

породах I–III категорий с достаточно высоким выходом керна.

Таким образом, по результатам опытных работ установлено, что основной областью применения МБУ в условиях Хабаровского края является предварительная оценка и разбраковка рудопроявлений и геохимических аномалий, расположенных на труднодоступ-

ных территориях без развитой инфраструктуры путем бурения вертикальных и наклонных скважин колонкового бурения глубиной 15–30 метров.

© Трушин С.И., Махиня В.Б., Осецкий А.И., 2017

Трушин Сергей Иванович // Trushin@polymetal.ru
Махиня Владимир Борисович // MahinyaVB@hbr.polymetal.ru
Осецкий Александр Иосифович // Osetskiy@polymetal.ru

УПРАВЛЕНИЕ И ЭКОНОМИКА

УДК 551.263.94

Иванов В.П. (ТПУ Институт природных ресурсов),
Охотников К.В. (Угольная компания ООО «Ресурс»)

ОСОБЕННОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП В МАРКАХ ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ УГЛЕЙ

*Рассмотрена нормативно-техническая документация в части выделения технологических групп, и проведено сопоставление типизации углей и руд по природным и промышленным типам. Установлено, что различие промышленных (технологических) типов руд и углей обусловлено степенью переработки получения конечного продукта, а в методических рекомендациях ГКЗ качественные параметры кондиций для выделения технологических типов углей отсутствуют. Предлагается выделять в запасах коксующихся углей коксообразующие (особо ценные) и технологические (ценные) угли, а в запасах энергетических углей — энерготехнологические и топливные. **Ключевые слова:** достоверность изучения, марочный состав, кондиции, качество, технологическое свойство, природный тип, промышленный (технологический) тип, сорт, ценность.*

Ivanov V.P. (TPU Institute of Natural Resources), Okhotnikov K.V. (Resurs LLC Coal Company)

SPECIAL FEATURES OF IDENTIFICATION OF PROCESS GROUPS IN COAL GRADES WHEN ESTIMATING RESERVES

*The norms and specifications have been reviewed that regulate the identification of process groups and the types of coal and ore have been compared in terms of natural and industrial types. It has been determined that the difference of industrial (process) types of ore and coal is conditioned by the degree of processing to obtain finished product, while the guidelines of the State Committee on Reserves lack the qualitative parameters for the conditions to identify the process types of coal. It is suggested, that the reserves of coking coal should be identified as carbon forming (premium) and process (valuable), while the thermal coal should be identified as energy-technological and fuel. **Keywords:** study reliability, grade composition, conditions, quality, process property, natural type, industrial (process) type, grade, value.*

Энергетическая стратегия России на период до 2035 г. предполагает создание новых центров угледобычи в регионах Сибири и Дальнего Востока, что позволит обеспечить рост добычи не менее чем на треть, с 153 до 206 млн. т, но уже в 2016 г. объем добычи составил 385 млн. т. Это означает, что планируемый объем добычи угля в России к 2030 г. в 410–480 млн. т вполне реалистичен. При благоприятном конъюнктурном росте экспорта существующий и ожидаемый прирост объем добычи угля ориентирован не только на страны Азиатского и Тихоокеанского региона (АТР) и сопредельные страны, но также на обеспечение энерготехнологических комплексов и производства электроэнергии в восточных регионах страны.

Угольная отрасль всегда рассматривается как основной источник обеспечения металлургии коксующимися углями, которые в общем объеме добычи в РФ составляют 45 %. Поэтому выделение углей, пригодных для производства металлургического кокса, остается главной задачей при проведении геологоразведочных работ на разных стадиях изучения угольных месторождений.

На этом фоне особую значимость приобретает Указ Президента РФ от 7 июля 2011 г. «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации», где 20-м пунктом критических технологий выделено: **Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых**. Это в равной степени относится и к совершенствованию технологии поиска, разведки, разработки угольных месторождений в части выделения типов и сорта углей, как это делается при выделении качественных руд. В частности вопрос направлен на несовершенство нормативно-методической документации (НМД), предназначенной для выделения технологических групп в марках углей при подсчете запасов.

Заложенный в НМД подход по аналогии выделения типов и сортов в рудах не совсем приемлем, несмотря на то, что руды и угли — это твердые полезные ископаемые (ТПИ). Геологическая терминология для руд не всегда пригодна для углей. Это касается терминов: качество и технологическое свойство ПИ, природный тип, промышленный (технологический) тип и сорт ПИ.

В эти термины вкладываются разные определения, которые в геологическом понимании могут быть универсальны, а в технологическом понимании различаются ввиду разной глубины воздействия на ПИ: руд и углей, при их переработке.

В стандарте РосГео [10] для геолого-технологического картирования ТПИ под качеством ПИ понимается совокупность признаков, учитывающих химический и минеральный состав, текстурно-структурные особенности, физико-химические характеристики, определяющие возможные направления и показатели использования ПИ. Технологические свойства — это совокупность признаков, характеризующих дробимость, измельчаемость ПИ, раскрываемость минеральных ассоциаций, эффективность разделения минеральных комплексов и отдельных минералов на концентраты, промпродукты для специальных видов переработки и отвальные хвосты (породную часть) различными методами обогащения. Они обуславливают выбор технологической схемы и результаты переработки ПИ.

В толковых словарях качество — это свойство в виде признака, определяющее достоинство объекта (в данном случае полезного ископаемого), и логическая категория, являющаяся его определением, которая указывает на степень достоинства, ценности, пригодности. В свою очередь, свойство — это отличительный признак, указывающий на особенность полезного ископаемого при исследовании или изучении и отражающий сходство или различие с другими полезными ископаемыми, а свойство — это совокупность признаков, по которым устанавливаются образ полезного ископаемого и его способность и поведение под влиянием факторов образования или разрушения.

В методических рекомендациях по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых [9] указано, что для обоснования ТЭО кондиций должна быть проанализирована представительность исследованных технологических проб, обеспечивающая соответствие их вещественного и химического состава, физических свойств средним показателям качества угля каждого оцениваемого пласта. Для пластов, содержащих угли различных марок или технологических групп, а также при направленной пространственной изменчивости основных показателей качества угля приводится дифференцированная по площади характеристика технологических свойств и прогноз их изменений по календарному графику разработки. Следовательно, в стандарте [10] определение термина «качество» применимо для углей, а вот «технологическое свойство» дается узконаправленно и применительно для руд.

Термин «природный тип» [10] характеризуется как основное классификационное подразделение руд, может соответствовать технологическому типу, иногда заключать в себе несколько технологических типов, а *промышленный (технологический) тип* ПИ — это общность, принципиально отличающаяся от других схе-

мой переработки (обогащения), занимающая существенный объем месторождения, добыча и переработка которого производится отдельно. Отсюда выделение и оконтуривание технологических типов полезного ископаемого могут производиться по информативным параметрам качества руд, а подсчет запасов — отдельно. В свою очередь, *промышленный (технологический) сорт* ПИ — подразделение технологического типа, выделяющегося по показателям обогащения (обогатимости), получаемым по единой для данного типа технологической схеме. Переработка различных технологических сортов полезного ископаемого одного технологического типа в зависимости от их количества и взаиморасположения производится отдельно или совместно в определенных оптимальных соотношениях (шихтовка)[10].

Отметим, в геологическом словаре [1] под термином «сорт полезного ископаемого промышленный» понимается природный тип ПИ, обеспечивающий качество получаемой продукции, разработка которого рентабельна, и к одному сорту могут быть отнесены несколько природных типов и разновидностей ПИ. Синонимом сорту является марка полезного ископаемого.

Для углей в Рекомендации по применению Классификации [8] на этот счет предусмотрено, что при установлении марки угля его технологические свойства должны быть изучены с детальнойностью, обеспечивающей оценку направления рационального их использования, выбор технологии переработки и направления использования отходов производства, оптимального варианта их складирования. В задачи подсчета запасов, как считают авторы учебника для вузов [2], входит установление пространственного распределения различных **природных типов и сортов (марок и технологических групп)** углей и определение в необходимых случаях количеств запасов соответствующих разновидностей. Кроме того, зольность угля пласта в целом или отдельных его частей в случаях превышения ее значения над пределом, установленным кондициями, отражается в принимаемых для подсчета данных о мощности и строении пласта.

Итак, в рудах промышленные типы отличаются друг от друга схемой переработки (обогащения), а промышленный сорт ПИ выделяется по показателям обогащения (обогатимости) по единой технологической схеме для данного типа. В углях основным ценным компонентом в угольном веществе является содержание органической массы, и по схеме обогащения угли слабо различаются. Степень обогатимости зависит от зольности угля и влияет на выход органической массы, не меняя ее химико-технологические свойства. Поэтому обогащение как технологический критерий значим для руд, а извлечение полезного компонента достигается разными способами обогащения, но не является определяющим для углей. Технология обогащения углей едина, но получение полезного продукта достигается разными способами глубокой переработки.

Качество органической массы углей обусловлено генетическими параметрами: петрографическим со-

ставом и стадией метаморфизма, т.е. условиями седиментации и литификации органической массы. Именно по степени литификации (углефикации) выделяются бурые и каменные угли, а в каменных углях — антрациты. Для разделения углей на природные типы используется условное обозначение — марка, которая по стандарту [4] характеризует генетические (показатель отражения витринита R_o , петрографический состав — сумма фюзенизированных компонентов ΣOK) и технологические (W_{max}^{daf} , T_{sk}^{daf} , V_v^{daf} , FSI , V_v^{daf} , A_R) параметры качества углей, по которым устанавливается возможность получения новых веществ из органической массы углей (ОМУ) в основном термическим воздействием, что по сути и есть технологичность углей.

Из этого следует, что промышленный или природный тип — универсальный параметр, предназначенный для отличия руд в привязке к схеме переработки, обеспечивающей максимальное извлечение полезного компонента. Для углей промышленный или природный тип также универсальный параметр, предназначенный для деления углей в привязке к генетическим и технологическим свойствам их ОМУ, обеспечивающим ее преобразование в новое вещество путем глубокой переработки различными технологиями. Поэтому в том и другом случае промышленный или природный тип — универсальный параметр, отражающий различие технологий переработки.

Технологический тип руд или технологическая группа углей — это сортность, которая в первом случае зависит от степени обогатимости, во втором — от степени преобразования ОМУ: для бурых углей — выход смолы; для каменных углей — коксуемость; для антрацитов — степень графитизации. Следовательно, сортность руд — это степень извлекаемости, сортность углей — это степень передела ОМУ, т.е. это разные технологические уровни переработки ТПИ.

Отталкиваясь от данной точки зрения, по стандарту [4] бурый и каменный угли и антрациты выделяются как виды, а природные типы обозначаются марками, которые по стандарту [3] понимаются как условные обозначения разновидностей углей, близких по генетическим признакам, основным энергетическим и технологическим характеристикам. В марках различают технологические группы — это условные обозначения групп углей, входящих в одну марку, ограниченную установленными пределами основных технологических характеристик в соответствии с нормативно-технической документацией [3].

Основное марочное различие отмечается среди каменных углей, а бурые угли и антрациты соответственно выделены марками Б и А по критериям W_{max}^{daf} и T_{sk}^{daf} и V_v^{daf} , A_R . В связи с этим различие данных углей по сортам (по технологичности) не представляет большой сложности. Иная ситуация возникает при определении марок (Д, ДГ, Г, ГЖО, ГЖ, Ж, КЖ, К, КО, КСН, КС, ОС, ТС, Т) в каменных углях. Их технологичность оценивается спекаемостью в виде показателя u — толщины пластического слоя, которая зависит от измене-

ния генетических параметров ΣOK и R_o . По показателям u и V^{daf} — выход летучих веществ, отражающий степень углефикации и тесно связанный с показателем R_o , разделяют каменные угли в стандарте [4] на технологические группы.

Рассмотрим, из чего состоит методическая обеспеченность по выделению марочных блоков и технологических групп, т.е. оконтуривания запасов сортовых ископаемых углей. Отметим, что авторы не ставили задачу проведения критического анализа данного документа, а была лишь попытка разобраться, какие в нем заложены требования по установлению границ разделения углей по маркам и технологическим группам.

Заметим, бассейновые методики разведки угольных месторождений содержат лишь основные положения постановки геологоразведочных работ (ГРР) с учетом особенностей углеобразования бассейнов. Поэтому были разработаны методические рекомендации [8, 9], которые являются основными документами при проведении ГРР.

Документ [8] следует рассматривать как сложившуюся методологию оценки угольных залежей для оказания практической помощи при подготовке материалов для подсчета запасов ископаемых углей и представления их на государственную экспертизу. Он опирается на классификацию углей — ГОСТ 25543-88 (заменен на ГОСТ 25543-2013 с изменениями), но кроме этого в нем дается номенклатура основных показателей качества угля (п. 7). В нем для рабочих пластов и его частей регламентировано определение марки и технологической группы угля, основных показателей качества, нормируемых стандартами, техническими условиями и кондициями.

В частности в п. 41 сказано, что «при геометризации по пласту контуров различных марок (технологических групп) углей расстояние между разведочными скважинами не должно превышать 300–500 м». В п. 47 написано, что «порядок и объем контроля осуществляются в установленном порядке», но в каком — не указывается, зато данные «опробования угля в горных выработках и скважинах» рекомендовано проводить по зольности, выходу летучих веществ, толщине пластического слоя, массовой доле общей серы, выходу концентрата и по высшей теплоте сгорания. При этом для основных направлений промышленного использования предусматривается изучать свойства углей для пылевидного сжигания, коксования, газификации, полукоксования, производства термоантрацитов, получения буроугольного полукокса и щелочных реагентов, а также должны определяться обогатимость и брикетированность углей (бурых, каменных) и антрацитов (пп. 49–52, 54–57).

Запасы подсчитываются по подсчетным блокам, которые должны характеризоваться геологическими параметрами, количеством и качеством угля, учитывая группу сложности в блоках для разных категорий запасов (пп. 71–72), а в п. 74 декларативно указано, что запасы подсчитываются раздельно: по степени разведанности, технологическим группам и сортам, и их

экономическому значению (балансовые и забалансовые). Следовательно, подсчетный блок характеризуется по показателям, указанным в п. 7 [8]. На практике для подсчета запасов используются основные параметры разведочных кондиций, изложенные в п. 14 [9]: мощность пласта и прослоев, зольность, теплота сгорания по бомбе, кажущая плотность углей. Однако при изучении угля, несомненно, первоочередным являются показатели A^d , Q_6^{daf} , параметры V^{daf} , R_0 для разделения углей по видам: угли бурые, каменные и антрациты, а также показатели ΣOK , W_{max}^{af} и T_{sk}^{daf} , y , V^{daf} , V_v^{daf} , A_R для определения марки.

Как определять кондиции по параметрам ΣOK , W_{max}^{af} и T_{sk}^{daf} , y , V_v^{daf} , A_R для установления марки и технологической группы, в документе [8] не указано. В п. 74 констатируется, что может быть использован перечень попутных компонентов раздельно (по технологическим типам полезных ископаемых), по которым необходимо подсчитать запасы, но по каким — не раскрывается. При этом рекомендуется устанавливать специальные требования в разделении углей по качеству по критериям: спекаемость, содержание смол, серы, фосфора и другие параметры, по которым, вероятно, должна определяться марка и технологическая группа. В п. 24 [9] однозначно указывается, что подсчет запасов ведется в соответствии с рекомендуемыми параметрами постоянных кондиций. В п. 25 регламентируется установление подвариантных контуров пространственного пласта, и по каждому варианту подсчитываются запасы углей с распространением их по пластам, категориям, маркам, технологическим группам, дается усредненная характеристика качества углей по основным показателям.

Итак, в документах [8, 9] кроме обозначенного расстояния между разведочными скважинами в конкретных величинах (и то это скорее для установления марочных и технологических границ) ряд требований к подсчету запасов по маркам и технологическим группам носит размытый и декларативный характер, а регламентация по определению кондиционных величин показателей R_0 , ΣOK , V^{daf} , y для разделения углей по маркам и технологическим группам отсутствует. Например, в п. 73 [8] только указывается, что при подсчете запасов необходимо учитывать «данные об изменчивости морфологии, условий залегания, внутреннего строения, мощности и качестве углей, горно-геологических условиях горных работ», правда, с уточнением: «полученные в результате эксплуатационной разведки». В п. 74 предлагается соотношение различных технологических групп и сортов углей в подсчетных блоках при невозможности их оконтуривания определять статистически (только в блоках кат. C_2). Следует заметить, что в документе [8] предусматривается разделять запасы по маркам и технологическим группам, и вдруг в п. 74 еще и по сортам (?), но термины «технологическая группа» и «сорт» это слова-синонимы, как показывает описанный анализ терминологии руд и углей.

По мнению авторов, основная причина такого невнятного изложения заключается в отсутствии четких

понятий, изложенных в пп. 24 и 25 [8], а именно, какие параметры приняты для установления постоянных кондиций и как увязывается категория запасов с точностью установления марки и технологической группы.

Для правильности понимания геометризации ископаемых углей, особенно каменных углей, по количеству и качеству попробуем выделить основные критерии. **Количественные параметры:** минимальная истинная мощность пластов угля; максимальная истинная мощность внутрипластовых породных прослоев; минимальная истинная мощность породных прослоев; максимальная зольность угля A^d по пластопересечению, необходимы для разделения на балансовые и забалансовые запасы. **Качественные параметры:** класс — отражение витринита; категория — сумма фюзенизированных компонентов; тип — выход летучих веществ; подтип — толщина пластического слоя или индекс свободного вспучивания, для определения марки угля (природный тип угля). Бурые угли и антрациты характеризуются одной маркой соответственно Б и А, поэтому разделение их на технологические группы не требуется ввиду специфичности использования данных углей.

В документе [9] отсутствуют параметры кондиций по разделению угольных запасов по качеству. Употребление термина «качественные кондиции» применительно к определению «выделение марочных блоков в подсчетных блоках запасов», которое широко используется в геологической практике. По мнению авторов, это допустимо, так как разработка углей, имеющих разную технологическую ценность, обуславливает разную доходность в виде налоговых отчислений в бюджет за пользование недрами. Так, в ст. 337 Налогового кодекса РФ (часть вторая) в целях расчета НДС угли разделяются на четыре группы: антрацит; уголь коксующийся; уголь бурый; уголь, за исключением антрацита, угля коксующегося и угля бурого. В ст. 342 установлены налоговые ставки за 1 т добытого антрацита 47 руб.; угля коксующегося 57 руб.; угля бурого 11 руб.; угля 24 руб., за исключением антрацита, угля коксующегося и угля бурого.

Из этого следует, что согласно классификации, утвержденной постановлением Правительства РФ от 20 июня 2011 г., выделяемые марочные угли: бурые угли (Б), антрациты (А), коксующиеся угли (марки ГЖО, ГЖ, Ж, КЖ, К, КО, КС, ОС) и прочие угли (Д, ДГ, Г, КСН, ТС, СС, Т) имеют разную экономическую ценность для налогообложения на добычу полезных ископаемых и регулируется это ставкой, которая отражает степень экономической отдачи от разработки данных видов запасов углей. В ГБЗ [8] к коксующимся углям относятся угли марок Г, ГЖО, ГЖ, Ж, КЖ, К, КО, КСН, КС, ОС, ТС, среди которых угли запасов особо ценных марок ГЖ, Ж, КЖ, К и ОС. В стандарте ГОСТ 51588-2000 только угли марок Г, ГЖО, ГЖ, Ж, КЖ, К, КО, КСН, КС, ОС, ТС относятся к коксующимся углям, т.е. между классификацией для налогообложения, ГБЗ и стандартом существует противоречие по марочному составу. При этом ограниче-

Таблица 1
Ограничительные значения технологических групп по маркам коксующихся углей

Марка	Группа	Класс, R_0	Категория, ΣOK	Тип, V^{daf}	Подтип, u или FSI
Г	1Г	05–09	Все	30 и выше	06–12
	2Г	06–07		38 и выше	13–16
ГЖО	1ГЖО	06–07		30–36	10–16
	2ГЖО	08–09		30 и выше	
ГЖ	1ГЖ	05–07		30 и выше	17 и выше
	2ГЖ	08–09		36 и выше	17–25
Ж	1Ж	08–11		28–34	14–17
	2Ж			30 и выше	18 и выше
КЖ		08–12		24–28	18 и выше
К	1К	10–12		28 и ниже	13 и выше
	2К	13–16			
КО	1КО	08–11		20 и выше	10–12
	2КО	11–13	28 и ниже		
КСН	КСНВ	08–10	0–3	28 и ниже	06–09
	КСНФ		4 и выше		
КС	1КС	11–13	28 и ниже	06–09	
	2КС	14–16			
ОС	1ОС	13–17	20 и ниже	09–12	
	2ОС	17 и выше		06–09	
ТС	ТСВ	14–19	0–3	20 и ниже	01
	ТСФ		4 и выше	18 и ниже	

ния классификационных параметров имеют разную значимость при определении марки, что хорошо видно из табл. 1. Только по классу и подтипу можно разделить каменные угли на спекающиеся и неспекающиеся коксующиеся угли, а порой происходит наложение, и этот факт отражен в ГОСТ 25543-2013 (п. 8.4). В п. 5 [8] регламентирована спекаемость как критерий разделения каменных углей для установления технологической группы, но поскольку параметрические ограничения отсутствуют, то воспользуемся данными промышленно-энергетической классификации, изложенной в работе [7].

В ней автор также использует параметры V^{daf} (тип угля) и u , или FSI (подтип угля). Угли делятся следующим образом:

спекающиеся угли: $u > 13$ мм или $FSI > 4$ ед., в интервале V^{daf} 30–41 %; $u > 8$ мм или $FSI > 2$ ед., в интервале V^{daf} 19–30 %;

слабо спекающиеся угли: $u \leq 13$ мм, $FSI > 1$ ед., в интервале $V^{daf} \geq 41$ %; $u \leq 8$ мм; $FSI > 1$ ед., в интервале $V^{daf} \leq 19$ %,

неспекающиеся угли: $u \leq 6$ мм, $FSI \leq 1$ ед.

В границах значений спекаемости углей ≤ 6 мм $u > 13$ мм — $u > 8$ мм ≤ 6 мм технологические группы в марках Г и ОС характеризуются как спекающиеся и слабо спекающиеся угли, в марках ГЖ, Ж, КЖ, К, КО — спекающиеся угли, в марках ДГ и КСН — слабо спекающиеся угли, в марках ТС и СС как неспекающиеся угли, а марка ГЖО не разделяется по данным критериям (табл. 2).

В итоге провести разделение марок на технологические группы по спекающей способности не получается, а их выделение по ограничительным значениям ГОСТ 25543-2013 (табл. 1) функционально не ясно, так как не связано с технологиями использования. Поэтому в работе [7] предложена классификация в дополнение ГОСТ 25543 для типизации углей при подсчете запасов, так как параметрические ограничения обоснованно учитывают технологические особенности углей: коксообразующие, технические, энергогенерирующие.

Спекаемость обуславливает коксуюемость углей, но для ископаемых углей, находящихся в недрах, технологическим признаком будет спекающая способность, за счет которой угли приобретают коксующую способность [7]. В то же время спекающая способность это производная генетических факторов в виде содержания спекающихся компонентов (витринит + липтинит), их изменения от степени влияния метаморфизма, с увеличением которого происходит структурное преобразование органической массы в углях, способствующее усилению коксообразующего потенциала — когезионной прочности кокса [6]. Поэтому для получения металлургического кокса технологией слоевого коксования необходим определенный уровень коксу-

Таблица 2
Разделение каменных углей для технологического направления ГОСТ 25543-2013

Марка	Технологическая группа	Ограничительные величины	Характеристика угля по спекаемости
ГЖ	1ГЖ	$u > 13$ мм или $FSI > 4$ ед.	Спекающиеся угли
	2ГЖ		Спекающиеся угли
Ж	1Ж	$u > 8$ мм или $FSI > 2$ ед.	Спекающиеся угли
2Ж	Спекающиеся угли		
КЖ	Отсутствует		Спекающиеся угли
К	1К	$u > 8$ мм или $FSI > 2$ ед.	Спекающиеся угли
2К	Спекающиеся угли		
КО	1КО	$u > 8$ мм или $FSI > 2$ ед.	Спекающиеся угли
2КО	Спекающиеся угли		
ГЖО	1ГЖО	Не разделяются	Слабо спекающиеся — спекающихся
2ГЖО			
Г	1Г	$u \leq 13$ мм; $FSI > 1$ ед.	Слабо спекающиеся угли
	2Г	$u > 13$ мм или $FSI > 4$ ед.	Спекающиеся угли
ОС	1ОС	$u > 8$ мм или $FSI > 2$ ед.	Спекающиеся угли
	2ОС	$u \leq 8$ мм; $FSI > 1$ ед.	Слабо спекающиеся угли
КС	1КС	$u \leq 8$ мм; $FSI > 1$ ед.	Слабо спекающиеся угли
2КС			
ДГ	Отсутствует	$u \leq 13$ мм; $FSI > 1$ ед.	Слабо спекающиеся угли
КСН	Отсутствует	$u \leq 8$ мм; $FSI > 1$ ед.	Слабо спекающиеся угли
ТС	Отсутствует	$u \leq 6$ мм; $FSI \leq 1$ ед.	Неспекающиеся угли
СС	Отсутствует		Неспекающиеся угли

ющей способности каменных спекающихся углей. Для других термических технологий могут использоваться угли спекающиеся и неспекающиеся. Например, для получения полукокса и жидкого синтетического топлива используются угли низкой стадии метаморфизма ($R_0 = 0,5 - 0,9 \%$), которые могут спекаться и не спекаться. Но в первом случае они должны не спекаться, с низкой зольностью органической массы и высоким выходом класса +50 мм, во втором же необходимы угли с высоким содержанием витринита (более 80 %) со спекаемостью или с ее отсутствием.

В ГОСТ 25543-2013 рекомендованы два направления использования: технологическое и энергетическое, и в перечне технологий первой значится технология слоевого коксования. Она применяется для получения металлургического кокса путем шихтования основных спекающихся углей марок, указанных в табл. 2. В ГБЗ [5] они выделяются как особо ценные угли. Поэтому оценка запасов коксующихся углей является приоритетной, для чего разработаны качественные критерии выделения технологических групп (табл. 3). При этом учитывалось ограниченное действие петрографического критерия при типизации углей для энерготехнологического ранжирования. Используя класс, тип и подтип [4] и ограничительные значения [7], можно дифференцировать технологические группы (сортность) углей.

В ГБЗ запасы [5] разделяются на коксующиеся и энергетические угли, поэтому в коксующихся углях выделяются коксообразующие и технологические угли, а в энергетических углях — энерготехнологические и топливные с обозначением марочного состава. Предложенные ограничительные величины качественных критериев для разделения ископаемых углей на технологические группы и их типизация согласуются с существующей типизацией углей в стандартах ГОСТ 32991-2014, ГОСТ 51972-2002 и ГБЗ.

Появление термина «энерготехнологические угли» обусловлено наличием стандартов ГОСТ 32991-2014 и ГОСТ 51972-2002, в которых угли Печорского бассейна (ГОСТ 32991-2014) и Восточной Сибири (ГОСТ 51972-2002) рекомендованы для энерготехнологических целей. Появление термина «коксобразующие угли» дано для характеристики углей, которые в ГБЗ выделяются как «запасы особо ценных марок (ГЖ, Ж, КЖ, К и ОС)». Заметим, что «особо ценные марки» это, прежде

всего, особо ценные угли марок ГЖ, Ж, КЖ, К, ОС. Марка не может быть критерием ценности, так как это условное обозначение, а угли, обладающие особыми свойствами, могут быть ценными, и такими углями являются коксообразующие угли, к которым относятся и угли марки КО.

Обоснованное выделение технологических групп выполняется в привязке к основным направлениям глубокой переработки углей: коксование для производства металлургического коксов и химических продуктов, а также электроэнергии и тепла, что позволяет дифференцированно учитывать запасы, которые в настоящее время разделяются на коксующиеся и энергетические угли. На этом основании типизация запасов будет выглядеть следующим образом. В запасах коксующихся углей выделяются: запасы коксообразующих углей (технологические группы 1ГЖ, 2ГЖ, 2Ж, КЖ, 1К, 2К, 1КО, 2КО, 1ОС) как особо ценные; запасы технологических углей (технологические группы 2Г, 1ГЖО, 2ГЖО, 1Ж, 1КС, 2КС, 2ОС) как ценные. В запасах энергетических углей (технологические группы Д, ДГ, 1Г, 1ГЖО, 2ГЖО, КСН, ТС, СС, Т) выделяются запасы энерготехнологических углей, относящиеся к ценным, и топливные, представляющие прочие менее ценные запасы. Схема разделения запасов на марки (типы) и технологические группы (сортность) приведена в табл. 4.

Выводы:

1. Сортность руд и углей отражает разную степень переработки, обусловленную технологическим уровнем преобразования ТПИ. Технологичность руд — извлекаемость полезного компонента, технологичность углей — это степень преобразования их органической массы в новые продукты переработки.

Таблица 3
Предлагаемые качественные критерии технологических групп

Класс, R_0 , %	Тип, V_{daf} , %	Подтип, у, мм	Технологические группы [7]	Характеристика типа угля и марочный состав
08–10 11–14	30–36 20–30	18–26 10 и выше	1ГЖ, 2ГЖ, 2Ж, КЖ, 1К, 2К, 1КО, 2КО, 1ОС	Коксующиеся (коксобразующие) ГЖ, Ж, КЖ, К, КО, ОС
06–07 08–09 11–13 14–19	36–40 16–28	13–17 08–09	2Г, 1ГЖО, 2ГЖО, 1Ж, 1КС, 2КС, 2ОС	Коксующиеся (технологические) Г, ГЖО, Ж, КС, ОС
09 и ниже 10 и выше		12 и ниже 07 и ниже	Д, ДГ, 1Г, 1ГЖО, 2ГЖО, КСН, ТС, СС, Т	Энергетические Д, ДГ, Г, КСН, ТС, СС, Т — энерготехнологические при наличии низкой золы, серы, фосфора и азота; — топливные при неудовлетворении технологическим требованиям

Таблица 4
Схема разделения угольных запасов

Запасы		
Коксующиеся	Тип запасов	Энергетические
Коксообразующие	Технологическая группа запасов	Энерготехнологические
Технологические		Топливные

2. По классификационным показателям ГОСТ 25543-2013 технологические группы не отражают сортность углей в том виде, как рекомендовано в Методических рекомендациях ГКЗ [8, 9]. Использование качественных критериев ГОСТ 25543-2013 с ограниченными значениями в совокупности с ограниченными величинами промышленно-энергетической классификации дает возможность определить качественные кондиции для выделения технологических групп и выделить среди каменных углей коксующиеся угли, а также наиболее ценные — коксообразующие угли.

3. Предложены качественные критерии для выделения технологических групп для обоснованного выделения в запасах. Установлено, что к ценным углям относится уголь марки КО, а угли марок ГЖ, Ж, КЖ, К, КО, ОС следует обозначить термином «коксобразующие угли».

4. При таком подходе каменные угли хорошо различаются по сортам (технологическим группам), а в запасах *коксующихся* углей выделяются запасы *коксобразующих* и *технологических* углей. В запасах *энергетических углей* при наличии в них, например, низкой золы, серы, фосфора и азота, следует выделять запасы *энерготехнологических* и *топливных углей* как *неудовлетворяющих* требованиям *коксобразующих* и *технологических, энерготехнологических углей*.

5. Предлагается ГБЗ и классификацию для налогообложения привести к единой типизации запасов: угли марок ГЖ, Ж, КЖ, К, КО, ОС выделять как «**коксобразующие угли**», за исключением угля марки ГЖО; угли марок Г, ГЖО, КСН, ТС, А характеризовать как «**технологические угли**»; угли марок Д, ДГ,

СС, Т — как «**энерготехнологические угли**», а угли марки Б — как угли, не удовлетворяющие требованиям *коксобразующих* и *технологических, энерготехнологических углей*, или окисленные угли ОК1 выше перечисленных марок выделять под термином «**топливные угли**».

ЛИТЕРАТУРА

1. *Геологический словарь*. Т. 1. — М.: Госгеолтехиздат, 1960. — 403 с.
2. *Геология*: Уч. для вузов / Под ред. В.А. Ермолова / Ч. VII: Горно-промышленная геология твердых горючих ископаемых. — М.: Изд-во «Горная книга», МГУ, 2009. — 668 с.
3. *ГОСТ 17070-2014*. Угли. Термины и определения бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам. — М.: Стандартинформ, 2015. — 15 с.
4. *ГОСТ 25543-2013*. Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам. — М.: Стандартинформ, 2014. — 18 с.
5. *Государственный баланс запасов по Сибири*. — М.: Росгеолфонд, 2016. — 538 с.
6. *Иванов, В.П.* Параметры тела кокса / В.П. Иванов, И.С. Бондаренко // *Кокс и химия*. — 2013. — № 9. — С. 28–33.
7. *Иванов, В.П.* Промышленно-энергетическая классификация углей для типизации запасов // *Недропользователь XXI век*. — 2015. — № 5. — С. 116 — 123.
8. *Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых горючих ископаемых. Угли и горючие сланцы* [Электронный ресурс] — Доступ из информ.-правовой системы «Консультант Плюс».
9. *Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых горючих ископаемых. Угли и горючие сланцы* [Электронный ресурс] — Доступ из информ.-правовой системы «Консультант Плюс».
10. *СТО РосГео 09-002-98*. Твердые полезные ископаемые и горные породы. Геолого-технологическое картирование. Методы. — М.: Стандарт Российского геологического общества, 1998. — 41 с.

© Иванов В.П., Охотников К.В., 2017

Иванов Владимир Петрович // ivp2005@mail.ru
Охотников Константин Владимирович // ohotnikow@mail.ru

ОХРАНА НЕДР И ЭКОЛОГИЯ

УДК 556.3

Анненков А.А., Грабовников В.А., Егоров Н.Н.,
Леоненко Л.В. (ФГБУ «Гидроспецгеология»),
Лыгин А.М., Морозов А.Ф. (Роснедра)

ПОДЗЕМНОЕ ЗАХОРОНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ — ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ, ПРОТИВОРЕЧИЯ ПРИРОДООХРАННЫХ ЗАКОНОВ

Рассмотрена проблема подземного захоронения промышленных отходов, изложены гидрогеологические основы подземного захоронения жидких промышленных, в том числе радиоактивных отходов, приведены примеры практических результатов захоронения в России жидких отходов атомной и химической промышленности. Указано, что в России сформирована нормативно-методическая и карто-

графическая база, обеспечивающая практическое применение подземного захоронения опасных, в том числе радиоактивных отходов. В то же время следует отметить, что отдельные статьи закона «Об охране окружающей среды» и «Водный кодекс» по существу имеют запретительный характер по отношению к захоронению токсичных и радиоактивных отходов, что является совершенно абсурдным, учитывая исходную природоохранную направленность данного метода, признанную на специальных парламентских слушаниях еще в 1997 г. самими законодателями. Отмечена важность создания Атласа специализированных карт, отражающих условия захоронения опасных промышленных отходов различного агрегатного состояния в пределах территории каждого федерального округа и России в целом. **Ключевые слова:** захоронение токсичных и радиоактивных промышленных отходов, жидкие отходы, атлас специализированных карт территории России по условиям захоронения промышленных отходов.