

О РЕАЛИЗАЦИИ МЕТАЛЛОНОСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ РОССИИ



А. А. Суханов, зав. лабораторией,
канд. геол.-минерал. наук



Ю. Э. Петрова, зав. отделом,
канд. геол.-минерал. наук



И. Р. Макарова,
старший научный сотрудник,
канд. геол.-минерал. наук

ВНИГРИ

Извлекаемые запасы тяжелых нефтей (категории А+В+С₁) Российской Федерации составляют немногим более 2 % от мировых извлекаемых запасов и достигают 2,5 млрд т (на 01.01.2007 г.). По запасам тяжелых нефтей (ТН) наша страна занимает 5-е место в мире, и их доля в общих запасах нефтей России систематически растет. Поэтому в настоящее время проблема освоения запасов ТН для России не менее, а, принимая во внимание роль нефтяного сектора в экономике страны, более актуальна, чем для зарубежных стран. Половина запасов ТН в России приходится на Западно-Сибирскую НПП. При этом залежи тяжелой нефти существуют во всех федеральных округах, но большая часть запасов сосредоточена на территории трех из них – Северо-Западного,

Публикуемая статья посвящена одной из важнейших проблем – рациональному использованию ресурсов углеводородного сырья в России. Тяжелые нефти и природные битумы являются не только сырьем для химической промышленности и производства энергоносителей, но также источником целого ряда ценных продуктов, пользующихся спросом в структурообразующих отраслях промышленности многих развитых стран. Оценка ванадиевого потенциала российских нефтей, данная авторами статьи, убедительно показывает их перспективность как крупномасштабного сырьевого источника промышленного производства ванадия. Приведенные данные о ежегодных потерях промышленно кондиционного ванадия, содержащегося в нефтях, свидетельствуют о чрезвычайной важности этой проблемы.

Приволжского и Уральского. Таким образом, Россия имеет большой потенциал по запасам ТН и сравнительно низкую долю извлекаемых запасов тяжелых нефтей, повышение доли последних будет зависеть в первую очередь от технологических решений освоения месторождений.

Одним из важных аспектов проблемы освоения ресурсов полезных ископаемых является необходимость их комплексного использования, законодательно закреплённая Федеральным законом от 21.02.1992 г. № 2395-1-ФЗ «О недрах», ст. 23, 23.3, 35 и постановлением Правительства РФ от 12.05.2005 г. № 293 «Об утверждении положения о государственном контроле за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной недр». Согласно этим документам, при освоении минеральных ресурсов приоритетными являются их комплексное использование, достоверный учет извлекаемых запасов основных полезных ископаемых и попутных компонентов. Для ископаемых жидких углеводородов (УВ), это означает наиболее полное использование содержащихся в тяжелых нефтях полезных попутных компонентов – примесей.

К настоящему времени в нефтях обнаружено свыше 60 химических элементов, причем большая их часть представлена редкими металлами (РМ), многие из которых по распоряжению Правительства РФ от 16.01.1996 г. № 50-р «Об основных видах стратегического минерального сырья» отнесены к стратегическому минеральному сырью. Помимо металлов, тяжелые нефти являются потенциально промышленно значимым источником таких видов ценного химического сырья, как сераорганические соединения и порфирины. Для оценки ресурсной базы попутных компонентов тяжелых нефтей необходимо

Таблица 1. Характеристика попутных полезных ископаемых и попутных полезных компонентов

Группа	Название	Формы нахождения, связи с основными для данного месторождения полезными ископаемыми и требования, предъявляемые промышленностью к их разработке	Состав попутных полезных ископаемых и попутных полезных компонентов	Степень использования попутных полезных ископаемых и попутных компонентов
I	Попутные полезные ископаемые	Образуют самостоятельные пласты и залежи в породах, вмещающих основное полезное ископаемое	Подземные воды продуктивных пластов или водоносных горизонтов, содержащие повышенные концентрации йода, брома, бора, соединений магния, калия, лития, рубидия, стронция и других компонентов	Незначительная
			Подземные воды, пригодные для бальнеологических, теплоэнергетических, технологических и иных целей	Незначительная
II	Компоненты	Выделяются в самостоятельные продукты при добыче основного полезного ископаемого	В нефтяных залежах – растворенный (попутный) газ	Незначительная
			В газоконденсатных залежах – конденсат	Значительная
III	Попутные полезные компоненты	Выделяются только при переработке основного полезного ископаемого	В тяжелых нефтях содержится свыше 60 химических элементов (большая их часть представлена редкими металлами), сераорганические соединения и порфирины	Незначительная

определить: какие попутные компоненты нефтей в настоящее время подлежат учету в РФ; в каких объектах следует их учитывать.

С этой целью обратимся к «Классификации запасов и прогнозных ресурсов нефти и горючих газов» (утверждена приказом МПР России от 01.11.2005 г. № 298), планируемой к введению в действие в 2009 г. Согласно п. 15 «Классификации...» при подсчете запасов месторождений подлежат обязательному раздельному учету запасы нефти, горючих газов и содержащиеся в них компоненты (конденсат, этан, пропан, бутаны, сера, гелий, металлы), целесообразность извлечения которых обоснована технологическими и технико-экономическими расчетами. В приложении 3 «Методических рекомендаций по проведению переоценки категорий и выделению групп запасов нефти и горючих газов месторождений нераспределенного фонда недр в соответствии с новой Классификацией запасов и ресурсов нефти и горючих газов» (авторы Г. А. Габриэлянц, А. А. Герт, М. Я. Зыкин и др. – М.: Геосервис, 2006) дается определение подлежащих подсчету и учету попутных полезных ископаемых и попутных полезных компонентов в пределах каждой группы. В зависимости от формы нахождения, связи с основными для данного месторождения

полезными ископаемыми и с учетом требований, предъявляемых промышленностью к их разработке, попутные полезные ископаемые и компоненты разделяются на три группы (табл. 1).

I группа – попутные полезные ископаемые, образующие самостоятельные пласты и залежи в породах, вмещающих основное полезное ископаемое. Это воды продуктивных пластов или водоносных горизонтов, содержащие повышенные концентрации йода, брома, бора, соединений магния, калия, лития, рубидия, стронция и других компонентов, а также подземные воды, пригодные для бальнеологических, теплоэнергетических, технологических и иных целей.

II группа – компоненты, заключенные в полезном ископаемом и выделяемые при его добыче (сепарации) в самостоятельные продукты. В нефтяных залежах – это растворенный (попутный) газ, а в газоконденсатных – конденсат.

III группа – попутные полезные компоненты, присутствующие в составе основного полезного ископаемого и выделяемые лишь при его переработке.

Таким образом, попутные компоненты ТН относятся к III группе попутных полезных ископаемых и компонентов. На месторождениях неф-

ти и битумов такими компонентами могут быть сера, ванадий, никель, титан и др.

Современное состояние и перспективы развития нефтяной промышленности в России ориентированы на решение следующих проблем:

- ♦ прирост и улучшение состояния сырьевой базы нефти и газа;
- ♦ расширение сферы деятельности нефтегазодобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей, связанное с разработкой как крупных, так средних и мелких по запасам месторождений, освоением шельфа, строительством нефте- и газоперерабатывающих заводов;
- ♦ сокращение издержек во всех звеньях производственного процесса (освоение запасов углеводородного сырья, добыча, переработка, транспортировка, хранение, реализация и др.);
- ♦ обеспечение экологической безопасности производства и охраны окружающей среды.

Решение этих проблем применительно к тяжелым ванадиеносным нефтям в значительной степени зависит от развития инновационных процессов в нефтегазовом секторе страны, которые должны быть учтены в общей инновационной политике освоения нефтегазовых месторождений и переработке углеводо-

родного сырья. Вопросы комплексного освоения ванадиеносных нефтей должны быть интегрированы в общую стратегию развития нефтегазового сектора экономики страны.

Вместе с тем в процессе переработки нефти технологии по ее деметаллизации, способствующие повышению качества нефти и нефтепродуктов, с одной стороны, и получению высокоценного товарного продукта – ванадия, с другой, не предусматриваются российскими нормативными документами. В настоящее время необходима разработка Федерального закона – «Технологического регламента по извлечению ванадия из тяжелой нефти». Регулирование вопроса комплексной переработки ванадиеносных нефтей в сфере законодательства должно осуществляться на государственном уровне, определяющем всю инновационную деятельность по извлечению ванадия и сопутствующих ему металлов из тяжелых нефтей.

Для того, чтобы оценить, в каких объектах следует учитывать ресурсы попутных полезных компонентов тяжелых нефтей, определим понятие «тяжелые нефти», которым будем в дальнейшем руководствоваться при изложении материала.

Понятие «тяжелые нефти» в на-

стоящий момент не имеет однозначного толкования в РФ. Согласно упомянутой выше «Классификации запасов и прогнозных ресурсов нефти и горючих газов», нефти планируется классифицировать в соответствии с «технологическим» ГОСТом Р 51858-2002, согласно которому к тяжелым относятся нефти с плотностью от 0,87 до 0,895 г/см³, к битуминозным – нефти с плотностью более 0,895 г/см³ (при 20 °С). В соответствии с этим ГОСТом запасы ряда месторождений, которые в течение долгого времени в Государственных балансах запасов учитывались как битумные (например Ашальчинское и Мордово-Кармальское), будут учитываться как нефтяные. Принимая во внимание, что именно «Государственные балансы запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2007 г. Нефть» являются основным источником информации по ресурсной базе тяжелых нефтей, в данной статье была принята классификация, использованная в этом документе, т. е. объектами изучения являются месторождения (залежи, отдельные участки залежей), содержащие нефти с плотностью более 0,901 г/см³ и вязкостью менее 1000 мПа·с.

Перейдем к подлежащим учету попутным компонентам нефтей. Из

всего широкого спектра попутных компонентов до настоящего времени в нефтях официально учитываются только два: сера и ванадий. Сегодня и без учета нефтей сырьевая база серы в нашей стране является избыточной. Поэтому ресурсы серы в нефтях учитываются в большей степени с точки зрения ее утилизации для обеспечения экологической безопасности в ходе освоения ресурсов нефти. Что касается ванадия, то нефти давно стали высоковостребованным стабильным сырьевым источником этого ценного металла, поскольку во многих отношениях этот вид ванадиевого сырья превосходит традиционное рудное сырье. Так, в США не менее 20 % ванадиевой продукции производится из продуктов нефтяного ряда.

В нашей стране расчеты кондиционных значений содержания ванадия в нефтях впервые были выполнены ВНИГРИ совместно с ЛГИ им. Г. В. Плеханова в 1983 г. (И. С. Гольдберг, В. В. Грибков и др.). В основу расчетов была положена технология получения легированного ванадием сплава с концентрацией ванадия не менее 0,01 % вес. при плавке металлизированных окатышей с применением ванадийсодержащего нефтяного кокса. Результаты расчетов показав-

Таблица 2. Запасы ванадия в наиболее крупных месторождениях промышленно металлоносных нефтей Российской Федерации (1983 г.)

Месторождение	Возраст залежи	Содержание пятиокси ванадия, г/т	Содержание серы, % вес.	Запасы пятиокси ванадия, тыс. т	
				геологические	извлекаемые
<i>Волго-Уральская НГП</i>					
Ромашкинское	C ₁ -C ₂ D ₃ 'р	534-606 250-300	1,8-3,8 1,1-1,7	419,9 154,5	115,3 28,3
Ново-Елоховская группа месторождений	C ₁ D ₃ 'р	849 254	2,9 1,1	95,9	25,4
Ивашкино-Мало-Сульчинское	C ₁	1290	3,1	19,9	5,3
Степноозерское	C ₁	1495	4,8-5,4	21,7	5,8
Ульяновское	C ₁	1250	3,5	9,8	2,5
Арланское	C ₁ -C ₂	267	2,4-3,6	258,8	61,7
Манчаровская группа месторождений	C ₁	277	2,4-3,4	38,2	7,7
Игровское	C ₁ -C ₂	230-432	1,8-3,8	25,1	5,5
Гремихинское	C ₂	505	3,5	37,1	12,6
Кулешовское	C ₁ -C ₂	473-685	0,8	58,0	9,4
Радаевское	C ₁	409	3,0	18,1	3,9
<i>Тимано-Печорская НГП</i>					
Западно-Тэбукское	D ₃	295	1,0-1,2	28,2	5,3
Усинское	C ₂	180-195	1,8-2,1	109,5	16,0

Таблица 3. Оценка запасов ванадия в тяжелых металлоносных нефтях РФ (2007 г.)

Месторождение	Возраст залежи	Содержание пятиоксида ванадия, г/т	Запасы пятиоксида ванадия		
			геологические, тыс. т	извлекаемые, тыс. т	в нефти, добытой в 2006 г., тыс. т
<i>Волго-Уральская НГП</i>					
Ромашкинское	C ₁ -C ₂	534-606 250-300	103,4 8,1	20,6 1,2	0,247 0,024
Ново-Елховское	C ₁ -C ₂	849	184,9	30,6	0,616
Степноозерское	C ₁ -C ₂	1495	101,5	12,4	0,280
Аксубаево-Мошкинское	C ₁ -C ₂	411	23,51	2,6	0,027
Краснооктябрьское	C ₁ -C ₂	520	14,0	1,6	0,049
Сиреневское	C ₁ -C ₂	849	10,7	1,5	0,025
Тавельское	C ₁ -C ₂	434	17,9	3,9	0,089
Аканское	C ₁ -C ₂	991	40,0	8,0	0,073
Нурлатское	C ₁	755	7,3	1,3	0,015
Радаевское	D ₃ -C ₁	417	29,8	2,4	0,075
Бурейкинское	C ₁ -C ₂	755	30,5	3,9	0,211
Ямашкинское	C ₁ -C ₂	520	30,5	4,0	0,124
Ивашкино-Мало-Сулчинское	C ₁ -C ₂	550	14,0	2,4	0,079
Ильмовское	C ₁ -C ₂	756	8,0	1,3	0,037
Ульяновское	C ₁ -C ₂	678	12,2	2,1	0,061
Енорускинское	C ₁ -C ₂	901	31,2	5,9	0,096
Зимницкое	C ₁ -C ₂	1640	121,3	19,7	0,007
Кондаковское	C ₁	1922	4,7	0,8	0,0
Менеузовское	C ₁	270	5,1	0,1	0,035
Карача-Елгинское	C ₁	332	4,3	0,3	0,009
Щелкановское	C ₁	320	3,0	0,2	0,006
Мишкинское	C ₁	306	16,3	4,1	0,190
Манчаровское	C ₁	227	6,9	0,5	0,011
Гремихинское	C ₁ -C ₂	505	31,2	5,5	0,359
Серноводское	C ₁	462	2,6	0,5	0,002
Итого по Волго-Уральской НГП			862,9	137,4	2,75
<i>Тимано-Печорская НГП</i>					
Усинское	C ₃ -P ₁ P-C D ₂	151 143 113	30,0 69,3 13,2	2,7 5,9 1,5	0,03 0,174 0,068
Ярегское		147 175	33,1 13,5	11,3 5,2	0,080 0,00
Торавейское	T ₁ P ₁ -P ₂	183 116	18,8 6,3	2,9 1,8	0,00 0,045
Южно-Торавейское	T ₂₊₁ -P ₁	160	7,7	1,5	0,00
Суборское	D ¹	226	1,2	0,95	0,00
Тобойско-Мядсейское:					
Тобойский уч-к	D ₃ f	453	19,1	7,4	0,007
Мядсейский уч-к	D ₃ f	157	1,1	0,4	0,00
Западно-Тэбукское	D ₃ fm	426	13,7	0,2	0,004
Варандейское	T ₁ T ₁ +P ₁	80 160	2,1 8,6	0,2 2,2	0,00 0,020
Итого по Тимано-Печорской НГП			191,1	44,2	0,43
<i>Западно-Сибирская НГП</i>					
Мамонтовское*	K ₁ , J ₃ , J ₂	70	76,3	9,1	0,541
Быстринское*	K ₁ , J ₂	98	30,4	3,6	0,416
Усть-Балыкское	K ₁ , J ₂	226	73,9	8,2	0,481
Локозовское	K ₁ , J ₃	255	40,2	5,9	0,419
Западно-Сургутское	K ₁ , J ₃ , J ₂	321	10,6	0,2	0,119
Южно-Балыкское*	K ₁	117	21,1	3,5	0,115
Айяунское*	K ₂	113	5,2	1,3	0,00
Итого по Западно-Сибирской НГП			257,7	31,8	2,1
Итого по РФ			1312	213	5,28

*Месторождения, ресурсы ванадия которых учтены при содержании V₂O₅ в нефти менее 120 г/т.

ли, что попутное извлечение ванадия из нефтяного кокса пирометаллургическим способом рентабельно при содержании пятиоксида ванадия не менее 150–180 г/т. На основе этого значения кондиционного содержания была осуществлена первая экспертная оценка запасов ванадия, содержащегося в нефтях разведанных на территории России месторождений (табл. 2).

В настоящее время оценка запасов попутных полезных компонентов в нефтях осуществляется исходя их принятых кондиционных значений их содержания в данном виде сырья. Согласно приложению 3 вышеупомянутых «Методических рекомендаций по проведению переоценки категорий и выделению групп запасов нефти и горючих газов месторождений нераспределенного фонда недр в соответствии с новой Классификацией запасов и ресурсов нефти и горючих газов», к настоящему времени кондиционные содержания вышеуказанных видов попутных полезных компонентов нефтей – серы и ванадия составляют: для серы – 0,5 %; для ванадия (пятиоксида) – 120 г/т.

Таким образом, для большинства месторождений учет ресурсов ванадия производится в нефтях плотностью от 901 г/см³ и содержанием ванадия от 120 г/т в пересчете на пятиокись (V₂O₅). Для нескольких крупных месторождений сделано исключение. Запасы ванадия в них учтены при более низких значениях концентрации ванадия в нефтях. Основные причины, по которым сделано это исключение:

- ♦ величина запасов ванадия месторождения превышает величину аналогичных запасов, учтенных в средних по запасам месторождениях нефти (от 3 до 30 млн т) с содержанием пятиоксида ванадия от 120 г/т;

- ♦ давно назрела необходимость пересмотра значения минимального кондиционного содержания ванадия в нефтях в сторону существенного понижения, так как согласно оценкам, выполненным на основе анализа существующих технологий нефтепереработки, черной и цветной металлургии, концентрация ванадия в

нефтях на уровне 30 г/т может обеспечить промышленное получение ванадиевой продукции, по рентабельности сопоставимое с ее промышленным получением из рудного сырья.

На 2007 г. геологические запасы пятиоксида ванадия в тяжелых металлоносных нефтях наиболее крупных (по запасам ванадия) месторождениях оцениваются в 1312 тыс. т; извлекаемые попутно с нефтью – 213,4 тыс. т (табл. 3). Запасы пятиоксида ванадия, содержащиеся в тяжелой нефти, добытой в 2006 г., составляют 5,28 тыс. т.

Для того, чтобы оценить реальное место и потенциальную значимость запасов ванадиевого сырья в общей структуре производства ванадиевых продуктов в РФ, сравним полученные данные с данными по структуре мирового производства ванадия из рудного сырья в 2007 г. (табл. 4). Из сравнительных данных следует, что содержащиеся в металлоносных нефтях РФ извлекаемые запасы ванадия составляют 2,4 % от извлекаемых запасов ванадия в рудном сырье РФ. При этом количество ванадия, потерянного в добытой в 2006 г. в РФ тяжелой промышленно металлоносной нефти, составило 2,96 тыс. т, или почти 18,5 % от ванадия, произведенного в РФ в 2007 г. из рудного сырья. Это количество сопоставимо с объемами внутреннего потребления ванадия в США. Представленные выше данные по производству ванадия горнодобывающей промышленностью различных промышленно развитых стран, обладающих значительными запасами ванадиевого сырья, указывают на необходимость учета качественных характе-

ристик ванадиевого сырья различного происхождения.

Прежде всего следует обратить внимание на то, что извлекаемые запасы ванадия, содержащиеся в тяжелых промышленно металлоносных нефтях РФ, значительно превышают извлекаемые запасы в рудном сырье США. В сочетании с тем фактом, что в США производство ванадия из рудного сырья было прекращено в 1999 г., это может означать только то, что указанные извлекаемые запасы рудного ванадиевого сырья рассматриваются в США как стратегический резерв. Обращает на себя внимание очень низкое отношение величины заявленных в США извлекаемых запасов ванадия к значению его геологических запасов (всего 1,1 %). Это, очевидно, связано с тем, что в условиях США величины экономически оправданных для промышленного производства концентраций ванадия в рудном сырье значительно превышают таковые для ЮАР, России и Китая – основных мировых производителей ванадия из рудного сырья. В связи с этим извлекаемые запасы ванадиевого сырья в США представлены только рудами с высоким содержанием ванадия, обеспечивающими высокорентабельное его производство, составляя лишь очень небольшую долю общих геологических запасов ванадийсодержащих руд США.

Для того, чтобы определить, какие сырьевые источники использует ванадиевая промышленность США, рассмотрим статистические данные о производстве и потреблении ванадиевой продукции (табл. 5). Из данных таблицы следует, что, несмотря на тенденцию к сокращению объемов импортируемого ванадиевого

Таблица 4. Мировое производство ванадия горнодобывающей промышленностью (по данным [1])

Страна	Производство из руды, тыс. т		Запасы, млн т	
	2006 г.	2007 г.	извлекаемые	геологические
США	0*	0*	0,045	4,0
Китай	17,5	18,5	5,0	14,0
Россия	15,1	16,0	5,0	7,0
ЮАР	22,0	23,0	3,0	12,0
Другие страны	1,1	1,1	Н. д.	1,0
Всего	55,70	58,6	13,0	38,0

*В США производство ванадия из руды было прекращено в 1999 г.

Таблица 5. Статистические данные о производстве и потреблении ванадиевой продукции в США (по данным [1])

Показатели	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.
Горнодобывающее производство	0	0	0	0	0
Импортируемые материалы:					
сырьевые материалы: золы, нефтекокс, шлаки и т. д., т	3060	2350	1690	1000	1050
пентоксид ванадия, т	474	1040	1370	1920	2240
прочие оксиды, гидроксиды и другие соединения, т	74	120	186	129	28
алюминиево-ванадиевые легирующие сплавы, брутто, т	232	19	1	102	817
феррованадий	1360	3020	11900	2140	2260
Экспортируемые материалы:					
пентоксид ванадия, т	185	240	254	341	361
прочие оксиды, гидроксиды и другие соединения, т	284	584	899	832	582
алюминиево-ванадиевые легирующие сплавы, брутто, т	677	887	1500	1930	1590
феррованадий	397	285	504	389	165
Заявленное потребление, т	3240	4050	3910	4030	4180
Средняя цена 1 кг пентоксида ванадия, долл. США	2,21	5,99	16,28	7,86	7,40

сырья, его доля в общих объемах внутреннего потребления ванадия продолжает оставаться довольно высокой (18 % в 2007 г.). Следует также отметить, что весьма значительную долю в импортируемом США ванадиевом сырье составляет нефтяной кокс. Производство нефтяного кокса осуществляется в Венесуэле из тяжелых и сверхтяжелых нефтей. Кокс содержит в среднем 8 % ванадия и полностью импортируется в США. По разным оценкам, производство ванадия из этого вида сырья дает от 1 до 3 тыс. т пентоксида ванадия в год [2].

Содержание ванадия (пентоксида) в ванадиеносных рудах РФ находится в пределах 0,12–0,68 % (табл. 6). Для сравнения следует отметить, что в США содержание ванадия в руде в пределах 0,4 – 0,6 % в ряде случаев рассматривалось как нерентабельное [3]. Содержание ванадия в рудах основных ванадиеносных месторождений РФ позволяет отнести их к разряду низкорентабельного сырья (с точки зрения технологических и экономических условий США). То же самое, очевидно, относится и к другим странам – лидерам горной добычи ванадиевого сырья (КНР и ЮАР).

В частности, ЮАР, обладая самыми крупными разведанными запасами ванадийсодержащих руд в мире, имеет и самое дорогостоящее производство ванадиевой продукции [3]. То же самое в значительной степени относится и к России: запасы рудного сырья весьма значительны, но способны обеспечить лишь низкорентабельное (по сравнению с условиями США) производство ванадиевой продукции.

Таким образом, запасы ванадия в тяжелых нефтях РФ имеют важное значение как потенциальный сырьевой источник промышленного получения ванадия не только потому, что его концентрации в нефтях ряда месторождений сравнимы с концентрациями в рудном сырье (см. табл. 6). Более важным является то обстоятельство, что нефтяной кокс, получаемый в значительных количествах в ходе переработки тяжелых нефтей, является более ценным сырьем для промышленного получения ванадия, чем руда. К тому же, несмотря на то, что существуют технологии, позволяющие до-

статочно рентабельно перерабатывать руду с содержанием ванадия на уровне 0,4–0,5 % в условиях США, ряд компаний – производителей ванадия все же предпочитает перерабатывать нефтяной кокс, ввозимый из Венесуэлы, вместо того, чтобы использовать руду из расположенного вблизи перерабатывающего предприятия месторождения.

Возвращаясь к оценке запасов ванадия в тяжелых нефтях РФ, следует сделать вывод, что ТН являются потенциальным источником ванадиевого сырья, по качеству значительно превосходящего существующие в настоящее время рудные источники. Количество ванадия, содержащегося в промышленно металлоносной тяжелой нефти, добытой в РФ в 2006 г. (2,96 тыс. т), соответствует примерно 18,5 % от количества ванадия, произведенного промышленностью РФ из рудного сырья в 2007 г. (см.

Таблица 6. Содержание пятиоксида ванадия в некоторых промышленных рудах и месторождениях тяжелых нефтей и природных битумов

Месторождение	Содержание пятиоксида ванадия, % вес.
<i>Рудные</i>	
Качканарское	0,18–0,53
Кусинское	0,63–0,68
Гусевогорское	0,12–0,62
Первоуральское	0,50–0,60
<i>Нефтяные</i>	
Степноозерское	0,15
Зимницкое	0,16
Енорускинское	0,09
Филипповское (Ульян. обл.)	0,12
<i>Битумные</i>	
Ашальчинское	0,09
Мордово-Кармальское	0,08

табл. 4). Оно сопоставимо с объемами внутреннего потребления ванадия в США (см. табл. 5).

Отсутствие в РФ системы крупномасштабного промышленного получения ванадия из тяжелых нефтей приводит к тому, что столь значительные объемы этого ценного металла ежегодно оказываются безвозвратно утерянными для российской экономики. Промышленное получение ванадия из тяжелых нефтей должно являться частью давно востребованной системы комплексного освоения запасов тяжелых нефтей

России, одной из важных составляющих которой является нормативно-правовое обеспечение, стимулирующее инновационные процессы в ней. Недостаточное развитие нормативно-правовой базы в области освоения месторождений тяжелых нефтей и их переработки в России приводит к невосполнимым потерям ресурсов ванадия, никеля и других редких металлов. ■■■

Materialization of the metalliferous potential of heavy oils in Russia

A. A. Sukhanov, Yu. E. Petrova, I. R. Makarova

The article highlights major aspects of hydrocarbon resources conservation in Russia. The authors present their estimates of the state-of-the art of the reserves of associated useful component contained in Russian oils, namely, vanadium reserves in heavy metalliferous oils. Vanadium case study proves the fact that heavy oils present a potential source of high-grade vanadium material versus ore reserves. The lack of demand for vanadium, nickel and other metal resources of the kind can be explained by the absence of the legal framework for comprehensive development of the reserves of metalliferous oils.

Key words: heavy oils, commercial metalliferous oils, reserves of vanadium in heavy metalliferous oils, vanadium in ore, comprehensive development of reserves.



Список литературы = References

1. *US Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, 2008: <http://geo-nsdi.er.usgs.gov/>*
2. *Mining Journal, 1990, N 268, p. 6; 1989, v. 313, N 8046, p. 417; 1990, v. 314, N 8058, p.124.*
3. *Покровская В. Л. Новое в развитии минерально-сырьевой базы редких металлов: сб. науч. статей. М.: ИМГРЭ, 1991. = V. L. Pokrovskaya. New trends in the development of rare metal reserves and resources: Collected papers. М.: IMGRE, 1991 (in Russian).*