

2. Афанасьев В.П., Варламов В.А., Гаранин В.К. Зависимость износа кимберлитовых минералов от условий и дальности транспортировки // Геология и геофизика. 1984, №6. – С. 92-98.
3. Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н. Основные литодинамические типы ореолов индикаторных минералов кимберлитов и обстановки их формирования // Геология рудных месторождений. 1999. Т.41 №3. – С. 281-288.
4. Афанасьев В.П., Соболев Н.В., Харьков А.Д. Эволюция химизма ассоциации пиропов в древних ореолах рассеяния // Геология и геофизика. 1984, №2. – С. 137-141.
5. Геология промежуточных коллекторов алмазов / А.А. Немиров, А.И. Скрипнин, В. И. Сафьянников и др. – Новосибирск: Наука, 1994.
6. Подвысоцкий В.Т., Белов Е.Н. Состав и условия формирования древних осадочных коллекторов и россыпей алмазов. – Якутск, 1995.
7. Подвысоцкий В.Т., Зинчук Н.Н., Афанасьев В.П. Морфологические особенности индикаторных минералов из осадочных коллекторов и россыпей алмазов различных генетических типов Сибирской платформы / ЯНИГП ЦНИГРИ АК “АЛРОСА”. – Мирный, 2000.
8. Харьков А.Д. Минералогические основы поисков алмазных месторождений. – М: Недра, 1978.
9. Харьков А.Д., Квасница В.Н., Сафонов А.Ф., Зинчук Н.Н. Типоморфизм алмаза и его минералов-спутников из кимберлитов. – Киев: Наукова думка, 1989.

*Рекомендовано до публікації д.геол.н. Барановим П.М.
Надійшла до редакції 24.05.2013*

УДК 553.96

© И.Л. Сафронов, А.М. Чернорай

КАЧЕСТВО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕЙ НОВО-ДМИТРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Рассматриваются основные показатели качества и технологические свойства углей Ново-Дмитровского месторождения. Приведены основные направления их использования.

Розглядаються основні показники якості і технологічні властивості вугілля Ново-Дмитрівського родовища. Приведені основні напрями його використання.

The basic indexes of quality and technological properties of coals of Novo-Dmitrovskogo of deposit are examined. Basic directions of their use are resulted.

По происхождению и вещественно-петрографическому составу угли Ново-Дмитровского месторождения принадлежат к подгруппе бурых гумусовых углей. Отражательная способность группы витринита изменяется от 5,8 до 6,2 (средняя 6). По петрографическому составу угли преимущественно аттритовые (мягкие, землистые) и гелитовые (плотные).

По особенностям внешнего вида (цвет, сложение) разделены на три группы:

1. Черные гелитовые угли.
2. Темно-коричневые и коричневые аттритовые угли.
3. Светло-коричневые липидо-гелитовые угли.

Группа черных гелитовых углей по результатам детальных петрографических исследований представлена хрупкими, плотными углями черного цвета, обладающими гелитовым сложением и тонкослоистой текстурой. Микроскопически они состоят из сильно остудневшего красного аттрита, терригенных примесей и мелких форменных элементов. Содержание минеральных примесей колеблется в пределах 24,5–40,2 %. Угли характеризуются частыми намывами глинистого, глинисто-кремнистого, реже алевритового и карбонатного материала и представляют собой частое переслаивание достаточно чистого или более зольного угля.

Среди гелитовых углей выделены следующие типы: телогелиты, кутинито-паренхогелиты, фюзинито-гелиты, экзинито-телогелиты.

Гелитовые угли полностью слагают Верхний горизонт и характерны для Сложного горизонта. Они характеризуются низким содержанием серы. При рассмотрении соотношений типов серы наблюдается преобладание пиритной серы. Отмечается высокий выход летучих веществ и низкие значения теплоты сгорания.

Группа темно-коричневых и коричневых аттритовых углей по результатам микроскопического и петрографического изучения представлена мелким растительным аттритом рыхлого землистого сложения с присутствием обломков лигнита. Угли гораздо светлее гелитовых – коричневые и темно-коричневые. По своей текстуре являются массивными и скрытослоистыми.

Среди аттритовых углей установлены следующие петрографические типы: телогелиты, паренхогелиты, резинито-телогелиты, резинито-фюзинито-гелиты, экзинито-телогелиты.

Аттритовые угли играют главную роль в составе Основного пласта. По данным технических анализов угли малозольные. Зола представлена глинистыми частицами или песчаными и алевритовыми зернами кварца. Угли характеризуются высоким содержанием органической серы, высоким выходом летучих веществ, высокой теплотой сгорания и высоким содержанием водорода.

Группа светло-коричневых липоидо-гелитовых углей по результатам петрографического описания характеризуется светло-коричневой до желтой окраской. Угли плотные, массивные по текстуре с неровным и остроугольным изломом. Микроскопически представлены желтым аттритом, являющимся продуктом разложения лигнита и суберинита. Угли часто обогащены глинистыми примесями и имеют серый оттенок.

Среди структурных микрокомпонентов наиболее распространены коровые ткани: желтые – суберинит и красные – феллинит.

Липоидо-гелитовые угли наблюдаются в Основном (до 7 %) и Сложном (до 1 %) горизонтах. Они характеризуются высоким содержанием органической серы, высоким выходом летучих веществ, высокой теплотой сгорания и высоким содержанием водорода.

Разрез Ново-Дмитровского месторождения состоит из пяти продуктивных горизонтов. Основные характеристики качества углей по пластам приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные характеристики качества углей по пластам

Показатель качества	I ₁	III ₂	IV ₁	IV ₂	IV ₃	V ₁	V ₂
Технологическая группа	Б2-1	Б1-2	Б1-1	Б1-2	Б1	Б1	Б1
Массовая доля общей рабочей влаги, %	38-54,6 (43,5)	44,2-64 (50,1)	44-57 (52,7)	45,2-60,2 (52,2)	45-58 (50,2)	45,4-60,8 (54,2)	47-58,2 (56)
Зольность сухого топлива, %	26,1	5,6-15,8 (8-12)	11,2-39,9 (27,8)	9,6-39,9 (24,5)	20-39,8 (33,3)	13-33,5 (26,3)	21,4-40 (34,5)
Высшая теплота сгорания, ккал/кг	6234-7106 (6847)	6204-7410 (7099)	6327	4898-8069 (6589)	5743-6402 (6084)	5820-6805 (6323)	5825-6264 (5979)
Низшая теплота сгорания, ккал/кг	2429	2560	1668	1906	1412	1394	1142
Выход летучих веществ, %		58,3					
Массовая доля общей серы, %	1,5	0,5-4,7 (2,7)	3,5	0,2-7,6 (2,2)	1,2-4,9 (3)	1,4-3,7 (2,5)	0,9-5,5 (2)
- сульфатная		0,14	0,11	0,11	0,15	0,14	0,09
- пиритная		0,35	1,5	0,89	1,18	1,9	1,16
- органическая		3,3	1,62	1,56	1,9	0,42	0,42
Группа по зольности (ГОСТ)	3,4,5	1	4,5	1-5 (3,4)	5	4,5	5
Температура плавления золы, °С	1057-1374	1054-1376	1055-1380	1028-1380	1060-1400	1024-1284	1050-1335
	легкоплавкие						
Выход гуминовых кислот, %	45,84	46,97-65,51	53,8-58,4	47,72-76			
Выход продуктов полукоксования на горючую массу, %							
- смола	9,58	14,24-18,06	6,51-7,14	6,51-10,38			
- полукокс	70,15	56,82-58,33	66,27-69,14	60,69-69,14			
- пирогенетическая вода	9,24	6,11-11,66	10,85-11,7	9,54-13,66			
- газ и потери	11,01	16,59-17,5	13,5-14,89	12,58-15,27			
Выход битума, %	6,03-10,77	10-15	до 7	до 13			
Воск (%)		56-62					
Средний объемный вес, г/см ³		1,15	1,24	1,19	1,21	1,22	1,25

Линза I₁ Нижнего продуктивного горизонта сложена в основном черным гумусовым углем со значительным количеством лигнита, по петрографическим признакам относимого к липоидо-микстогелитовому типу. Гетерогенная основа

мелкоаттритового характера содержит значительное количество склероций. Среди структурных компонентов значительное участие принимают феллиниты и паренхиты. Среди гумусового угля этого типа встречаются тонкие прослой сапропелево-гумусового угля, состоящего в значительной степени из водорослей и оболочек микроспор.

Минеральные примеси в углях представлены главным образом песчинками кварца, пиритом и глинистым материалом. Они образуют гнездовидные скопления, линзочки или тонко рассеяны в основной массе угля.

За счет сложного строения пластовая зольность (25,1 до 39,5 %) значительно выше зольности чистого угля (26 %). По количеству SiO_2 и Al_2O_3 зола кислого характера. Средний химический состав золы представлен в табл.2.

Второй продуктивный горизонт (II) и пласт III₁ промышленного значения не имеют, поэтому их петрографический состав и качество не изучались.

Основной продуктивный горизонт включает наиболее мощную угольную линзу III₂ с характерной мощностью 40–60 м (макс. 74 м), которая определяет промышленную ценность месторождения.

По результатам макроскопического изучения уголь темно-коричневый с редкими прослоями светло-коричневого аттритовой структуры. Содержит значительное количество смоляных зерен и фюзена. Состоит из аттритового угля (88 %), гелито-аттритового угля (5 %) и лигнитов (7 %).

Минеральные включения немногочисленны и представлены рассеянными зернами кварца или глинистыми частицами, гнездами глины, реже аутигенным пиритом.

Уголь малозольный. Средний химический состав золы представлен в табл.2. Отчетливая обратная связь между содержанием золы в угле и мощностью угольного пласта указывает на закономерное повышение зольности угля в направлении от центра впадины к ее окраинам. Установлена прямая зависимость между мощностями угольного пласта и угленосной толщи.

Таблица 2

Средний химический состав золы в %

Продуктивные горизонты		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O
Нижний	I ₁	50,93	20,49	3,2	12,45	1,67	9,6	0,54	0,63
Основной	III ₂	23,65	6,34	1,37	28,75	3,54	38,94	0,4	0,59
Сложный	IV ₁	60,54	17,75	6,47	5,93	1,4	4,48	1,02	0,45
	IV ₂	39,69	18,62	1,83	18,08	2,9	15,49	0,66	0,52
	IV ₃	53,6	23,6	3,84	8,07	1,64	6,22	1,4	0,59
Верхний	V ₁	44,21	17,45	12,49	10,85	2,89	8,6	2,09	0,9
	V ₂	50,6	18,74	11,34	8,12	2,6	5,41	1,92	0,72

В углях наблюдается четкая закономерность распределения серы по простиранию пласта и в вертикальном разрезе. Высокосернистые угли приурочены к центральной, наиболее погруженной части месторождения. Установлена прямая зависимость между содержанием серы в угле и мощностью пласта. Непосредственно в кровле Основной линзы залегает толща сульфатно-карбонатных пород, содержащих самородную серу. Характерным является закономерное

снижение сернистости угля в направлении сверху вниз – от кровли пласта к ее почве. Преобладание органической серы указывает на то, что она была привнесена туда водами уже после его образования и является эпигенетической. Источником серы служит горизонт серосодержащих пород, залегающий непосредственно выше Основного горизонта (рис. 1).

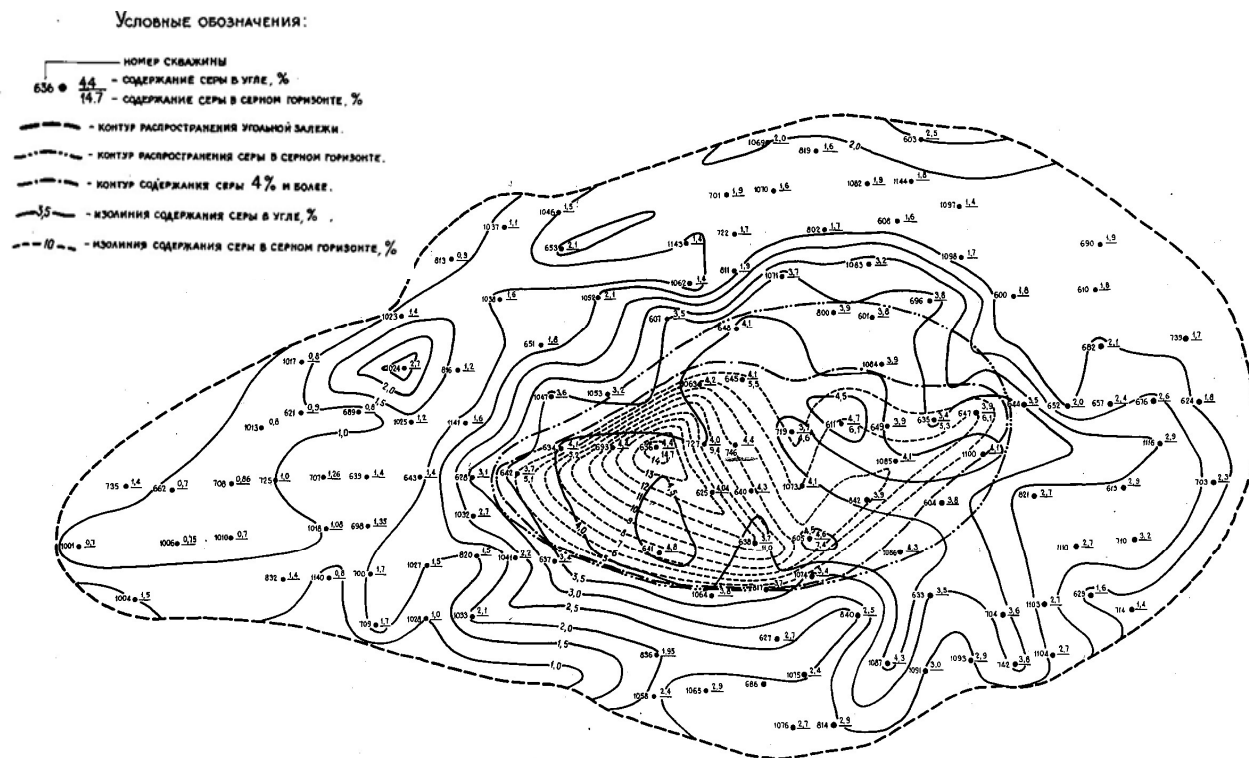


Рис. 1. План изолиний содержания серы Основной угольной залежи (III₂) и серного горизонта

Сложный продуктивный горизонт состоит из четырех пластов. Два нижних (IV₁ и IV₂) имеют близкий петрографический состав. Угли верхних пластов (IV₃ и IV₄) более плотные и содержат значительную примесь глины.

Макроскопически уголь Сложного горизонта темно-коричневый до черного, содержит до 25 % обломков лигнитизированной древесины. По сравнению с Основным горизонтом уголь темнее, более плотный, слоистый. Содержит значительное количество остатков корней. По петрографическому составу представлен переслаиванием аттринито-гелитового угля (до 75 %) с зольным углем и безугольными породами.

Минеральная примесь в углях представлена в основном глинисто-алевритистым материалом (более 10–20 %), образующим линзочки или тонко рассеянным в основной массе угля. Широко развит аутигенный пирит, содержание которого местами достигает 30 %.

Так же как и по Основному горизонту, в углях пласта IV₂ видно закономерное повышение зольности в направлении от центра к периферии. Установлена также обратная связь между содержанием золы в угле и мощности пласта. Средний химический состав золы представлен в табл.2.

Верхний продуктивный горизонт состоит из двух пластов (V_1 и V_2) имеющих близкий петрографический состав. Макроскопически уголь почти черный, плотный, слоистый. Содержит обломки лигнита и большое количество минеральной примеси (10–30 %). Горизонт сложен плотным гелитовым зольным углем, с участием кутинито-паренхогелитов. Гетерогенная часть угля представлена сильно остудневшим волокнистым аттритом. Минеральные компоненты тонко переплетены с органической частью или же представлены в виде намывов, прослоев и катышей глины.

Для всех горизонтов месторождения характерна прямолинейная зависимость объемного веса от содержания золы. Последняя плавно возрастает от центра к бортам депрессии синхронно с уменьшением мощности угольных залежей.

Теплотехнические свойства углей изучались во Всесоюзном теплотехническом институте (ВТИ) по Основному (III_2) и Сложному (IV_1, IV_2, IV_3) горизонтам. Проведенные исследования приводят к таким выводам:

1. Угли месторождения относятся к классу гумусовых. Согласно классификации бурых углей Украины (ГОСТ) относятся по содержанию рабочей влаги к первой группе, по выходу смолы ко второй подгруппе. Марка углей Б-1-2.

2. По физико-химическим характеристикам они весьма сходны с молодыми бурными углями Украины и Южно-Уральского бассейна.

3. Угли Ново-Дмитровского месторождения могут быть рекомендованы в качестве топлива для тепловых электростанций. Высокий выход летучих веществ позволяет сжигать уголь в виде грубой пыли. Вязкостные характеристики шлака допускают надежное его удаление из топки в жидком состоянии. Высокое содержание серы в топливе и окиси кальция в золе обусловят, по видимому, образование отложений в трубках экранов и пароперегревателей, а также засорение труб воздухоподогревателей. Коррозия последних будет практически отсутствовать.

Изучение химико-технологических свойств углей Ново-Дмитровского месторождения проводилось в Днепропетровском химико-технологическом институте (ДХТИ) по технологическим пробам, что позволило сделать такие выводы:

1. Угли Основной залежи (III_2) малозольные ($A^o - 13,6\%$), сернистые ($S^c_{об} - 3,3\%$) с высокой теплотой сгорания ($Q^g_6 - 7150$), высокий выход первичной смолы (15 %) и спирто-бензольного экстракта (12 %) указывают на их ценные химико-технологические свойства и возможность разностороннего комплексного использования.

2. Они пригодны для переработки методом полукоксования либо по комплексной энергохимической схеме для получения ценных жидких продуктов.

3. Низкая шлакуемость золы и высокая реакционная способность углей позволяет сжигать их в современных топках либо газифицировать с целью получения технологических газов.

4. Высокий выход битумов (до 11 %) и высокое содержание в битумах восков (56–62 %) позволяют на базе этих углей организовать производство монтан-воска.

5. Угли пластов Сложного и Верхнего продуктивных горизонтов высокозольные, но менее сернистые; предпочтительное направление их использования – энергетика; залежи IV_1 и IV_3 могут использоваться как сырье для получения пара и электроэнергии, необходимое для брикетирования.

Исследования брикетов производилось в промышленных условиях на Александрийской брикетной фабрике. Результаты испытаний показывают:

1. Угли легко брикетируются без связующих добавок; полученные брикеты по механической прочности и водостойкости полностью отвечают предъявляемым требованиям.

2. Влагоустойчивость брикетов высокая (после 2-х часового пребывания брикета под водой процент поглощения воды ниже 3 %);

3. При исследовании термоустойчивости брикетов в муфельной печи (850 °С) горение не сопровождалось разрушением их цилиндрической формы, минеральный остаток не сплавлялся.

4. Варьирование оптимальных параметров углей Основного горизонта в широких пределах (влажность 6–14 %, крупность от 0–6 до 0–3 мм и ниже, давление прессования 800–1200 кг/см², температура нагрева 40–100 °С) существенно не меняет механические качества, следовательно технология брикетирования соответствует обычной, применяемой на буроугольных брикетных фабриках для молодых бурых углей.

5. При оптимальных параметрах брикетирования углей Сложного горизонта (измельчение 3–0 мм, влажность 13–21 %, давление прессования 500 кг/см², температура нагрева 40 °С) прочность полученных брикетов на истирание составляет 90–94 %; рекомендуется термическая обработка брикетов в установке с твердым теплоносителем с целью получения из них бездымного топлива, газа и химических продуктов.

Таким образом, вышеизложенные детальные исследования бурых углей Ново-Дмитровского месторождения позволяют сделать такие выводы:

1. Угли Основного горизонта (III_2) и пласта IV_2 Сложного горизонта являются хорошим сырьем для производства высококачественных брикетов.

2. Угли Основного горизонта (III_2) пригодны для химико-технологической переработки, могут быть использованы для получения монтан-воска.

3. Угли всех пластов могут служить топливом для электростанций.

Список литературы

1. Буцик Ю.В., Косенко Б.М., Левенштейн М.Л. и др. Уникальное месторождение бурого угля северо-западных окраин Донбасса. Геол. Журнал АН УССР, т. XXVI, Вып.6, 1966 г.
2. Михелис А.А. Вещественный состав и строение буроугольных пластов Донбасса и Днепровско-Донецкой впадины. В кн. “Геология угольных месторождений”, т. II, М., изд-во “Наука”, 1971 г.

*Рекомендовано до публікації д.г.-м.н. Барановим В.А.
Надійшла до редакції 18.04.2013*