

Н. И. Родный

ТЕЗИСЫ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук
„УГЛИ ПЕЧОРСКОГО БАССЕЙНА“
(Хальмерюского, Воркутского и
Инта-Кожимского районов)

г. Воркута.

17-3

192376

Центральная научная библиотека Академии наук Казахской ССР

1. Печорский угольный бассейн расположен на крайнем северо-востоке Европейской части СССР и по геологическому возрасту относится к бассейнам пермского угленакпления.

Промышленная угленосность приурочена к верхней части нижнего отдела (кунгурскому ярусу) и к нижней части верхнего отдела (казанскому ярусу).

Максимальная мощность перми в северо-восточной части бассейна достигает около 10000 м.

Стратиграфическая схема перми на северо-востоке бассейна следующая (старая схема, которой мы пользуемся в данной работе): пермь подразделяется снизу вверх на юньягинскую, воркутскую, паембойскую, тальмаюскую, хей-ягинскую свиты. Юньягинская свита является безугольной.

Стратиграфически выше юньягинской свиты залегает воркутская угленосная свита, к которой приурочены лучшие угли в бассейне, подразделяющиеся на три подсвиты: нижнюю, среднюю, верхнюю.

Литологически она представлена переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов и углей. В фациальном отношении для нее характерна перемежаемость морских и лагунных фаций, при этом роль морских фаций снизу вверх постепенно уменьшается и верхняя подсвита представлена лагунными фациями.

Паембойская свита по возрасту относится к верхней перми. Литологический состав ее по сравнению с воркутской свитой несколько изменяется—осадки становятся более грубозернистыми.

Тальмаюская и хей-ягинская свиты—неугленосны.

По структурному признаку и характеру угленосности на площади бассейна в настоящее время выделяются следующие угленосные районы: I—район северо-восточного склона Пай-Хоя, II—Коротаихинский район—месторождения Янгарейское, Хей-ягинское, Нямдинское; III—Хальмерюский рай-

он—месторождения Силовское, Хальмерюское, Верхне-Сырягинское, Нижне-Сырягинское. IV—Воркутский район—месторождения Воркутское, Юньягинское, Воргашорское, Усинское, Елецкое; V—Инта-Кожимский район—месторождения Кожимское, Интинское, Чернореченское; VI—Верхне-Косьинский район—месторождения Юсь-иольское, Калякурьинское, Ерапышьяниольское; VII—район гряды Чернышева—месторождения Тальбейское, Заостренское, Шарьинское, Неченское; VIII—район пермских углей среднего течения реки Печоры и IX—район карбоновых углей среднего течения реки Печоры.

Все районы, за исключением Хальмерюского, Воркутского и Инта-Кожимского, являются объектами съемочных работ, разведка на угли на этих площадях не проводится.

Наиболее интересными районами в отношении развития промышленной угленосности являются Хальмерюский и Воркутский.

Воркутская свита расчленяется на 14 пакетов, индексируемых сверху вниз буквами латинского алфавита: U, E, H, J, K, L, M, N, O, P, R, S, T.

Угольные пласты пакета, являющегося оптимальным узлом накопления в бассейне, индексируются следующим образом (сверху вниз):

Рациональная индексация	Промышленная индексация
П ₁₄	I
П ₁₃	II
П ₁₂	III
П ₁₁	IV
П ₁₀	в) промежуточный
П ₉	V или № ₂
П ₈	VII или № ₃
II 14 + 13 + 12 + 11	Мощный или № ₁
II 14 + 13 + 12	Тройной или № ₁ ¹

Наиболее перспективными частями бассейна с распространением углей воркутской свиты являются Воркутский и Хальмерюский районы.

Верхнепермское (казанское) углеобразование представляет другой генетический тип угленосных отложений.

2. Все угли Печорского бассейна являются гумусовыми углями и более чем на 99% принадлежат к классу гумусовых. Липтобиолиты составляют менее 1,0% всех углей бассейна.

Угли бассейна образованы в основном стеблевыми частями высших наземных растений. Оболочки спор, а также листовой материал (кутикула) принимают небольшое участие в их составе.

Основными компонентами органической массы углей являются четыре группы веществ, различающихся характером превращения исходного растительного материала.

I группа — гелефицированные компоненты, являются преобладающими в составе большинства углей бассейна. Представлена эта группа веществ основной массой и витреном. По характеру строения преобладает основная масса, однородная. Структурные гелефицированные ткани наблюдаются в резко подчиненном количестве.

Компоненты II и III групп являются продуктом частичной или полной фюзенизации стеблевых частей растения. Чаще встречаются фюзенизированные обрывки стеблевых тканей, подвергшихся в начале в той или иной степени гелификации, что в различной степени нарушало их клеточную структуру, а затем уже — процессам фюзенизации. Типичный фюзен в углях наблюдается редко.

Компоненты IV группы веществ включают оболочки спор, обрывки кутикулы и смоляные тела.

В сложении угольных пластов бассейна преобладают продукты гелификации растительных тканей (75%), которые и являются основным носителем спекающей способности углей.

Угольные пласты характеризуются полосчатым строением, которое обусловлено чередованием различных петрографических типов, от блестящих до матовых.

Все изученные угли по блеску и другим макроскопическим признакам разделяются на пять петрографических типов: блестящий, тусклоблестящий, полублестящий, полуматовый и ма-

товый. Для последних характерно определенное соотношение в них выделенных четырех групп веществ.

Для бассейна в целом характерно широкое распространение полублестящих и тусклоблестящих углей полосчатой структуры. Последнее, в частности, характерно для лучших углей бассейна (пакет №), в которых на долю полуматовых и матовых типов углей падает не более 20% от общего петрографического состава пласта.

В пластах верхней подсвиты количество полуматовых и матовых типов углей увеличивается и достигает в верхних пластах этой подсвиты 40—50 и более процентов.

На площади бассейна для синхронных частей разреза отмечается повышение дюреновости основного вещества с юго-запада на северо-восток и север. В этом же направлении увеличивается количество фюзенизированных веществ в углях.

3. Зольность углей изменяется по разрезу и в плоскости пластов. Наименее зольные угли приурочены к пакету № со стратиграфической высотой и глубиной, от которого зольность углей повышается, за некоторыми исключениями (пакет \mathcal{L} и некоторые пласты пакета К в Хальмерюском месторождении).

Верхнепермские угли, угли верхней подсвиты воркутской свиты, пакета М и пакетов, стратиграфически лежащих ниже пакета № — зольные (Ас от 16 до 20%), высокозольные (Ас от 20 до 25%) и весьма высокозольные (Ас больше 25%), причем среди перечисленных углей преобладают угли двух последних групп.

Зольность углей верхней пачки пластов пакета № (пласты П₁₄—П₁₁) по площади изменяется следующим образом: эти угли являются малозольными (Ас до 12%) и средnezольными (Ас от 12 до 16%) в районе их максимального слияния (площадь развития Мощного пласта), в районе расщепления Мощного пласта на пласты Тройной и П₁₁ (IV) и расщепления на отдельные пласты к северо-востоку от района развития Мощного пласта (Верхняя Сыр-Яга и Хальмер-Ю); в районе максимального расщепления к югу от полосы развития Мощного и Тройного пластов — угольные пласты П₁₄—П₁₁ — зольные и высокозольные (южное замыкание Воркуты, где первые три пласта являются зольными и высокозольными, а пласт П₁₁ средnezольный, и Усинское месторождение, где

все пласты пакета № зольные и высокозольные). Зольность двух других основных пластов пакета № (П₆ и П₅) ухудшается к западу от восточного крыла Воркутского месторождения (западное крыло Воркуты и Воргашорское месторождение, где эти угли являются высокозольными). На востоке Воркуты, к востоку от Воркуты (Юнь-Яга) и к северу (Нижняя и Верхняя Сыр-Яга и Хальмер-Ю) — эти угли являются средnezольными, а на отдельных участках — малозольными.

К северу и северо-западу от Хальмерюского месторождения зольность углей пакета № резко повышается (Силоское месторождение и месторождения юго-западного склона Пай-Хоя).

Зольность углей зависит от их петрографического состава: чем выше участие в углях блестящих и близких к ним типов углей, тем ниже их зольность. Все матовые типы углей — высокозольные, а полуматовые — зольные и высокозольные. Резкая дифференциация петрографических типов углей по зольности указывает на то, что в бассейне, как правило, смена условий в превращении органического вещества сопровождалась и сменой условий накопления материала.

Высокая зольность печорских углей обязана присутствию в них значительных количеств приносного кварца.

4. В золе углей Печоры преобладает SiO_2 , количество которого колеблется от 46 до 75% (в золе большинства углей от 50 до 55%); второе место по содержанию в золе занимает

Al_2O_3 (от 16 до 26%; в золе большинства углей от 20 до 22%). Сумма основных окислов в золе углей меньше 20%, за исключением некоторых углей Верхней Сыр-Яги с большим содержанием кальцита и некоторых углей Усинского месторождения с высоким содержанием железа (главным образом, колчеданного).

Чем дальше от области сноса находятся угли синхронных частей разреза, тем ниже содержание в их золе SiO_2 , что видно из следующей таблицы:

Месторождение	Пакет	Среднее содержание SiO_2 в золе углей
Юнь-Яга	№	62,0
Воркута, восточное крыло	«	60,0
Воркута, западное крыло	«	53,0

На некоторых месторождениях состав золы углей может быть использован как стратиграфический индикатор (Воркутское месторождение, где в золе углей пакетов Н и Т больше железа и меньше кальция и магния, чем в золе стратиграфически нижележащих углей).

Отношение $\frac{SiO_2 + Al_2O_3}{Fe_2O_3 + CaO + MgO}$ в золе большинства углей от 3 и выше; из исследованных углей только в золе единичных образцов угля Усинского месторождения это отношение меньше 1.

Состав золы углей синхронных частей разреза на площади бассейна претерпевает изменения: как правило, к югу в золе углей из всех частей разреза повышается содержание основных окислов, связанное с увеличением их сернистости и карбонатности, и уменьшается содержание SiO_2 и Al_2O_3 , в особенности SiO_2 (угли Усинского и Сейдинского месторождений и месторождений Инта-Кожимского района); а к северу (и к востоку в Воркутском районе, например, Юньягинское месторождение) в золе углей повышается содержание SiO_2 .

В золе петрографических типов и ингредиентов, расположенных в ряд по убыванию в них количества гелефицированного вещества (от витрена до матового типа), возрастает содержание SiO_2 ; увеличивается отношение $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ и $\frac{SiO_2 + Al_2O_3}{Fe_2O_3 + CaO + MgO}$

В золе витренов молекулярное отношение SiO_2 к Al_2O_3 близко к двум.

Методами петрографии и рационального химического анализа установлено, что преобладающим компонентом минераль-

ных примесей угля является кварц, второе место по количеству занимает каолинит.

Остальными минералами являются хлорит, пирит, гидрослюда, кальцит, сидерит, анкерит и др.

Рациональный анализ минеральных примесей углей позволяет идентифицировать карбонатные и частично глинистые минералы, определить их количество, в частности, определить количество разных минералогических форм железа.

Зола большинства исследованных углей является среднеплавкой.

5. В бассейне преобладают малосернистые угли (с содержанием серы до 1,5%), причем в большинстве случаев меньше 1,0%.

Малосернистыми углями являются угли основных пластов пакета № на большей площади своего развития (в Усинском месторождении последние угли среднесернистые и сернистые; среднесернистыми являются угли первых трех пластов пакета № на южном замыкании Воркутского месторождения), угли пакетов Т, К, Л, М в Хальмерюском месторождении и пакетов К и Л в Воркутском районе, верхнепермские угли на площади от Силовского до Воргашорского месторождения (угли Сейдинского месторождения — среднесернистые). Среднесернистыми и сернистыми углями, кроме перечисленных, являются угли Инта-Кожимского района и пакета Н на площади Воркутского и Хальмерюского районов, пакета М в Воркутском районе.

В углях с содержанием серы более 1,0% преобладающей формой серы является колчеданная сера, а в углях с содержанием серы менее 1,0% — органическая.

Содержание сульфатной серы в печорских углях незначительно (сотые процента).

Содержание органической серы в углях варьирует от 0,4 до 0,9%, оно растет в сернистых углях, но не пропорционально общему повышению сернистости углей, имея верхним пределом 0,85—0,90%.

Зависимость между содержанием серы в углях и ее колчеданной формой характеризуется следующей формулой:

$$S_k = 0.9 S_{об} - 0.35$$

б. Фосфористость углей изменяется по разрезу и на площади. Угли пакета № восточного крыла Воркутского месторождения являются малофосфористыми, вверх по разрезу от них фосфористость углей повышается. Также повышается фосфористость углей пакета № во всех направлениях от восточной части Воркутского месторождения, большинство которых является среднефосфористыми, а некоторые из них на отдельных участках — фосфористыми углями.

Между тремя показателями углей (зольностью, сернистостью, фосфористостью) существуют следующие отношения:

1) Все среднесернистые и сернистые угли являются зольными углями (относятся по нашей классификации к 4, 5 и 6 группам по зольности), но не наоборот, т. е. не все зольные угли являются сернистыми (как, например, большая часть исследованных верхнепермских углей).

2) Все среднесернистые и сернистые угли являются среднефосфористыми и фосфористыми, но ряд фосфористых углей имеет невысокое содержание серы (например, угли пакета № западного крыла Воркуты, которые являются среднефосфористыми и в то же время малосернистыми).

3) Большая часть зольных углей имеет повышенную фосфористость.

Органическое вещество углей характеризуется следующим комплексом показателей: выходом летучих веществ и их фракционным составом, динамикой газовыделения, элементарным составом, теплотой сгорания, растворимостью в органических растворителях, выходом и составом первичной смолы, параметрами спекаемости, петрографическим составом.

Перечисленный комплекс показателей достаточно полно характеризует свойства углей, которые определяются: а) фациальными условиями торфообразования и торфонакопления (режимом обводнения торфяников и составом торфяных вод); эти условия определяют петрографический состав углей, количество и состав сингенетических минеральных примесей; б) условиями погребения торфяников и их раннего диагенеза; эти условия определяют степень восстановленности углей, в некоторых деталях петрографический их состав, состав диагенетических новообразований в углях, в значительной степени спекаемость; в) условиями метаморфизма.

Таким образом, совокупность свойств углей определяется следующими факторами:

- а — петрографическим составом,
- б — степенью восстановленности,
- в — метаморфизмом.

В Печорском бассейне среди исследованных углей нет полярных генетических типов по восстановленности, что видно из следующих фактов и соображений:

1) Разброс значений классификационных показателей и параметров спекаемости для изометаморфных углей — незначителен (гораздо меньше, чем в Донецком бассейне). Достаточно привести следующий факт: донецкие угли с выходом летучих 35% имеют толщину пластического слоя от 5 до 35 мм, тогда как печорские 10—14 мм.

2) Правило Хильта хорошо выдерживается для всех изученных разрезов бассейна (исключение составляет небольшой интервал разреза от Мощного пласта до пласта О₄ на Воргашорском месторождении).

3) Отмечается хорошее соответствие между петрографическими признаками метаморфизма углей и величиной выхода летучих веществ.

4) Классификационные параметры углей хорошо сопрягаются между собой, что позволяет в ряде случаев количественно охарактеризовать их связи.

Следовательно, свойства печорских углей определяются петрографическим составом и метаморфизмом, причем роль ведущего классификационного показателя играет метаморфизм углей.

Показателем метаморфизма углей с выходом летучих до 34% является выход летучих веществ, а для углей с V^G более 34% — содержание углерода или теплота сгорания.

7. Выход летучих веществ в изученных углях Печоры колеблется в пределах от 7 до 50%, закономерно изменяясь по разрезу (в соответствии с правилом Хильта), и для синхронных частей разреза — по площади (уменьшается с запада на восток и с юга на север); второе направление не является универсальным, так как в пределах отдельных тектонических структур, как, например, Хальмерюской, выход летучих по простиранию пластов повышается с юга на север.

Зависимость выхода летучих веществ от петрографического состава выражена значительно менее резко, чем от степени метаморфизма. Ранжир выхода летучих веществ для петрографических типов и ингредиентов следующий (в порядке уменьшения): тусклоблестящие типы, витрен, блестящие, полублестящие, полуматовые и матовые типы, фюзен (угли пакета № Воркутского и Нижне-Сырягинского месторождений).

Наибольшие различия V^{Γ} отдельных типов углей характерны для углей средних ступеней метаморфизма.

Определение фракционного состава летучих углей разного метаморфизма показало, что они различаются между собой по температуре, с которой начинается их спекание (спекающиеся угли), по максимуму газовой выделению и по местоположению этого максимума.

Специфическим для углей разного метаморфизма является соотношение между $\sum V_{\alpha^{\circ}}^{\Gamma}$ и $V_{\alpha^{\circ}}^{\Gamma}$, где $\sum V_{\alpha^{\circ}}^{\Gamma}$ — суммарный выход летучих веществ при ступенчатом нагревании углей, а $V_{\alpha^{\circ}}^{\Gamma}$ — выход летучих веществ при однократном нагревании до максимальной температуры ступенчатого нагрева углей.

Для высокометаморфизованных углей $\sum V_{\alpha^{\circ}}^{\Gamma} > V_{\alpha^{\circ}}^{\Gamma}$, а для средне- и слабометаморфизованных, наоборот.

Окисление углей с выходом летучих более 16% вызывает уменьшение данного показателя (на более глубоких стадиях окисления происходит инверсия данного эффекта), а углей с V^{Γ} менее 16,0% — увеличение.

8. Удельные веса органического вещества углей изменяются в генетическом ряду по кривой, минимум которой приходится на жирные высокометаморфизованные угли (угли восточка Воркуты) и коксовые малометаморфизованные угли (Хальмер-Ю, участки №№ 1 и 3); удельные веса органического вещества последних углей — 1,25.

Зависимость между удельными весами углей и их зольностью характеризуется следующей формулой:

$$dy - d_{\text{орг. вещества}} + 0.01 A^c$$

9. Теплота сгорания углей (Q^{Γ}) изменяется от 6700 до 8800 кал.

Максимальную теплоту сгорания в бассейне имеют коксовоотощенные угли Хальмерюского месторождения, для которых среднее значение Q^{Γ} составляет 8750 кал, а минимальную (в среднем 6800 кал) верхнепермские угли на Инта-Неченском профиле.

Теплота сгорания углей закономерно изменяется по разрезу и по площади. Последнее весьма ярко иллюстрируется соответствующими данными по Воркутскому месторождению, где градиент Q^{Γ} по разрезу составляет 80—90 кал (на 100 м), а по площади значение данного показателя изменяется в полном соответствии с изменением выхода летучих веществ и элементарного состава углей.

Теплота сгорания витренов и блестящих типов углей выше, чем полуматовых и матовых. Так, в среднем, Q^{Γ} витренов воркутских углей на 140 кал выше, чем полуматовых типов.

Угли с теплотой сгорания менее 7800 кал, как правило, не спекаются.

10. Содержание углерода (C^{Γ}) в углях бассейна колеблется от 68 до 93%, а водорода от 3,6 до 5,6%. Среднее количество азота в углях составляет 2,2—2,5%.

Элементарный состав углей закономерно изменяется по разрезу и для синхронных частей разреза — по площади. Так, в Воркутском месторождении градиент C^{Γ} по разрезу составляет 0,7—0,8%.

Гамма спекающихся углей имеет содержание углерода от 78,0 до 90,5%, причем лучшие по спекаемости угли имеют C^{Γ} от 83 до 89,8% (жирные и коксовые); для последних углей C/N находится в пределах от 15,9 до 19,5. Угли, для которых C/N больше 20,4 и меньше 15,3 лишены всяких признаков спекаемости.

Отношение $\frac{\% N \times 100}{\% O}$ для жирных и коксовых углей

Печоры лежит в пределах от 55 до 75; угли, имеющие более высокое значение $\frac{\% \text{H} \times 100}{\% \text{H}}$ чем 75, или являются присадочными углями (отощено-спекающимися) или неспекающимися (у последних это отношение ближе к 100 и выше 100).

11. Растворимость печорских углей в антраценовом масле изменяется по кривой, максимум которой отвечает жирным и коксовым малометаморфизованным углям (70—80%). Растворимость газовых углей составляет 55—60%. Таковую же растворимость в антраценовом масле имеют коксово-отощенные угли.

В первом приближении можно установить следующую зависимость между выходом летучих веществ и растворимостью в антраценовом масле для гаммы углей от коксовых метаморфизованных до тощих (т. е. для ветви кривой от максимума до минимума растворимости); уменьшению выхода летучих на 1% соответствует (приблизительно) понижение растворимости на 5%.

Выход битума «А» у жирных и газовых углей составляет 0,46—3,7%, а битума «С»—1,2—6,1%.

Для углей бассейна регистрируется хорошо выраженная зависимость между выходом летучих веществ и первичной смолы, что видно из следующей таблицы:

УГ От-до	выход первичной смолы, % от-до	УГ От-до	выход первичной смолы, % от-до
34—36	11—14	17—22	2,4—5,0
29—32,5	7—10	13—16	0,7—2,4
21—28	4,3—6,6		

Исключение составляют угли Инта-Кожимского района, у которых выходы первичной смолы (на горючую массу) составляют максимум 6—7% при $\frac{\% \text{H}}{\% \text{H}}$ 39—40%.

В первичных смолах воркутских углей преобладают нейтральные масла, в составе которых преобладают средние и тяжелые фракции; содержание фенолов составляет от 4 до 17% (первичные смолы из углей пакета №).

Наиболее перспективными углями в бассейне для полукок-

сования является часть углей Паембойского и Воргашорского месторождений, у которых выходы первичной смолы на горючую массу доходят до 15%.

12. Толщина пластического слоя печорских углей варьирует в больших пределах (максимальное значение У составляет 37 мм; толщину пластического слоя 30—37 мм имеют некоторые жирные угли Усинского месторождения и угли пакета К на некоторых участках Хальмерюского месторождения).

Обогащение углей приводит к существенному улучшению их спекаемости, что обусловлено как частичной деминерализацией угля, так и приобретением ими более благоприятного петрографического состава (увеличение содержания гелефицированного вещества).

Угли, являющиеся плавкой основой коксовой шихты, имеют большой диапазон значений пластометрических параметров: Х от—5 до 25 мм и У от 15 до 37 мм ($\frac{\% \text{H}}{\% \text{H}}$ этих углей колеблется от 29 до 34,5%). Присадочные угли имеют еще больший диапазон пластометрических параметров: от У, равного 0 (например, угли пласта П^в Верхней Сыр-Яги, которые в необогащенном виде, даже с зольностью 8—10%, не спекаются, а блестящие типы которых спекаются) до У, равного 37 мм (угли пакета К Хальмерюского месторождения, добавление которых в количестве 30% к жирным углям Воркуты обеспечивает получение металлургического кокса; $\frac{\% \text{H}}{\% \text{H}}$ присадочных углей колеблется от 14,0 до 28%; к последним относятся угли марок К и ОС).

Оптимальные шихты из углей Печоры, обеспечивающие получение металлургического кокса, имеют следующие параметры: Х 15—20 мм и У 16—20 мм, причем хорошие коксовые угли, обеспечивающие самостоятельное получение металлургического кокса, могут иметь пластометрические параметры, значения которых колеблются в широких пределах: от Х 15—18 мм и У 17—20 мм (угли пакета N шахты № 2 Хальмер-Ю) до Х 0—10 мм и У 25—37 мм (угли пакета К шахты № 1 Хальмерюского месторождения).

13. Между выходом летучих веществ и толщиной пластического слоя в углях с содержанием 70—75% гелефицированного вещества имеется количественная зависимость: для углей, находящихся на левой ветви кривой $V^r - U$, она характеризуется формулой $y = 2.5(40 - V^r)$, а для углей, находящихся на правой ветви этой кривой—формулой $y = 2.5(V^r - 13)$

Зависимость между количеством гелефицированного вещества и толщиной пластического слоя для изометаморфных углей характеризуется следующим уравнением:

$$\Delta y = \alpha \Delta V$$

где Δy — изменение толщины пластического слоя, а ΔV — изменение количества гелефицированного вещества.

Коэффициент «а»—является функцией степени метаморфизма углей. Максимальное значение этот коэффициент имеет для жирных углей востока Воркуты (0,5).

Зависимость между выходом летучих и элементарным составом для значительной части исследованных углей имеет следующий характер:

$$V^r = 12.6 H^r + 1.2 Q^r - 41.8$$

Как правило, для углей с выходом летучих примерно до 34%—существует хорошая сопрягаемость между значениями

V^r , с одной стороны, и другими классификационными показателями и параметрами спекаемости—с другой.

14. Приведена краткая характеристика угленосности и качества углей отдельных месторождений Хальмерюского, Воркутского и Инта-Кожимского районов, а также разобраны вопросы их использования в народном хозяйстве.

15. Изменение метаморфизма углей по разрезу и по площади бассейна характеризуется следующим:

а) Метаморфизм углей повышается сверху вниз по разрезу (правило Хильта), причем интенсивность повышения метаморфизма углей по вертикали наибольшая в частях разреза, к которым приурочены коксовые и коксовожирные угли, где градиент V^r доходит до 2,5%, а наименьшая—в частях разреза, к которым приурочены высоко-и слабометаморфизованные неспекающиеся угли.

Повышение метаморфизма сверху вниз по нормальному разрезу характеризуется не только уменьшением V^r , но и изменением всего комплекса показателей: повышением содержания в углях углерода, увеличением или уменьшением толщины пластического слоя (U увеличивается, если угли соответствующего разреза находятся на левой ветви кривой $V^r - y$, и наоборот), увеличением или уменьшением Q^b (от слабометаморфизованных до коксовоотощенных углей Q^b повышается, а от последних до тощих—уменьшается).

Так, например, на Воркутском месторождении, где среднее значение градиента V^r по разрезу составляет 1,0%—градиенты теплоты сгорания и содержания углерода соответственно составляют 80—90 кал и 0,7—0,8% (со стратиграфической глубиной повышается Q^b и C^r углей), а толщины пластического слоя 2—2,5 мм (сверху вниз по нормальному разрезу спекаемость углей повышается).

б) Метаморфизм углей синхронных частей разреза повышается по мере приближения к двум горным сооружениям: Уралу и Пай-Хою.

Первое направление повышения метаморфизма углей в бассейне является универсальным, а второе выдерживается для бассейна в целом и имеет исключения на площади некоторых тектонических структур.

в) По интенсивности изменения метаморфизма на площади месторождения бассейна могут быть разделены на три группы: 1) месторождения, где градиент V^r по простиранию пластов более 0,5% на км простирания (Хальмер-Ю, Верхняя Сыр-Яга); 2) месторождения, где градиент V^r по простиранию пластов менее 0,5% (Воркута) и 3) месторождения, где изменение метаморфизма на площади выражено чрезвычайно слабо (градиент V^r составляет сотые процента—Инта).

Высоким значением градиента V^r по простиранию пластов соответствуют высокие значения градиентов других

классификационных показателей (Q_6, c^r) и параметров спекаемости, а также большие значения градиента V^r по разрезу.

г) Слабо- и высокометаморфизованные угли приурочены к окраинным частям бассейна, а спекающиеся угли имеют развитие в Воркутском и Хальмерюском районах.

д) Общий характер изменения метаморфизма верхнепермских углей (паембойской свиты) одинаков с изменением метаморфизма углей по площади и по разрезу нижнепермских углей (воркутской свиты).

е) В бассейне четко регистрируется наличие двух зональностей в изменении свойств углей: вертикальной и горизонтальной; последняя находит свое выражение в региональном изменении свойств углей в широтном направлении (повышении метаморфизма углей синхронных частей разреза с запада к востоку) и в изменении свойств углей в меридиональном направлении. В пределах отдельных тектонических структур отмечается превалирование вертикальной зональности над горизонтальной, а в пределах больших регионов бассейна или бассейна в целом, наоборот.

ж) В бассейне намечается известная корреляция между мощностями вмещающих толщ и степенью метаморфизма углей, но она не имеет характера простой пропорциональности, а в ряде случаев не выдерживается.

з) Расширение запасов углей марок К и ОС должно идти за счет поисков их между Хальмерюским и Верхне-Сырягинским и между Хальмерюским и Силовским месторождениями, а также за счет поисков новых антиклинальных структур в центральной и восточной частях Коротайхинской мегасинклинали и структур к юго-востоку от Усинского месторождения (напр., Кечпельская структура).

и) Составленные карты изволей углей, зонального изменения их спекаемости и марочного состава наглядно иллюстрируют охарактеризованные закономерности в изменении свойств углей.

16. В Печорском бассейне, как правило, зона выветривания углей существует только на участках, где покровные отложения отсутствуют или их мощность незначительна; на участках,

где мощность покровных отложений более 20 м—зона выветривания отсутствует.

Глубина зоны выветривания колеблется от 3—5 до 40 м (восток Воркуты от 3 до 16 м, Юнь-Яга 14—16 м и Хальмер-Ю до 40 м).

17. Значительная часть исследованных печорских углей устойчива против окисления и не склонна к самонагреванию (угли основных рабочих пластов Воркутского месторождения).

Эндогенных подземных пожаров на шахтах Печоры не было, но угли ряда шахт при продолжительном хранении в штабелях возгорались (главным образом угли верхней подсвиты).

Устанавливается зависимость (не всегда выдерживающаяся) между условиями образования угленосных отложений и склонностью их к самонагреванию: как правило, угли, образование которых происходило в условиях более близких к континентальным (паембойская свита и верхи верхней подсвиты воркутской свиты)—характеризуются как неустойчивые против окисления и склонные к самонагреванию; угли лучшей части разреза (пакет №) на большей площади своего развития характеризуются как устойчивые против окисления и не склонные к самонагреванию.

Устойчивость углей против окисления и склонности их к самонагреванию характеризуется с помощью следующих показателей:

1) Температуры воспламенения, определяемой по методу ИГД АН СССР (понижение температуры воспламенения после обработки углей пергидролом и повышение температуры воспламенения в смеси с бензидином).

2) Динамики изменения веса углей при окислении их в изотермических и политермических условиях.

3) Перекисных и перманганатных чисел.

4) Количества газообразных продуктов, образующихся при окислении углей в изотермических условиях и количества кислорода, фиксированного ими.

5) Кинетики разложения углями перекиси водорода (определение индукционного периода реакции и скорости разложения H_2O_2).

18. Опытные промышленные коксования печорских углей.

а также соответствующие лабораторные исследования дают все основания для следующих заключений.

1) Плавкой основой шихты безоговорочно являются угли основных рабочих пластов Воркутского, Нижне-Сырягинского и восточного крыла Воргашорского месторождений (угли пакета №).

Угли Усинского месторождения (пакет №) и пакетов К и Воркутского — мы условно относим к этой группе, так как они, вследствие высокой зольности и весьма трудной характеристики обогатимости, требуют применения весьма эффективных методов обогащения.

Угли данной группы могут быть подразделены на две подгруппы: как по лабораторной характеристике коксумости (угли с пластическим слоем от 14 до 18 мм и угли с пластическим слоем более 18 мм), так и по количеству отошающей присадки, которую они в состоянии принять (вторые угли последнюю «принимают» на 5—10% больше, чем первые).

Реальной перспективой расширения запасов углей этой группы является район между Усинским и Воргашорским месторождениями.

2) Присадочными углями являются следующие:

а—угли Юньягинского месторождения (марка К);

б—угли Хальмер-Ю (марки К и ОС);

в—угли центрального и южного участков Верхней Сыр-Яги (марка ОС).

3) Рекомендуются шихты следующего состава:

а—угли марки Ж (60—75%) + угли марки К (40—25%);

б—угли марки Ж (80—85%) + угли марки ОС (20—15%);

в—угли марки Ж (60%) + угли марки К (20%) + угли марки ОС (20%).

Последний строй шихты является плановой шихтой для Череповецкого комбината.

19. ГОСТ 6991—54 является неудовлетворительным, потому что он включает в одну марку угли существенно различные по своим технологическим свойствам; так, например, к марке Ж_ю относит угли с толщиной пластического слоя 10—14 мм, которые не являются плавкой основой шихты и

угли с $U^Г$ 14—18 мм, являющиеся плавким компонентом шихты ($U^Г$ более 28%) и т. п.

Предлагается промышленно-генетическая классификация углей бассейна, построенная на десятичной индексации, с использованием следующих параметров: выхода летучих веществ ($U^Г$) или теплоты сгорания (показатель метаморфизма углей), толщины пластического слоя (характеристика коксумости угля) и содержания гелефицированного вещества (генетический параметр).

(Таблица № 1), стр. 25

Из классификационной диаграммы видно, что одному классу печорских углей соответствуют максимум три группы спекаемости (тогда как в Кузбассе до 7 групп спекаемости), что объясняется как отсутствием среди печорских углей полярных генетических типов по восстановленности, так и значительных различий в петрографическом составе, характерных для углей Кузбасса.

Исходя из последней классификационной схемы — составлена упрощенная (для практических углей) классификация углей бассейна, предлагаемая взамен ГОСТ'а 6991—54.

(Таблица № 2), стр. 24

20. Даются рекомендации в отношении рационального использования печорских углей в народном хозяйстве.

ВЫВОДЫ

1. В Печорском бассейне имеется гамма углей от бурых до антрацитов.

Марочная характеристика углей определяется степенью их метаморфизма и петрографическим составом.

В бассейне (по крайней мере среди изученных углей) отсутствуют полярные генетические типы по восстановленности.

2. а — изменение свойств углей по разрезу происходит в соответствии с правилом Хильта. Максимальные значения градиент выхода летучих веществ имеет на месторождениях, к которым приурочены коксовые угли (Юнь-Яга и Хальмер-Ю, где градиент $U^Г$ по разрезу доходит до 2,5%). В Воркутском месторождении градиент $U^Г$ в среднем составляет 1,0%;

б — на площади бассейна степень метаморфизма углей увеличивается по мере приближения к горным сооружениям

(Уралу и Пай-Хою), причем первое направление является более сильно выраженным и имеет универсальный в бассейне характер (повышение степени метаморфизма углей синхронных частей разреза с запада к востоку), тогда как на площади отдельных тектонических структур изменение степени метаморфизма углей в меридиональном направлении имеет разный характер, хотя для бассейна в целом отмечается повышение степени метаморфизма углей с юга на север.

Наиболее интенсивно изменение метаморфизма углей по площади выражено на месторождениях, где имеют развитие коксовые угли;

в — наиболее дефицитными в бассейне являются присадочные угли, перспективы увеличения запасов которых следующие: 1) несомненно присадочные угли имеют развитие в районах между Хальмерюским и Верхне-Сырягинским и Хальмерюским и Силовским месторождениями; 2) присадочные угли могут быть встречены к востоку—юго-востоку от Усинского месторождения, если там имеет развитие средняя подсвита воркутской свиты и 3) в Кортаихинской мегасинклинали, если там имеются антиклинальные структуры;

г — марочный состав углей важнейших месторождений бассейна показан в следующей таблице:

МЕСТОРОЖДЕНИЕ	Марки углей		
	Свиты		
	паембойская	верхняя подсвита воркутской свиты	сред. и ниж. подсвиты воркут. свиты
Силовское	ОС	Т	Т
Хальмерюское		Ж, К, КО, ОС	К, КО, ОС, Т
Паембойское	Г, Ж		
Верхне-Сырягинское		К	КО, ОС, Т
Нижне-Сырягинское	Д	Г, Ж	Ж, К
Юньягинское			К
Воргашорское	Д	Д, Г	Г, Ж
Воркутское		Г, Ж	Ж
Усинское		Г, Ж	Ж
Сейдинское (Ручьинское)	Г		
Интинское		Д	
Кожимское		Д	

3. Угли бассейна значительно дифференцируются по зольности и сернистости.

Лучшими углями в бассейне (малозольными и средnezольными, малосернистыми) являются угли пакета № (за исключением углей Усинского месторождения, которые являются зольными и среднесернистыми), марочный состав которых изменяется от газовых (Воргашорское месторождение) до тощих (Верхне-Сырягинское месторождение).

Угли верхней подсвиты на большей площади своего развития являются зольными, сернистыми и труднообогатимыми (за исключением некоторых пластов пакетов К и У в Хальмерюском районе, угли которых малозольные или средnezольные и малосернистые).

Угли паембойской свиты в значительном своем большинстве зольные.

Все известные в бассейне зольные угли являются труднообогатимыми.

4. Плавкой основой коксовой шихты могут быть следующие угли: 1) жирные угли Воркуты, часть которых уже используется в этом направлении (Череповецкий комбинат и Ленинградский коксогазовый завод), 2) жирные угли Нижней Сыр-Яги и 3) жирные угли Усинского месторождения; последние в том случае, если будут разработаны эффективные методы их обогащения.

Присадочными углями являются следующие: 1) коксовые угли Юнь-Яги, 2) коксовые и отощенно-спекающиеся угли Хальмер-Ю и 3) отощенно-спекающиеся угли Верхней Сыр-Яги. Перечисленные угли должны использоваться для металлургической промышленности.

5. Малозольными энергетическими углями в бассейне являются газовые угли Мощного пласта Ворга-Шора и тощие угли Боковского участка Верхней Сыр-Яги, которые должны использоваться для морского и речного флотов и других квалифицированных потребителей энергетических углей Печоры.

Остальные энергетические угли (запасы последних составляют 70% всех углей) — являются зольными и высокозольными и должны использоваться для местных нужд и на территории Европейского севера.

Таблица № 2.

ПРОЕКТ ПРОМЫШЛЕННОЙ КЛАССИФИКАЦИИ УГЛЕЙ ПЕЧОРСКОГО БАСЕЙНА (проект ГОСТ'а)

Марка угля	Символ	Выход летуч. в-в % или Обг		Толщина пластическ. слоя		Индексы угля
		от	до	от	до	
Антрациты	А	0	5	—	—	91 ^{2,3,4,5}
Полуантрациты	ПА	5	7	—	—	91 ^{2,8,4,5}
Тощие	Т	7	13	—	—	(81 ^{8,4,5})
Отощенно-спекающиеся	ОС	13	17	намечается	9	(723)
Коксово-отощенные	КО	17	21	7	15	(73 ^{4,5}) (633) (64 ^{4,5})
Коксовые	К	21	28	15	30	(65 ^{4,5}) (55 ^{3,4,5}) (56 ^{4,5}) (46 ^{4,5}) (453) (47 ^{4,5})
Жирные	Ж	28	32	19	32	[36 ^{2,3,4,5}] [37 ^{3,4,5}]
Умеренно-жирные	УЖ	8100	8400			[35 ^{3,4,5}] [25 ^{4,6}]
Газовые	Г	7800	8100	14	18	(23 ^{3,4,5}) (24 ^{3,4,5})
Длинно-пламенные	Д	7000	7800	5	13	(23 ^{3,4,5}) (24 ^{3,4,5})
Бурые	Б	7000	45	0	намечается	[11 ^{3,4,5}] (12 ^{3,4,5}) (01 ^{3,4,5})

ПРИМЕЧАНИЕ: В квадратных скобках — разрабатываемые угли; в простых скобках — угли, пройденные разведкой; без скобок — предполагаемые угли.
Индексы угля: первая цифра — класс угля, вторая — группа спекаемости, третья — петрографическая группа, 73^{4,5} — сокращенная запись 734 и 735 и т. д.

Группы по спекаемости		Толщина пластического слоя
7	> 25	
6	19-25	Толщина пластического слоя
5	14-18	
4	10-13	Толщина пластического слоя
3	5-9	
2	Намечается	Толщина пластического слоя
1	Порошок	

(475)(375)
(474)(374)
(565)(465)(365)
(564)(464)(364)
(463)(363)
462
(655) (255)
(654)(564) [354] 254
553 [353]
552?
(245)
(644) (244)
(643) (243)
(735)
(734) (234)
(233)
(825)(725)
(724)
915 815
914 814
913 813
912 812
222
[115](0.15)
[114](0.14)
113 0.13
112 0.12

Подгруппы по петрогенетическим типам		
Третья цифра индекса	Σ V %	
	5	> 60
4	70 - 80	
3	60 - 70	
2	50 - 60	
1	< 50	

Классы	Первая цифра индекса									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Выход летучих веществ на воздушно-масляную массу (V) или теплота сгорания (Q _d)	47	7-13	13-17	17-20	20-24	24-28	28-34	32-38; 8400-7000	38-42; 7800-7000	42; < 7000