

*Л. И. ЛЕОНТЬЕВ, А. Н. ДМИТРИЕВ***Институт металлургии УрО РАН, Екатеринбург, Россия, *andrey.dmitriev@mail.ru*

О ПРОБЛЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЫРЬЕМ ПРОИЗВОДСТВА ПИГМЕНТНОГО ДИОКСИДА ТИТАНА**

Рассмотрены вопросы сырьевой базы для производства пигментного диоксида титана в России. Показано, что Россия имеет на своем балансе огромные запасы титаносодержащих руд – ильменитовые, титаномagnetитовые, лейкоксеновые и др. До настоящего времени пигментный диоксид титана в России не производился. Его потребление на душу населения остается на низком уровне – в 10 раз ниже индустриально развитых стран. Показаны области применения пигментного диоксида титана. Представлена динамика потребления титана в 2004-2010 гг. и прогноз на 2011-2015 гг. Показаны основные месторождения и даны рекомендации по их разработке. Проведено сравнение продукции и технико-экономических показателей при переработке титаносодержащих руд различных месторождений. Отмечено, что конечной продукцией могут быть также титановая губка, титановый прокат, чугун, сталь, пентаоксид ванадия и др.

Ключевые слова: пигментный диоксид титана, титановый прокат, лейкоксеновый концентрат, ильменит-титаномagnetитовые месторождения.

Введение. Россия обладает крупными балансовыми запасами диоксида титана – свыше 500 млн. т, занимая четвертое место в мире после Украины, Китая и Австралии. В то же время до настоящего времени производство пигментного диоксида титана в России отсутствовало, потребление его на душу населения составляло около 0,4 кг на 1 чел. (для сравнения: в США, Финляндии и Германии около 4 кг). При этом потребление диоксида титана на душу населения в той или иной стране взаимосвязано с удельным внутренним валовым продуктом данной страны на душу населения.

Около половины балансовых запасов диоксида титана России заключено в Ярегском месторождении нефтеносных песчаников (Республика Коми). Аналогичное месторождение битуминозных песчаников Атабаска расположено в Канаде. Оба эти месторождения не разрабатываются в связи с отсутствием эффективной технологии.

Вторая половина запасов титана России заключена в месторождениях магматического типа, в которых кроме титана содержатся железо и ванадий. В настоящее время перерабатываются только руды качканарской группы месторождений (16 % Fe, 0,13 % V_2O_5 , 1,23 % TiO_2) с из-

влечением только железа и ванадия по схеме «доменная печь – конвертер». В этом плане перспективным представляется Медведовское месторождение в Челябинской области, в котором заключено 5 % российских запасов диоксида титана (7 % TiO_2) и оно представляет интерес, так же как рудная база черной металлургии (железо и ванадий).

На Урале и далее на восток железорудная база черной металлургии России представлена преимущественно рудами подобного типа: месторождения Копанское, Чинейское, Кручининское, Куранахское, Большой Сэйим, содержащие свыше 30 % запасов титана России [1-4].

При разработке этих месторождений встанет на повестку дня вопрос об извлечении из железованадиевых руд не только титана, но и железа, и ванадия. Кроме того, при переработке руд по схеме «доменная печь – конвертер» необходимо совершенствование технологии доменной плавки с учетом повышения содержания соединений титана в доменном шлаке. При использовании высокотитанистых руд потребуются разработка технологии переработки руд по схеме «металлизация – электроплавка».

В интервью журналу «Уральский рынок металлов» в 1989 г. создатель корпорации

** В работе принимали участие В.И.Власенко, Ю.В.Столяров, Ю.А.Чесноков, Г.Г.Самойлова, Г.И.Газалеева, Г.Б.Садыхов.



Мощности в 2010 г., 270 тыс. т

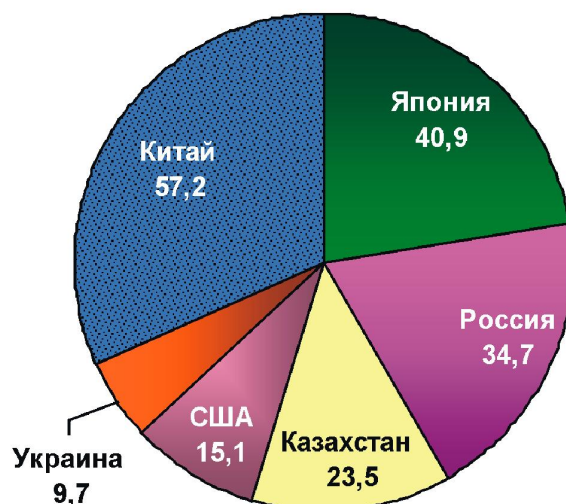
Производство в 2008 г., 180 тыс. т
Мощности в 2008 г., 200 тыс. т

Рисунок 1 – Мощности и производство губчатого титана, тыс. т

«ВСМПО-Ависма» В.В.Тетюхин заявил, что «Россия может стать самой мощной титановой державой».

Действительно в 1989 г. СССР был самой мощной державой по титановой продукции, производя более 100 тыс. т титановых слитков в год, тогда как США, Япония и Западная Европа вместе производили около 50 тыс. т.

Анализ состояния и использования минерально-сырьевой базы по титану. В настоящее время ситуация изменилась, и Россия находится по производству губчатого титана на 3-м месте, уступая Китаю и Японии (рисунок 1) [4].

Это касается только металлического титана, используемого благодаря своим уникальным свойствам (плотность 4,54 г/см³, высокая тем-

пература плавления 1660±20 °С, коррозионная стойкость, стойкость при низких температурах, высокая прочность) в авиационной и космической технике, оборонной промышленности при производстве широкой гаммы изделий, где необходимы легкие и прочные металлы.

Не случайно прогноз производства и потребления металлического титана оптимистичен (рисунок 2).

Основные направления использования металлического титана: коммерческая авиация – детали и узлы самолета и корпус ракеты, авиационные двигатели (лопатки, диски вентилятора, компрессор двигателя); оборонная промышлен-



Рисунок 2 – Динамика потребления титана в 2004-2010 гг. и прогноз на 2011-2015 гг.

Таблица 1 – Использование пигментного диоксида титана

Область применения	Страна, % от общего использования
Лакокрасочные материалы	США до 58,5 КНР до 62,5
Окрашивание пластмассы	КНР до 18,5
Декорирование бумаги, в том числе используемой в производстве ламинатов	Европа до 17 КНР до 19
Пигмент для кирпича (серый цвет) – Маркинский завод в ЮФО, Р-65 млн.шт./год	Россия
Гибкая теплоизоляционная штукатурка	Россия
Новый трехфазный катализатор (Pt; TiO ₂ ; SiO ₂) для преобразования CO, C _n H _m , N _x O _y → H ₂ O, CO ₂ , N ₂	США
Фотокатализатор для очистки воды (Panasonic), As, Cr ⁺⁶ и др. в 100 раз эффективнее других методов. Диск из диоксида титана	Япония
Перовскитовые солнечные батареи	КПД 15,4 %, Австралия
Для производства суперконденсаторов в связи с высокой диэлектрической постоянной TiO ₂ и незначительными потерями	Австралийский научный университет

ность – боевые и транспортные самолеты, вертолеты и подводные лодки; другие отрасли промышленности – фильтры для различных отраслей промышленности, кресла-коляски, компьютерные корпуса, ювелирные изделия, протезирование, двигатели гоночных автомобилей, клюшки для гольфа [4].

Однако не менее важной титановой продукцией является пигментный диоксид титана. Он в основном используется в лакокрасочной промышленности, но вообще сфера его применения широка (таблица 1).

На рисунке 3 представлены мощности основных производи-

телей диоксида титана [5]. России среди них нет. В 2013 г. в мире произведено 6,295 млн. т пигментного диоксида титана.

Естественно, что и по потреблению на душу населения Россия занимает одно из последних мест, так как полностью импортирует этот продукт в натуральном виде или в продуктах на его основе (рисунок 4 и таблица 2). Между тем по запасам титаносодержащего сырья Россия занимает одно из первых мест в мире.

Потребление диоксида титана на душу населения в той или иной стране взаимосвязано с удельным внутренним валовым продуктом данной страны на душу населения. Данные 2005 г. приведены в таблице 2 [5].

Таблица 2 – Мировое потребление диоксида титана на душу населения

Страна	Потребление TiO ₂ , кг/чел.	ВВП/чел., \$	Страна	Потребление TiO ₂ , кг/чел.	ВВП/чел., \$
США	4,1	42000	Германия	3,7	33000
Польша	1,2	8000	Россия	0,4	5400
Чехия	0,7	12000	Турция	1,1	5000
Китай	0,6	1700	Франция	2,7	33000
Индия	0,1	700	ЮАР	0,8	5400
Япония	1,7	36000	Южная Корея	2,7	17000
Финляндия	4,2	37000	Норвегия	3,5	66000
Мексика	0,6	7200	Канада	2,9	33000

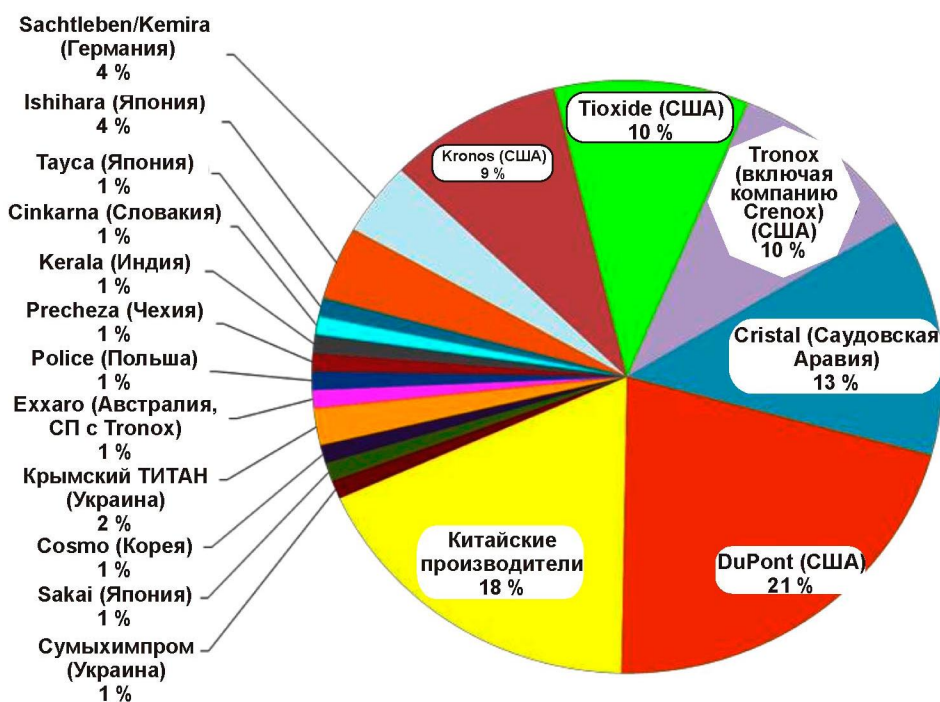
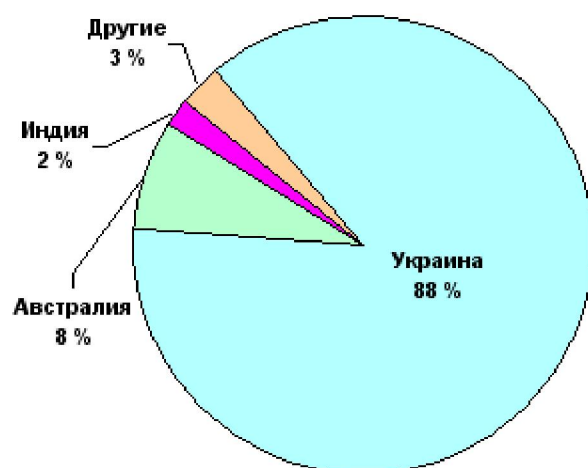


Рисунок 3 – Фирмы – основные производители диоксида титана в мире



Основные страны-импортеры руд и титановых концентратов



Страны-поставщики оксидов титана

Рисунок 4 – Импорт руд, концентратов и оксидов титана в Россию в 2013 г.

На государственном балансе России числятся 22 месторождения титана, из которых 13 коренных и 9 россыпных. В таблице 3 представлены наиболее перспективные месторождения с точки зрения изученности и исследованные в технологическом плане.

В данной работе рассмотрены лишь руды трех месторождений, по которым ИМЕТ УрО РАН участвовал в разработке технологий.

Ярегское нефтетитановое месторождение находится в Республике Коми. Руда содержит 58-73 % кварца, 15-20 % лейкоксена (TiO_2SiO_2), 8-10 % высоковязкой нефти. Общее количество TiO_2 в месторождении 278634 тыс. т.

Пути переработки титаносодержащего сырья. Разработкой технологических схем переработки этих руд занимались «Комтитан», в настоящее время ЗАО «Ярега-руда», Институ-

Таблица 3 – Балансовые запасы некоторых коренных месторождений титановых руд

Месторождение	Геолого-промышленный тип	Руда, тыс. т	Запасы TiO_2 , тыс. т $A+B+C_1+C_2$	Содержание, %		
				TiO_2	Fe	V_2O_5
Куранахское (Амурская обл.)	Ильменит-магнетит-апатитовый	22 400	2 100	9,30	27,9	0,30
Чинейское (Читинская обл.)	Титаномагнетитовый Апатит-ильменит-	921 446	59 894	6,50	33,5	0,55
Кручининское (Читинская обл.)	титаномагнетитовый	595 464	50 019	8,40	15-18	–
Африкандское (Мурманская обл.)	Перовскит-титаномагнетитовый	626 200	52 200	9,20	15,6	неизв.
Медведевское (Челябинская обл.)	Ильменит-титаномагнетитовый	427 270	30 208	7,07	14,8	–
Пудожгорское (Карелия)	Золото-платинометалльный-титаномагнетитовый	316 700	25 653	8,10	28,9	0,43
Ярегское (Коми)	Лейкоксен-кварцевые нефтеносные песчаники	2 669 099	278 654	10,44	–	–
Копанское (Челябинская обл.)	Ильменит-титаномагнетитовый	2 592 302	159 426	6,15	22,04	0,27

Таблица 4 – Химический состав лейкоксенового концентрата по сульфатной технологии

Содержание компонента, мас. доля, %										
TiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	MgO	CaO	ZrO ₂	Nb ₂ O ₅	V ₂ O ₅	Сумма
60,0	32,3	3,26	2,94	0,5	0,18	0,27	0,45	0,08	0,02	100

Таблица 5 – Химический состав лейкоксенового концентрата по хлоридной технологии

Содержание компонента, мас. доля, %								
TiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	MgO	CaO	ZrO ₂	Сумма
88,5	5,0	2,6	2,5	0,5	0,22	0,36	0,32	100

ты ИМЕТ УрО РАН (ранее ИМЕТ УФАН), ИМЕТ им. А.А.Байкова и др.

Показана возможность переработки лейкоксеновых концентратов (таблицы 4-5), полученных из руды по сульфатной и хлоридной технологиям (рисунок 5).

Влажность концентрата – 2,0 мас. доли %. Концентрат лейкоксеновый не взрывопожароопасен, не токсичен, не радиоактивен, самовоспламеняемостью не обладает.

Влажность концентрата – 0,5 мас. доли %. Автоклавный концентрат не взрывопожароопасен, не токсичен, не радиоактивен, самовоспламеняемостью не обладает. ПДК 10 мг/м³.

Медведевское месторождение ильменит-титаномагнетитовых руд расположено в Челябинской области, в 10 км от г. Златоуст (таблица 6).

В 60-70-е гг. эти руды предполагались как основной источник обеспечения сырьем тита-

ново-пигментной промышленности. Даже были проложены железная дорога, высоковольтная линия. Златоустовское обогатительное рудоуправление, в состав которого входили обогатительная фабрика и аглофабрика, работавшее ранее на кусинских рудах, должно было обеспечить первичную переработку руды с получением ильменитового и титаномагнетитовых концентратов, которые далее должны были перерабатываться по схеме, представленной на рисунке 6 [6].

Таблица 6 – Характеристика Медведевского месторождения титаносодержащих руд

Тип	Количество, тыс. т	TiO ₂ , %	Fe, %	V ₂ O ₅ , %
Ильменит, всего	307 959,00	7,02	14,73	0,12
Титаномагнетит, всего	82 124,00	6,27	21,80	0,24

Причем агломерат по специально построенной железной дороге Бакал – Чусовая должен был отправляться на Чусовской металлургический завод для доменной плавки с получением ванадистого чугуна, а ильменитовый концентрат – той же дорогой в г. Березники на электроплавку для получения высокотитанового шлака, из которого возможно было получение и титановой губки, и пигментного диоксида.

Для производства последнего рассматривался вариант строительства завода в районе г. Реж. В 1993 г. для реализации этой схемы было создано ОАО «Уралтитан-93», в состав которого вошли ОАО «ВСМПО-Ависма», ОАО «Уралгипроруда», ОАО «Уралгипромет», ОАО «Уралмеханобр», ИМЕТ УрО РАН, ОАО «ПИГМЕТ» и др.

Позже разработка схемы была переориентирована на Копанское, более крупное месторождение, расположенное на западном склоне Южного Урала в пределах Челябинской области на территории Златоустовского и Саткинского районов. В таблице 7 даны запасы руды по категориям и разновидностям. Они значительны – более 2 млрд. т. Схемы и технологии пе-

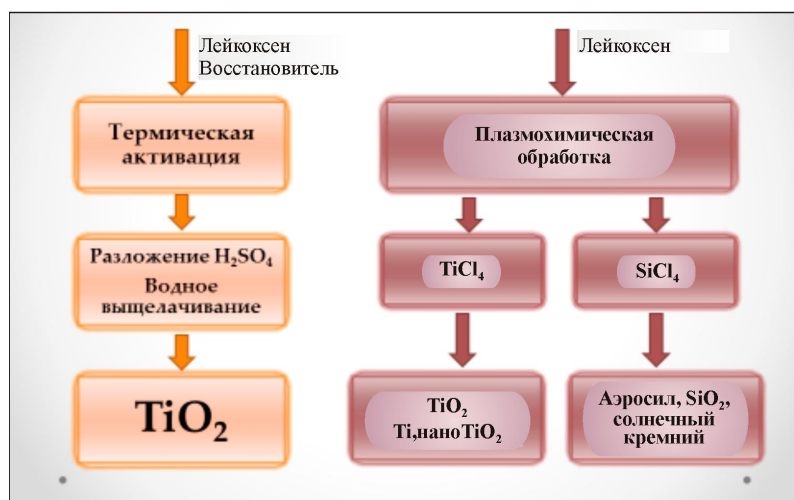


Рисунок 5 – Схемы и продукты переработки ярегских лейкоксеновых концентратов



Рисунок 6 – Принципиальная схема переработки руды Медведевского месторождения

переработки аналогичны Медведевскому месторождению.

Разработанное в 2007 г. ТЭО реализации схемы на базе копанских руд показало, что при мощности выпуска пигментного диоксида титана 50 тыс. т в год при одновременном производстве 900 тыс. т чугуна требуемый объем инвестиций – около 544 млн. дол. США.

Таблица 7 – Балансовые запасы Копанского месторождения по типам руд

Тип руды	Запасы руды, тыс. т.				
	по категориям			всего	%
	B	C ₁	C ₂		
Ильменитовые	–	–	1743180	1743180	72,0
Ильменито-титаномагнетитовые	251634	395346	104523	751503	25,0
Титаномагнетитовые	16633	68519	12467	97619	3,0
Итого:	268267	463865	1960170	2592302	100,0

Поиск инвесторов не увенчался успехом, тем более что источником сырья для производства титана в «ВСМПО-АВИСМА» (В.Салда) стала Украина (Иршанский ГОК, Житомирская область), причем концентраты плавильлись в Березниках!

Пигментный диоксид титана Россия покупала также в Украине, которая производила его на предприятиях в городах Сумы и Армянск (Крым).

К Копанскому месторождению приурочено месторождение титаносодержащих песков в Бассейне р. Ай, являющейся притоком р. Уфы. Запасы этих руд представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Запасы титаносодержащих песков в Бассейне р. Ай

Россыпи	Балансовые запасы B+C ₁				
	запасы горной массы, м ³	содержание, кг/м ³		запасы, т	
		ильменит	титаномагнетит	ильменит	титаномагнетит
Река Куваш	21846458	23	16	495909	350400
Река Черная	13278257	36	37	485111	496105
Река Копанка и ручей Малый	18850547	41	34	774131	641609
Итого:	53975262	–	–	1755151	1488114

ОАО «Уралтитан-93» с участием Гиредмета и ИМЕТ УрО РАН выполнена проработка технологии добычи, обогащения и металлургической переработки песков с получением высокотитанистого шлака и ванадистого металла.

В частности, предусмотрено строительство карьера и получение ильменитового концентрата на базе мобильного обогатительного комплекса. Концентрат может быть товарной продукцией, но целесообразнее его перерабатывать на высокотитанистый шлак, например, на Зла-

Таблица 9 – Химический состав ильменитовых концентратов и титанистых шлаков из песков Бассейна реки Ай

Концентрат	Массовая доля, %	
	концентрат	шлак
TiO ₂	46,0	84,0-85,0
Fe	36,0	6,5
Fe ₂ O ₃	7,2	-
CaO	0,5	1,01
MgO	0,9	1,68
SiO ₂	0,7	1,4
MnO	1,3	1,8
V ₂ O ₅	0,13	0,15
Cr ₂ O ₃	0,01	0,01
P ₂ O ₅	0,03	0,05
Al ₂ O ₃	Не определено	2,3

тоустовском металлургическом заводе в руднотермических печах или Березниковском меткомбинате, где плавится украинский концентрат.

Химический состав ильменитовых концентратов и титанистых шлаков из песков Бассейна р. Ай представлен в таблице 9 [7].

Ориентировочные объемы инвестиций при освоении россыпей бассейна р. Ай даны в таблице 10 [7].

Ярегское месторождение планируется освоить в 2015 г. с мощностью горно-химического комплекса 650 тыс. т/год по руде с увеличением мощности до 1300 тыс. т/год. Общая стоимость проекта 28,8 млрд. руб., в том числе горно-обогательного комплекса 18,8 млрд. руб.

К 2020 г. планируется производство кремнисто-титанового концентрата 62,4 тыс.т/год, автоклавного 11,9 тыс.т/год. К 2023 г. увеличение мощности в 2 раза.

При выходе на проектную мощность стоимость лейкоксенового концентрата составит 750 тыс.дол. США, автоклавного – 1560 тыс.дол. США.

По прогнозу компании «Articol», к 2020 г. рост производства диоксида титана составит до 7 млн.т в год и металлического титана – до 300 тыс.т, для чего потребуется 8,5 млн.т титанового сырья (в пересчете на TiO₂) [4].

Таблица 10 – Ориентировочные объемы инвестиций по освоению россыпей р. Ай Челябинской области

Производственный объект	Стоимость строительства	Капитальные вложения
ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ		
Стоимость строительства ГОКа, в том числе:	80 млн.дол.США	
1. КАРЬЕР	20 млн.дол. США	
Дробильно-сортировочная и обоганительная фабрики:	60 млн.дол. США	
Производительность по ильменитовому концентрату		220 тыс. т
Производительность по строительному песку		1 500 тыс. м ³
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ПЕРЕДЕЛ		
2. ФАБРИКА ОКАТЫШЕЙ:	60 млн. дол. США	
Производственная мощность по сырым окатышам		200 тыс. т
3. ЦЕХ МЕТАЛЛИЗАЦИИ		
(Fe – 32-34 %; TiO ₂ – 48-50 %; V ₂ O ₅ – 0,15 %)	30 млн. дол. США	
Производственная мощность ОМ		180 тыс. т
4. ЦЕХ РУДНОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЛАВКИ		
(1 печь – 33 МВА или 2 печи – 16,5 МВА)	20 млн.дол. США	
Производственная мощность по металлу V ₂ O ₅ – 0,15 %		60 тыс. т/год
Производственная мощность по шлаку TiO ₂ – 76-81 %		150 тыс. т/год

Таблица 11 – Продукция и технико-экономические показатели переработки титаносодержащих руд

Месторождение	Продукция, тыс. т/год	Капитальные вложения, млн \$	Срок окупаемости, лет
Ярегское	Пигмент – 41,7, НаноTiO ₂ – 2, Аэросил – 13	960	8,3
Медведевское, 1 вариант	Пигмент – 7,5	12,8	4,7
Медведевское, 2 вариант	Пигмент – 50, Концентрат железованадиевый – 232, прокат – 1113	971	5,1
Копанское	Пигмент – 50, Чугун – 900	780	5,6
Россыпи р. Ай	Пигмент – 8,965, Концентрат: титано-магнетитовый – 15,48, цирконовый – 0,0438	5,62	2,5
Центральное (россыпи)	Концентраты: ильменитовый – 171,9, рутиловый – 37,5, цирконовый – 29,7	300,0	5,66

Сравнение технико-экономических показателей переработки титаносодержащих руд представлено в таблице 11.

Обсуждение результатов. Важнейшая задача – создание производств пигментного диоксида титана – может быть решена следующим образом.

I направление. Переработка титаносодержащих месторождений Южного Урала на пигментный диоксид титана может быть начата с россыпей р. Ай (Копанское месторождение), где запасы ильменита – 1755 тыс. т, титаномангита – 1488 тыс. т.

Этапы развития могут быть представлены следующим образом.

1 этап – строительство карьера добычи титано-ильменитовых россыпей на базе мобильного обогатительного комплекса производительностью 50000 т ильменитового концентрата в год. Строительство руднотермической печи на Златоустовском металлургическом комбинате мощностью 33 МВА с освоением технологии переработки на титанистый шлак и металл для загрузки действующих мощностей.

2 этап – строительство горно-обогатительного комплекса (ГОК) на базе Медведевского месторождения, включающего фабрику окускования (брикет, окатыши).

3 этап – строительство комплекса химического передела титанистого шлака на пигментный диоксид титана в г. Златоуст.

Капитальные затраты на строительство горнодобывающего комплекса с производством до 300000 т концентрата в год можно оценить в 70-100 млн. дол. Срок осуществления – 1-2 года.

II направление. Переработка руд Медведевского месторождения. Запасы TiO_2 – 30208 тыс. т, Fe – 63235 тыс. т.

Историческая справка: в 1971 г. институтами Уралгипроруда и Уралмеханобр было разработано ТЭО для ГОК мощностью 1,7 млн. т по руде для производства ильменитового концентрата с целью обеспечения сырьем недавно созданного в Украине производства диоксида титана мощностью 40 тыс. т/год (г. Сумы). Но Сумы стали обеспечиваться ильменитовым концентратом Иршанского ГОК (содержание TiO_2 55-56 %).

1 этап. В начальный период освоения Медведевского месторождения на завод по производству пигментного диоксида титана (например, «Крымский титан») может поставляться ильменитовый концентрат Куранахского месторождения на севере Амурской области (содер-

жание TiO_2 47,5-48,0 %), который в настоящее время в количестве около 160 тыс. т в год экспортируется на пигментные заводы Китая и Японии. Стоимость ильменитового концентрата на условиях поставки в порт «Кавказ», расстояние 7992 км, составит 5226 руб. за 1 т с НДС.

Более низкое содержание TiO_2 в куранахском и медведевском ильменитовых концентратах по сравнению с ильменитовым концентратом Вольногорского ГОК (содержание TiO_2 61-63 %) потребует изменения технологии получения пигментного диоксида титана на ЧАО «Крымский титан».

2 этап. Проектирование и освоение Медведевского месторождения с получением конечных продуктов: ильменитовый концентрат (42,5 % TiO_2), железованадиевый концентрат (60 % Fe 0,9 % V_2O_5).

Капитальные затраты на производство, тыс. т в год: пигмент – 50, концентрат железованадиевый – 232, титановый прокат – 1113, оцениваются в 971 млн. дол. со сроком окупаемости 5,1 года. Срок осуществления – 3-4 года.

Медведевское месторождение представляет интерес, так же как рудная база черной металлургии (железо и ванадий). Важно отметить, что на Урале и далее на восток железорудная база черной металлургии России представлена преимущественно рудами подобного типа.

Выводы. Таким образом, рассмотрена проблема обеспечения сырьем производства пигментного диоксида титана и связанные с ней вопросы. Показано, что Россия может быть обеспечена минеральным сырьем для производства пигментного диоксида титана, металлического титана, железа и ванадия на многие годы.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Быховский Л.З., Пахомов Ф.П., Турлова М.А. Комплексные руды титаномангнетитовых месторождений России – крупная минерально-сырьевая база черной металлургии // Разведка и охрана недр. – 2007. – № 6. – С. 20-23.
- 2 Пахомов Ф.П., Тигунов Л.П., Быховский Л.З. Титаномангнетитовые месторождения России: минерально-сырьевая база, перспективы освоения и комплексного использования // Минеральное сырье. Сер. геол.-эконом. – 2010. – № 30. – 138 с.
- 3 Горная энциклопедия. Титановые руды. [Электронный ресурс] – URL: http://enc-dic.com/enc_rock/Titanove-rud-4263.html (дата обращения: 21.07.2014).
- 4 Минеральное сырье: от недр до рынка: в 3-х т. Черные легирующие металлы и некоторые неметаллы. Железо, марганец, хром, вольфрам, молибден, титан, фосфаты, калийные соли, пла-

виковый шпат. – М.: Научный мир, 2011. – Т. 3. – 624 с.

5 Диоксид титана – совершенный белый пигмент. [Электронный ресурс] – URL: <http://titaniumdioxiderus.blogspot.ru> (дата обращения: 22.07.2014).

6 Леонтьев Л.И., Ватолин Н.А., Шаврин С.В., Шумаков Н.С. Пирометаллургическая переработка комплексных руд. – М.: Metallurgia, 1997. – 432 с.

7 Инвестиционный проект «Промышленная разработка ильменитовых россыпей бассейна реки Ай Челябинской области Российской Федерации». Комитет по природным ресурсам Челябинской области. Челябинск, 2009. [Электронный ресурс] – URL: <http://www.vevivi.ru/best/Promyshlennaya-razrabotka-ilmenitovykh-rossypei-basseina-reki-Ai-Chelyabinskoi-oblasti-Rossiiskoi-Federatsii-ref124039.html> (дата обращения 12.01.2015).

REFERENCES

1 Bykhovskij L.Z., Pakhomov F.P., Turlova M.A. *Kompleksnye rudy titanomagnetitovykh mestorozhdenij Rossii – krupnaya mineral'no-syr'evaya baza chernoj metallurgii* (Composite ores of titanium-magnetite deposits of Russia – important mineral base of ferrous metallurgy). *Razvedka i okhrana nedr = Prospecting and protection of subsoil*. **2007**. 6. 20-23 (in Russ.).

2 Pakhomov F.P., Tiginov L.P., Bykhovskij L.Z. *Titanomagnetitovye mestorozhdeniya Rossii: mineral'no-syr'evaya baza, perspektivy osvoeniya i kompleksnogo ispol'zovaniya* (Titanium-magnetite deposits of Russia, mineral resources perspectives of development and complex use). *Mineral'noe syr'e. Seriya geologo-ekonomicheskaya = Mineral raw materials. Geological economic series*. **2010**. 30. 138 (in Russ.).

3 *Gornaya ehntsiklopediya. Titanovye rudy*. (Mining encyclopedia. Titanic ores). *Ehlektronnyj resurs* http://enc-dic.com/enc_rock/Titanove-rud-4263.html (date of browse 21.07.2014) (in Russ.).

4 Otv. red. A.P. Stavskij. *Mineral'noe syr'e: ot nedr do rynka: v 3-kh t. Chernye legiruyushchie metally i nekotorye nemetally. Zhelezo, marganets, khrom, vol'fram, molibden, titan, fosfaty, kalijnye soli, plavikovyj shpat*. (Mineral raw materials: from subsoil to market. In 3 volumes. Ferrous alloying metals and some non-metals. Iron, manganese, chromium, tungsten, molybdenum, titanium, phosphates, potassium salts, fluorite spar). Editor in chief A.P. Stavskii. Moscow: Nauchnyj mir, **2011**. 3. 624 (in Russ.).

5 Диоксид титана – совершенный белый пигмент. (Dioxide titanium – perfect white pigment). *Ehlektronnyj resurs*. <http://titaniumdioxiderus.blogspot.ru> (date of browse: 22.07.2014) (in Russ.).

6 Leont'ev L.I., Vatolin N.A., Shavrin S.V., Shumakov N.S. *Pirometallurgicheskaya pererabotka kompleksnykh rud*. (Pyrometallurgical processing of complex ores). Moscow: Metallurgiya (Metallurgy) **1997**. 432 (in Russ.).

7 *Investitsionnyj projekt. «Promyshlennaya razrabotka ilmenitovykh rossypej bassejna reki Aj Chelyabinskoi oblasti Rossijskoj Federatsii»*. Komitet po prirodnym resursam Chelyabinskoi oblasti. Chelyabinsk, 2009. (Investment project «Industrial development of ilmenite placer of Ai river basin of Chelyabinsk region of Russian Federation», Committee on natural resources of Chelyabinsk region, Chelyabinsk, 2009) *Ehlektronnyj resurs*. <http://www.vevivi.ru/best/Promyshlennaya-razrabotka-ilmenitovykh-rossypei-basseina-reki-Ai-Chelyabinskoi-oblasti-Rossiiskoi-Federatsii-ref124039.html> (date of browse: 12.01.2015) (in Russ.).

ТҮЙІНДЕМЕ

Мақалада Ресейдегі пигментті титан диоксидін өндіруге қажетті шикізат базасының мәселелері қарастырылған. Ресейдің балансында – ильменитті, титанмагнетитті, лейкоксенді және басқа титанқұрамды кендердің қорлары өте көп. Осы уақытқа дейін пигментті титан диоксиді өндірілген жоқ. Оны тұтыну мөлшері халықтың жан басына шаққанда өте аз деңгейде тұр – индустриалды дамыған елдермен салыстырғанда он есе төмен. Мақалада негізгі кенорындары және оларды қазып шығару (өндіру) бойынша ұсынымдар келтірілген. Мұнда ақырғы өнім түрінде титанды кеуек, титанды илек (прокат), шойын, болат, ванадий пентаоксиді және басқалар болатыны атап өтілген.

Түйінді сөздер: пигментті титан диоксиді, титандық илек (прокат), лейкоксенді концентрат, ильменит-титанмагнетитті кенорындары.

SUMMARY

Questions of a raw materials source for production of pigmentary titanium dioxide in Russia are considered. It is shown that Russia has on the balance huge stocks of titanium-containing ores – ilmenite, titaniferous magnetite, leucosene and others. So far pigmentary titanium dioxide in Russia was not made. Its consumption per capita remains at a low level – ten times below industrially developed countries. Fields of application of pigmentary titanium dioxide are shown. Dynamics of titanium consumption in 2004-2010 and the forecast for 2011-2015 are presented. The main deposits are shown and recommendations about their development are made. Comparison of production and technical and economic parameters for processing the titanium-containing ores of various deposits of Russia is carried out. It is noted that also titanite sponge, titanite rolling, pig iron, steel, vanadium pentoxide, etc. can be the end products.

Key words: pigmentary titanium dioxide, titanite rolling, leucosene concentrate, ilmenite-titaniferous magnetite deposits.

Поступила 24.10.2014

