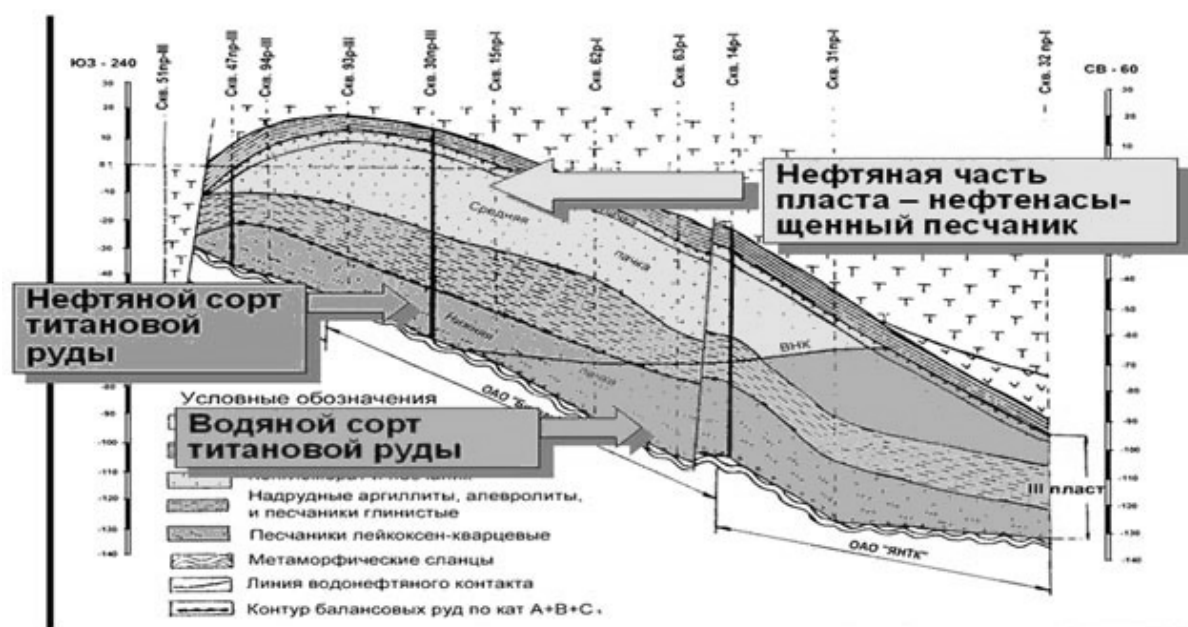


Рис. 3. Разрез продуктивного пласта

Ярегское месторождение достаточно изучено и подготовлено к промышленному освоению. Содержание полезного компонента – диоксида титана (TiO_2) – в руде составляет в среднем 10,5 %, что значительно выше, чем в рудах аналогичных месторождений. В состав титановых флотационных лейкоксеновых концентратов входят: лейкоксен свободный (50 %), кварц свободный (17,7 %), кварц в сростках (33,8 %), лейкоксен в сростках с рудными (9,7 %), оксиды железа (2,9 %), сидерит (2,3 %), др. минералы (1,3 %).

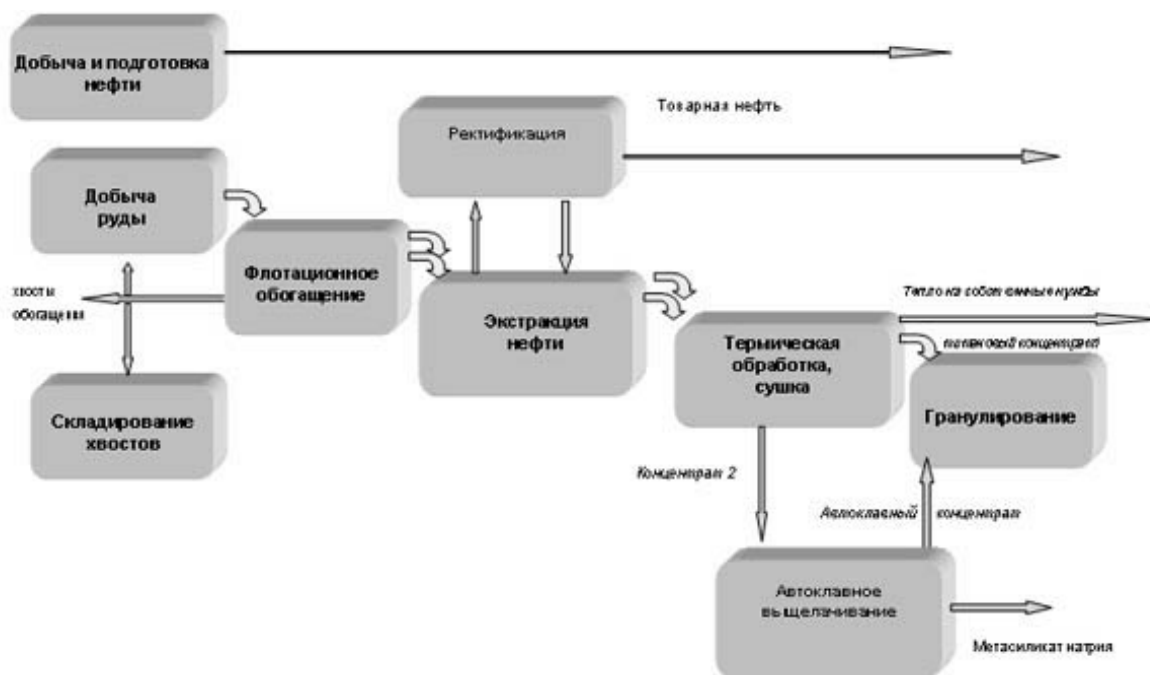


Рис. 4. Технологическая схема переработки нефтетитановой руды

ОАО «Ярега руда» разработало проект комплексного освоения Ярегского нефтетитанового месторождения. Проектная мощность ГОКа – 650 000 т в год по добыче и переработке руды и 175 000 т в год товарной нефти (135 000 т нефти добытой паротепловым методом и 40 000 т нефти экстракционной). Основные технические решения в проекте позволяют увеличить мощность предприятия в два раза до 1 300 000 т руды в год. В перспективе колоссальные запасы титанового сырья позволят наращивать новые мощности практически не ограничено [1].

Для того чтобы досконально разобраться в результатах технологических операций по переработке нефтетитановой руды на объектах проектируемого ГОКа Ярегского горно-химического комплекса и грамотно провести исследования по перспективному направлению получения губчатого титана, студенты кафедры металлургии легких металлов УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, по недостаточным отрывочным сведениям в используемой литературе, выполнили расчеты следующих курсовых проектов:

- Цех флотации ЯГОКа производительностью 650 000 т в год по исходному нефтетитановому сырью.

- Цех экстракции с отделением ректификации ЯГОКа производительностью 140 400 т в год по сумме исходных флотационных концентратов.

- Цех автоклавного выщелачивания ЯГОКа с годовой производительностью 12 220 т автоклавного концентрата и 59 600 т девятиводного метасиликата натрия.

- Цех хлорирования ЯГОКа производительностью 12 220 т в год по исходному автоклавному концентрату.

Выполнение расчетов вышеперечисленных курсовых проектов с использованием исходных данных, заимствованных из выступления генерального директора ОАО «Ярега руда» В.И. Власенко, позволило рассчитать практически все основные технологические операции на проектируемой обогатительной фабрике производительностью 650 000 т в год нефтетитановой руды.

Согласно технологической схеме ГОКа, добытая шахтным способом нефтетитановая руда выдается на поверхность по наклонному скиповому стволу рудника. Затем по конвейерной галерее поступает на ОФ ГХКа. Лейкоксовая руда в виде мелко- и крупнозернистого песчаника, пропитанного нефтью, содержит 9,82 % диоксида титана и 7,55 % нефти. Влажность руды составляет 1,26 %. Породная часть представлена кварцем. В процессе флотации, с использованием в качестве основного флотационного агента присутствующую в руде нефть, извлекаются два сорта коллективных нефтетитановых концентратов и хвосты обогащения. По расчету химического состава руды (по сухому) в исходном сырье ($\gamma_1 = 641810$ т/год) содержание диоксида титана – 9,95 %, кремнезема – 82,41 %, нефти – 7,65 %. Выход 1-го сорта коллективного нефтетитанового концентрата составил 13,13 % (диоксид титана – 50,8 %, нефть – 45,13 %, извлечение, соответственно, 67,09 % и 77,52 %). Выход 2-го сорта концентрата – 5,46 %, содержащего 34,9 % TiO_2 , 22 % нефти и извлечение, соответственно, 19,17 % и 15,72 %. Выход флотационных хвостов – 81,4 %, с содержанием 1,68 % TiO_2 , 0,63 % нефти и извлечением, соответственно, 13,74 % и 6,76 %.

Концентраты 1-го и 2-го сорта с различным содержанием диоксида титана подаются по двум самостоятельным трубопроводам в цех экстракции нефти с отделением ректификации. Расчетная производительность цеха избирательного извлечения нефти составляет 116442,82 т в год по сумме исходных флотационных концентратов. В процессе экстракции нефти из коллективных нефтетитановых концентратов органическим растворителем получают проэкстрагированные лейкоксовый и кремнистотитановый концентраты и раствор нефти в растворителе (экстракт).

Проекстрагированные концентраты обезвоживают на фильтрах до содержания влаги 12 % и подвергают термообработке. Лейкоксовый концентрат ($\gamma = 63420,9$ т/год; $\beta_{\text{TiO}_2} = 60,0$ %; $\beta_{\text{нефти}} = 4$ %) сушат при температуре 200 °С и направляют на гранулирование. Кремнистотитановый концентрат ($\gamma = 28000$ т/год; $\beta_{\text{TiO}_2} = 40,0$ %; $\beta_{\text{нефти}} = 4$ %) прокаливают при 900 °С и подвергают химическому обогащению (обескремниванию) в автоклавах.

Внутри зерен ярегского лейкоксена – носителя титана – рутил и анатаз, с одной стороны, и кварц находятся в тесном взаимном прорастании,

процессами механического обогащения они не разделяются. Из 45–55 % диоксида кремния, присутствующего во флотоконцентрате, примерно 25 % (абс.) приходится на внутренний кварц лейкоксена, а остальной кремнезем представлен свободным зернистым кварцем, попадающим в концентрат из-за неидеальной селективности флотации. Поэтому кремнисто-титановый концентрат подвергают химическому обогащению в автоклавах при температуре 170–210 °С.

В отличие от гидрометаллургических автоклавных процессов, полезный компонент диоксид титана в реакциях номинально не участвует и сохраняет свою минеральную форму от исходного до конечного продуктов практически без изменений. Основную примесь концентрата (внутрилейкоксеновый и свободный кремнезем) переводят в раствор через химическую реакцию кремнезема с каустической щелочью и в дальнейшем отделяют от полезного компонента [1].

Образующийся по реакции силикат натрия с кремниевым модулем $M = 1$ – метасиликат – имеет свойство кристаллизоваться из концентрированных водных растворов при их охлаждении с 9 молекулами кристаллизационной воды. После отделения от маточного раствора фильтрованием или центрифугированием и воздушной подсушки метасиликат натрия становится товарным продуктом состава $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Известно, что подсушкой можно получить продукты и с меньшими содержаниями кристаллизационной воды. Однако связанные с этим при больших масштабах производства технологические и аппаратурные трудности не дают достаточных оснований для отказа от 9-водной формы метасиликата [1].

В результате автоклавного химического обогащения прокаленного кремнисто-титанового концентрата с использованием каустической щелочи ($\gamma = 23,38\%$ от исходного продукта, поступающего в автоклав) получается два готовых продукта: 12 220 т автоклавного титанового концентрата и 59 600 т $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (девятиводного метасиликата натрия).

Метасиликат натрия девятиводный используется:

- 1) в производстве бытовых и технических моющих, отбеливающих и чистящих средств;
- 2) в нефтедобывающей промышленности для повышения нефтеотдачи при термохимическом воздействии на пласт при добыче тяжелой нефти;
- 3) в текстильной промышленности для отбеливания;
- 4) в металлургической и машиностроительной промышленности в процессе нейтрализации поверхности металла;
- 5) в качестве коагулянта для выпуска регенерирующих масел в процессе нефтепереработки;
- 6) в водной обработке в качестве коррозионного ингибитора и второстепенного коагулянта;

7) в быту и на производстве для дезинфекции помещений, белья, посуды, сантехники; в производстве охлаждающих жидкостей для двигателей; в строительной и дорожно-строительной отраслях;

8) приготовление твердеющих смесей для закладки выработанного пространства при подземной добыче руды [1].

Основной продукт обогащения, автоклавный титановый концентрат, рассматривается в качестве сырья для завода пигментного диоксида титана по хлоридной технологии или в перспективе предполагают направлять его в производство титановой губки. Поэтому студенты кафедры выполнили курсовой проект на тему: Цех хлорирования ЯГОКа производительностью 12 220 т в год по исходному автоклавному концентрату.

Результаты расчета курсового проекта показали, что на хлорирование 1 т автоклавного концентрата, содержащего 94 % TiO_2 , 1,53 % SiO_2 , 1 % Al_2O_3 , 3,47 % FeO , необходимо 2,04 т хлорного газа, 0,2 т пекового кокса и 0,15 т отработанного электролита. В результате можно получить 3,215 т парогазовой смеси с содержанием 64,05 % TiCl_4 и 0,179 т отработанного расплава, содержащего 2,63 % TiO_2 .

Список использованных источников

1. Выступление генерального директора ОАО «Ярега Руда» В.И. Власенко на заседании Правительства Республики Коми. Сыктывкар, 27.04.2011 г.

2. *Власенко В.И.* Особенности и перспективы совместной разработки высоковязкой нефти и титановой руды на площадях их совместного залегания в границах Ярегского нефтетитанового месторождения / Проблемы разработки и эксплуатации месторождений высоковязких нефтей и битумов. Ухтинский Государственный технический университет. 12 – 13 ноября 2009 г.