

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР
ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ имени ЛЕНСОВЕТА

Н. И. ТУРЧЕНЕВ

ОЦЕНКА КОКСУЮЩИХСЯ УГЛЕЙ
НА ОСНОВЕ ВЫЯВЛЕНИЯ НОСИТЕЛЕЙ
СПЕКАЕМОСТИ И ОТОЩАЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

12/21/55

ЛЕНИНГРАД
1955

Работа выполнялась во Всесоюзном Научно-Исследовательском Геологическом институте (ВСЕГЕИ).

72454.
ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. Н. Киргизской ССР

ВВЕДЕНИЕ

В настоящем исследовании по существу излагается материал о новой системе промышленной классификации каменных углей на основе взаимосвязи их технологического свойства (спекаемость) и вещественного состава, определяемого методами углепетрографии. Потребность в более научно обоснованной промышленной классификации углей становится особенно ощутимой в связи с историческим решением XIX съезда КПСС по пятому пятилетнему плану развития хозяйства СССР и прямой задачей, поставленной партией и Правительством, о доведении добычи угля в стране до 500 млн. тонн в год.

По своему содержанию исследование связано с практикой геологоразведочных работ и коксохимической промышленности. Поэтому в плане практической приложимости исследования автором подбирался материал по каменноугольным бассейнам и коксохимическим заводам.

Предмет исследования

Понимание угля и практическое его использование всегда связывается с представлением его в какой-нибудь классификационной системе, построенной на параметрах в зависимости от уровня научных достижений в области изучения угля и в зависимости от целей, которые ставятся перед классификацией.

При видимом разнообразии известных у нас систем классификации углей (для донецких углей — 1) Л. М. Сапожникова, 2) С. Г. Аронова, 3) Торговая по маркам; для кузнецких углей — 1) ГОСТ 1280—48, 2) К. С. Пермитиной и М. Е. Поповой, 3) М. Ю. Григорьева. Генетические классификации: а) ДОНУГИ, б) Л. Л. Нестеренко) им присущи некоторые общие черты:

1. Показатели или параметры классификационных систем характеризуют одни лишь свойства углей и не касаются их вещественного состава; каждая классификация представляет собою лишь группировку углей по сочетанию их свойств.

2. Классификационные параметры не имеют между собой функциональных связей, понимаемых как связи переменных величин.

Выбор новых параметров для оценки каменных углей и построение на их основе теоретически более оправданной классификационной системы явилось предметом настоящего исследования.

Исходный материал

Материалом для исследования были взяты:

1. Угли Восточно-Ферганского бассейна, юрского геологического периода, относящиеся к группам Д, Г, Г-ПЖ, в виде послойных проб угольных пластов.

2. Донецкие угли из групп всего метаморфического ряда Д-ПЖ-Т, относящиеся к среднему карбону, в виде пластовых и товарных проб.

3. Печорские угли, пермского геологического периода, взятые из шахт Воркутской мульды, группы ПЖ, двух разновидностей метаморфизма.

Ставилась цель — угли трех бассейнов и трех различных геологических периодов оценить по одним параметрам и представить их в единой классификационной системе.

Методика работы

Для получения первичного фактического и экспериментального материала производилось микроскопическое изучение углей и определялся вещественный их состав по группам микрокомпонентов; для тех же углей определялись пластометрические показатели и производился технический анализ.

Основным фактическим материалом исследования явились так же данные по динамике пластического слоя бинарных смесей, составленных из спекающихся углей и неспекающихся отходов.

Был применен графический метод анализа исходного материала для понимания разницы углей по спекаемости и для расчетного разделения гелефицированного вещества на количественно выраженные технологические части (плавкая и неплавкая), что не представляется возможным сделать физическими средствами.

При объяснении фактов и выявлении закономерностей мы руководствовались известным правилом аддитивности для величины «У» и сложившимися в углехимии теориями спекания углей (цементации, растворения, химическая теория).

Критическая оценка экспериментального материала привела к следующим представлениям.

Неравноценность гелефицированного вещества по спекаемости

При сравнительном изучении Восточно-Ферганских углей одной степени метаморфизма и практически одинакового общего содержания гелефицированного вещества, по пробам, взятым из различных слоев в одной точке пласта, устанавливается, что угли эти имеют разный пластический слой, например 12 мм и 23 мм. Такая неравноценность гелефицированного вещества по спекаемости проявляется на разных ступенях метаморфизма. В ряде случаев она связана с микроструктурой гелефицированного вещества. Так неоднородное гелефицированное вещество, ксиловитреновой структуры, показывает более высокую спекаемость, чем однородное, при одной степени метаморфизма. Однородное гелефицированное вещество так же показывает разную спекаемость.

Для понимания разной степени спекаемости углей уже недостаточно знать общее содержание в них гелефицированного вещества с кутинизированными элементами ($\Sigma \Gamma + K$), тип гелефицированного вещества (однородное или ксиловитреновое) и степень метаморфизма. Различный конечный уровень химических превращений гелефицированного вещества, о котором косвенно можно судить по величине «У», является результатом не только метаморфизма, но и степени первичных химических превращений на стадии торфообразования. Последние обуславливают дальнейшее направление химических превращений органического накопления под воздействием факторов метаморфизма. Понятие «степень метаморфизма» мы заменяем более широким понятием «степень химической зрелости», охватывающим химические превращения и торфяного периода, и периода собственно метаморфизма.

В ходе исследования (см. ниже) устанавливается показатель степени химической зрелости — $\text{tg } \alpha$.

Мы называем все количество гелефицированного вещества в угле (совместно с кутинизированными элементами) номинальными образователями плавкой, спекающей массы. Действительные же носители спекаемости составляют лишь часть гелефицированного вещества, количественно не одинаковую у разных углей. Степень спекаемости угля по величине пластического слоя есть функция концентрации *плавкой части гелефицированного вещества*. Последняя названа нами *активным гелефицированным веществом*. Неплавкая часть гелефицированного вещества, с нулем спекаемости, названа нами *неактивным гелефицированным веществом*. Оба вида гелефицированного вещества находятся в угле в потенциальном состоянии и выявляются как компоненты пластической массы при термическом разложении угля.

Увеличение толщины пластического слоя углей в диапазоне метаморфизма от Д к ПЖ мы объясняем увеличением содержания активного гелефицированного вещества за счет уменьшения неактивной его формы в результате химических превращений, происходящих в стадии метаморфизма. В некоторых углях ПЖ с горбообразной пластометрической кривой, наиболее легкоплавких, все гелефицированное вещество находится в состоянии активной формы. С дальнейшим повышением степени метаморфизма углей величина «У» убывает, доходя до нуля. Это связано с постепенным уменьшением содержания активного гелефицированного вещества и переходом его в неактивную форму.

На какой бы стадии метаморфизма ни было активное гелефицированное вещество, как бы не менялась его химическая характеристика, в образовании величины пластического слоя оно равноценно.

Ставится вопрос, как можно было бы количественно определить активное и неактивное гелефицированное вещество в общей его массе.

Отощители и их влияние на показатель спекаемости

Ископаемые каменные угли представляют собой сочетание действительных носителей спекаемости (активное гелефицированное вещество и кутинизированные элементы) и отошающих компонентов (фюзенизированные вещества, минеральные примеси и неактивное гелефицированное вещество). Разнообразие технологических свойств углей есть следствие разнообразных сочетаний в них спекающих и отошающих компонентов. Чем больше в угле активного гелефицированного вещества, тем больше величина пластического слоя. Чем выше содержание в угле отошающих компонентов, тем относительно больше газы выделяются на холодную сторону пластической массы. При увеличении отошителей в угле меняется характер его пластической массы, что отражается на типе пластометрической кривой. Отошители уменьшают трещиноватость кокса. Угли Г, К, и ПС в сравнении с углями ПЖ требуют меньшей добавки отошителей, чтобы получить затухающую пластометрическую кривую. В самой гелефицированной массе углей Г, К, и ПС уже умеют частицы в таком состоянии (неактивное гелефицированное вещество), что они выполняют функцию отошителя. Угли Г, К, и ПС можно назвать самоотощенными углями.

Все неспекающиеся отошители (клареновые угли марки Д, фюзенизированные вещества, минеральные примеси и др.) в бинарных смесях со спекающимся углем в отношении влияния

на величину пластического слоя являются равноценными. Однако эти отошители неравноценны в образовании характера пластической массы в отношении газы выделения на холодную сторону. К сравнительно меньшему газы выделению приводят отошители из гелефицированного вещества; большее газы выделение вызывают отошители — фюзенизированные вещества. Поскольку неактивное гелефицированное вещество является отошителями, то естественно перенести на него и сделанный выше вывод о равноценности влияния всех отошителей на величину «У» в смесях.

$\operatorname{tg} \alpha$ и его значение как показателя степени химической зрелости

Полученные величины У гамм бинарных смесей были нанесены на координатную плоскость, по линии абсцисс которой откладываются номинальные образатели плавкой массы $(\Sigma \Gamma + \text{К}) \%$ спекающегося угля в расчете на натуральный уголь, по линии ординат — значение «У». Масштаб для 1% $(\Sigma \Gamma + \text{К})$ и 1 мм У — одинаков. Точки на плоскости, относящиеся к одной гамме бинарных смесей, размещаются с некоторым разбросом по прямой, выходящей из начала координат, которая выражается обычным уравнением

$$U = A + KX, \text{ где}$$

- У — толщина пластического слоя бинарной смеси в мм.;
- X — содержание $(\Sigma \Gamma + \text{К})$ в бинарной смеси данного состава в % только из спекающегося компонента;
- K — коэффициент, равный $\operatorname{tg} \alpha$, угла наклона прямой бинарных смесей к оси абсцисс;
- A — 0, т. к. линия бинарных смесей выходит из начала координат.

Величины $\operatorname{tg} \alpha$ оказались равны:
для 1-й гаммы — 0,188. Восточно-Ферганский уголь группы Г — ПЖ.

- « 2-й « — 0,192. То же
- « 3-й « — 0,224. Печорский уголь, Воркутского месторождения, ш. № 17, группы ПЖ.
- « 4-й « — 0,396 уголь того же месторождения, ш. № 3 и ш. № 4, группа ПЖ.

Линию «У» — можно назвать *изолинией спекаемости бинарных смесей*. Для каждого угля характерна своя изолиния спекаемости, определяющая величину $\operatorname{tg} \alpha$. Чем выше степень метаморфизма для угля в интервале метаморфизма Д — ПЖ, тем больше величина $\operatorname{tg} \alpha$. Чем выше степень метаморфизма углей в интервале ПЖ — Т, тем для них $\operatorname{tg} \alpha$ становится меньше. Максимальный $\operatorname{tg} \alpha$, найденный для угля ПЖ ш. № 1

треста Первомайскуголь (Донбасс), равен 0,410. Для Печорских углей ПЖ ш. № 3 и ш. № 4 максимальный $\operatorname{tg} \alpha = 0,396$. Практически это одинаковые величины приблизительно равные 0,400. Угли двух разных бассейнов, относящиеся к разным геологическим эпохам, имеют один и тот же «потолок» спекаемости. И в шихтах для коксования они являются компонентами одинаковой технологической ценности.

$\operatorname{tg} \alpha$ дает числовое выражение всего комплекса непрерывно идущих химических превращений органического вещества как за торфяной период, так и за период метаморфизма. Тогда изолинии спекаемости по существу своему являются *изолиниями степени химической зрелости*. Видимо, каждый уголь, следуя через все фазы метаморфизма Д-ПЖ-Т, проходит через свое максимальное значение $\operatorname{tg} \alpha$, в соответствии со степенью первичных химических превращений на торфяной стадии.

В углепетрографии некоторыми учеными степень химических превращений органического вещества угля оценивается по петрографическим признакам и относится только к периоду метаморфизма. Эти признаки действительно могут служить безмерным показателем степени метаморфизма углей, одного этапа в общем комплексе их химических превращений. Но только с ним нет основания связывать технологические свойства углей. Последние становятся более осознаваемы при оценке углей по степени химической зрелости, выражаемой величиной $\operatorname{tg} \alpha$.

Количественное определение активного и неактивного гелефицированного вещества

По кривой линии угла максимального $\operatorname{tg} \alpha$ для Донецких углей, равного 0,410 (эталонный график), пластический слой, например, в 12 мм получается для смеси с содержанием $(\Sigma \Gamma + \text{K}) = 29,5\%$. Практически это одно активное гелефицированное вещество. Для линии угла с $\operatorname{tg} \alpha = 0,192$ пластическому слою 12 мм соответствует уголь с содержанием $(\Sigma \Gamma + \text{K}) = 63\%$, которое в подавляющем количестве состоит из гелефицированного вещества. Разницу $63,0 - 29,5 = 33,5\%$ мы относим за счет неактивного гелефицированного вещества, исходя из следующих соображений:

1. Величина «У» зависит от количества жидкофазного (активного) гелефицированного вещества в пластической массе.

2. Оно в углях разной степени метаморфизма равноценно в образовании величины «У».

3. Величина «У» подчиняется правилу аддитивности в смесях активного гелефицированного вещества и отошителей.

Теперь по любому углю представляется возможным соста-

вить материальный баланс его петрографических, равно как и технологических компонентов: с одной стороны — активное гелефицированное вещество (совместно с кутинизированными т. е. неактивное гелефицированное вещество, фюзенизированные вещества и минеральные примеси).

Определенное соотношение их в производственных шихтах, составленных из углей разных марок, принимается практикой как оптимальное, так как обеспечивает технологический процесс коксования нужного направления и удовлетворительного результата, поскольку приводит к получению кондиционного металлургического кокса.

Классификационная диаграмма № 1

Фактический материал по углям трех бассейнов представляется нами в системе классификации, оформленной в виде классификационной диаграммы № 1 (см. приложение).

Параметром состава по линии абсцисс берется содержание в угле $(\Sigma \Gamma + \text{K})$; параметром по линии ординат берется величина У. Параметром степени химической зрелости является

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Y}{(\Sigma \Gamma + \text{K})}$$

По $\operatorname{tg} \alpha$ можно судить о возможной предельной величине пластического слоя угля, когда в нем содержание $(\Sigma \Gamma + \text{K})$ будет равно 100%. В этом случае «У» можно принимать за удельную величину пластического слоя. Если обычное значение «У» характеризует вид угля, то предельный $Y = 100 \operatorname{tg} \alpha$ характеризует вид гелефицированного вещества. Последнее является равноценным по спекаемости, если угли располагаются на одной изолинии диаграммы.

Одна изолиния, образующая угол с максимальной величиной $\operatorname{tg} \alpha$, равной в нашем случае 0,410, является эталонной.

Отмечается, что угли марки «К» располагаются во второй части диаграммы, в зоне значений $\operatorname{tg} \alpha = 0,200 - 0,300$. В этой же зоне располагаются все производственные шихты коксохимических заводов с величиной $Y = 17 - 21$ мм, обеспечивающие механическую прочность кокса в пределах 315 — 345 кг. по барабану Сундгрена (шихты обозначены точкой в кружке).

В основу классификации положен принцип взаимосвязи состава вещества и его свойств. $(\Sigma \Gamma + \text{K})$ характеризует вещественный состав угля. $\operatorname{tg} \alpha$ — показатель степени химической зрелости — являясь показателем химического состояния гелефицированного вещества, характеризует и вещественный состав угля, так как для углей каждой изолинии значением $\operatorname{tg} \alpha$ устанавливается процентное содержание активного и неактивного гелефицированного вещества.

«У» — характеризует свойство спекаемости угля.

Впервые ^{на} взаимосвязь «У» и $\Sigma\Gamma$ в углях разной степени метаморфизма указала З. В. Ергольская.

Предлагаемая классификация учитывает как гетерогенность угля в целом (по оси абсцисс), так и гетерогенность его гелефицированного вещества в отношении свойства спекаемости (по $\text{tg}\alpha$). По своему количественному выражению для того или иного типа угля параметр ($\Sigma\Gamma + K$) характеризует степень и условия обводненности, а по содержанию фюзенизированных веществ, — и окисленности растительных остатков в стадии торфообразования, а также условия накопления приводящие к минерализации органического осадка за счет привнесенных минеральных примесей. ($\Sigma\Gamma + K$) на диаграмме № 1 характеризует генетические различия углей.

$\text{tg}\alpha$ характеризует собою совокупно и степень метаморфизма и уровень первичных химических превращений на торфяной стадии. В углях, изометаморфных по петрографическим признакам и одинаковых по содержанию ($\Sigma\Gamma + K$), $\text{tg}\alpha$ является показателем степени первичных химических превращений. Видимо, он может в таком случае явиться показателем степени восстановленности углей — по терминологии В. В. Видавского. Изолинии $\text{tg}\alpha$, каждая в отдельности, являются линиями генезиса. На классификационной диаграмме нанесены гумусовые каменные угли трех бассейнов. Новая система классификации дает возможность провести параллелизацию технологических свойств углей разных бассейнов и установить их взаимозаменяемость.

Параллелизация углей разных бассейнов по свойству спекаемости стала возможной при наличии единой классификационной основы — «У», ($\Sigma\Gamma + K$), $\text{tg}\alpha$.

Коэффициент K_p

Отощители в угле не все равноценны в отношении постоянства свойств. Фюзенизированные вещества и минеральные примеси полностью сохраняют характер отощителей на всех ступенях метаморфизма угля, являются постоянными. Неактивное же гелефицированное вещество является количественно непостоянным отошителем. В интервале метаморфизма Д-ПЖ оно уменьшается от 100% до какого-то минимума, в интервале метаморфизма ПЖ-Т оно снова увеличивается, доходя в пределе до 100%.

Кроме того, фюзенизированные вещества и минеральные примеси в мелкодисперсном состоянии являются более сильными отощителями в отношении влияния на увеличение выхода газа на холодную сторону, чем неспекающееся гелефицированное вещество, например, из углей марки Д.

Поэтому для угля характерно не только общее содержание отощителей и влияние их на величину «У», но и отношение количества постоянных отощителей ($\Sigma\Phi + M^{об}$) к количеству непостоянного отощителя ($\Sigma\Gamma$ неактивное).

$$K_p = \frac{\Sigma\Phi + M^{об}}{\Sigma\Gamma \text{ неактивное}}$$

K_p — коэффициент петрографический.

$\Sigma\Phi$ — общее содержание фюзенизированных веществ.

$\Sigma\Gamma$ — неактивное — содержание неактивного гелефицированного вещества.

$M^{об}$ — Содержание минеральных примесей.

Все количества выражены в объемных процентах на натуральную массу угля.

Величина K_p не безразлична для качества кокса.

Характеристика угольных шихт для коксования по новым классификационным параметрам

Известна следующая механическая прочность кокса по барабану Сундгрена (данные 1953 г.):

к/х завод № 1 — 340—345 гк.;

фракции 0—10 мм в провале — 33—36 кг.;

к/х завод № 1 — 340—345 кг.;

фракции 0—10 мм в провале — 32—42 кг.

к/х завод № 3 — 315—320 кг.;

фракции 0—10 мм в провале — 30—36 кг.

Разница в механической прочности (дробимости) кокса заводов № 1 и № 2 — с одной стороны, к/х завода № 3 — с другой, при одинаковой величине пластического слоя шихт (17 мм), связывается с тем, что в углях, потребляемых заводом № 3, в составе органической массы больше фюзенизированных веществ, чем в углях заводов № 1 и № 2. В шихте завода № 3 содержание $\Sigma\Phi$ равно 24% при общем содержании явных отощителей $\Sigma\Phi + M = 30\%$, а в шихте завода № 1 $\Sigma\Phi$ равно 14,4% при $\Sigma\Phi + M = 19,4\%$.

Шихты коксо-химических заводов № 1 и № 2 характеризуются значением K_p в пределах до 0,6; для шихты завода № 3 значение $K_p = 1,1$. Видимо, по этому показателю (K_p) можно предугадывать механическую прочность кокса.

Для шихт из мытых углей, обеспечивающих высокую прочность кокса, в коэффициенте $K_p = \frac{\Sigma\Phi + M^{об}}{\Sigma\Gamma \text{ неакт.}}$ не только абсо-

лютно уменьшается числитель за счет удаления части минеральных примесей и фюзенизированных веществ, но относительно увеличивается и знаменатель — содержание неактив-

ного гелефицированного вещества. Это приводит к выводу, что, если в составе отошителей шихты максимальное количество будет приходиться на неактивное гелефицированное вещество, это должно приводить к лучшему качеству кокса по механической прочности.

Сравнительно наилучшие результаты по механической прочности кокса получены нами опытами ящичного коксования из шихты с содержанием длиннопламенного кларенового угля ш. Кураховка № 38 (Донбасс), как отошителя, в количестве 15%, с крупностью его дробления: 100% под сито 1,5 мм.

Результаты исследования

1. Дается простая по форме промышленная классификация углей с параметрами «У», $(\Sigma \Gamma + K)$, $\text{tg} \alpha$ и K_{Π} , легко составляемая и легко понимаемая в условиях геологической, горно-промышленной и коксохимической практики.

2. В классификационную систему, построенную на принципе соответствия состава углей их свойству, укладываются изученные угли трех каменноугольных бассейнов, трех разных геологических периодов. Есть основание допускать, что система классификации может стать универсальной вообще для гумусовых каменных углей.

3. Система классификации дает возможность произвести параллелизацию технологических свойств гелефицированного вещества в углях и технологическую группировку последних.

4. $\text{tg} \alpha = \frac{Y}{(\Sigma \Gamma + K)}$ есть показатель степени химической зрелости углей, химического состояния их гелефицированного вещества.

5. Параметры «У», $(\Sigma \Gamma + K)$ и $\text{tg} \alpha$ дают возможность распределять угли в строгой последовательности по их свойствам и качеству.

6. Разная механическая прочность кокса связана не только с оптимальным содержанием в пластической массе активного гелефицированного вещества, но и с соотношением разного характера отошающих компонентов, определяемым по коэффициенту K_{Π}

ДЛЯ ЗАМЕТОК

72454.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. И. Киргизской ССР

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

М-18335.

Подписано к печ. 31/1-55 г.

Зак. 51—100

Типография ЛТИ, проспект им. И. В. Сталина, 26.