

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УГЛЕЙ УЧАСТКА “УСПЕНОВСКИЙ №2” ЗАПАДНОГО ДОНБАССА НА ОСНОВАНИИ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЕГО ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

В. Савчук¹, Д. Рудаков², Д. Приходченко^{3*}

¹Кафедра геологии и разведки месторождений полезных ископаемых, Национальный горный университет, Днепропетровск, Украина

²Кафедра гидрогеологии и инженерной геологии, Национальный горный университет, Днепропетровск, Украина

³Кафедра общей и структурной геологии, Национальный горный университет, Днепропетровск, Украина

*Ответственный автор: e-mail damian-87@i.ua, тел. +380962719664

ASSESSMENT OF COAL QUALITY ON THE SITE “USPENIVSKA NO 2” IN WESTERN DONBAS BASED ON THE STATISTICAL ANALYSIS OF ITS CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES

V. Savchuk¹, D. Rudakov², D. Prykhodchenko^{3*}

¹Geology and Mineral Exploration Department, National Mining University, Dnipropetrovsk, Ukraine

²Hydrogeology and Engineering Geology Department, National Mining University, Dnipropetrovsk, Ukraine

³General and Structural Geology Department, National Mining University, Dnipropetrovsk, Ukraine

*Corresponding author: e-mail damian-87@i.ua, tel. +380962719664

ABSTRACT

Purpose. To conduct a comprehensive assessment of the coal seams' quality on the site “Uspenivska No 2” in Lozivskiy coal-bearing area of the Western Donbas industrial district; establish their grade composition according to current standards, and find the main directions of their rational use.

Methods. The research is based on the methods of analysis, synthesis, and statistical treatment of indices followed by the prognosis and refining of coal quality characteristics.

Findings. We analyzed the reserves of fuel and energy resources of Ukraine and evaluated chemical and technological characteristics of coal seams for the site “Uspenivska No 2”. Statistical treatment of the data allowed to reveal the relationships between the quality indices and establish lateral and stratigraphic patterns. The grade composition has been specified and the ways of coal rational use have been considered.

Originality. The distribution patterns of coal quality parameters have been established for the site “Uspenivska No 2” in Lozivskiy coal-bearing area of the Western Donbas by statistical analysis. In particular, statistical significance of the reduction in the vitrinite reflectance index and combustion heat, as well as the increase in volatiles output with increasing depth has been confirmed.

Practical implications. Detailed statistical analysis of coal quality allowed giving recommendations on rational use and implementation of clean technologies of coal processing at the stage of geological exploration.

Keywords: coal, chemical and technological parameters, ash content, sulfur content, combustion heat

1. ВВЕДЕНИЕ

Особенностью запасов топливно-энергетических ресурсов Украины является то, что нефтегазовой промышленностью уже добыто 85% разведанных геологических запасов нефти и 77% запасов природного газа. Главным энергетическим сырьем в Украине является уголь. Его доля составляет 94.5% от всех запасов топлива. Доля нефти собственной добычи составляет всего 2%, а газа – 3.5% (Skliar, Zolotko, & Filippenko, 2011). Подтвержденные запасы угля в

Украине составляют 56.2 млрд т, из которых на Донбасс приходится 93%, из которых более 31 млрд т – энергетический. Это дает основания рассматривать уголь как основу развития отечественной энергетики.

Анализ запасов угля Украины показывает, что суммарная долевая часть малометаморфизованного угля марок Д, ДГ и Г в категории А + В + С1 составляет 62%, в том числе 16.2% из которых пригодны для коксования. Широкое их использование в промышленности сдерживается их технологическими особенностями (Zhykalyak & Lukinov, 2016). Угли

марок Д, ДГ и Г характеризуется преимущественно повышенной влажностью, зольностью, сернистостью и своеобразным химическим составом золы.

Площадь со значительными запасами такого угля расположена к северу от Западного Донбасса, и по фациальным и генетическим особенностям является продолжением угленосной формации Донбасса, получила название Лозовского угленосного района. Общие запасы и прогнозные ресурсы по данной площади составляют около 3.5 млрд т. Их использование связано с рядом технологических и экологических проблем (Savchuk, Prykhodchenko, Buzylo, Prykhodchenko, & Tykhonenko, 2013; Savchuk, Prykhodchenko, Prykhodchenko, & Tykhonenko, 2014).

В сложившихся условиях возникает необходимость детального статистического анализа данных состава и качества угля еще на стадии геологоразведочных работ для предоставления рекомендаций их рационального использования и внедрения чистых технологий переработки угля. Рациональное и эффективное применение угля возможно только при условии всестороннего изучения и оценки его состава и технологических свойств, надежных прогнозов их изменения. Установление их генетических особенностей, определения стратиграфических и латеральных закономерностей их изменения с последующим определением рациональных направлений

использования угля по новым технологиям приобретает актуальное значение.

Целью работы является всесторонняя оценка качества основных промышленных угольных пластов участка “Успенский №2” Лозовского угленосного района Западного Донбасса, установление их марочного состава по действующим стандартам и определение основных направлений рационального использования.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Участок “Успенский №2” сосредоточен в восточной части Лозовского угленосного района и находится на стадии законченных разведочных работ (Рис. 1). Промышленная угленосность участка “Успенский №2” приурочена к отложениям среднего карбона свит C_2^1, C_2^2, C_2^3 , в разрезе которых выявлено до 20 угольных пластов и прослоев.

Средняя мощность продуктивной толщи от верхнего угольного пласта i_1^5 до нижнего пласта f_0^5 составляет 655 м. Суммарная мощность всех угольных пластов и прослоев в среднем равна 13.5 м. Коэффициент общей угленосности составляет 1.9%.

В разрезе оцениваемого участка выявлено 9 угольных пластов: $i_1^5, h_{10}, h_4, h_1, g_1^3, g_1^2, g_1, f_0^7, f_0^5$ со средней мощностью более 0.6 м. Угольные пласты i_1^5 и g_1^3 практического интереса не представляют в связи с ограниченной площадью распространения.



Рисунок 1. Схема расположения участка “Успенский №2” в структуре Большого Донбасса

Мощность угольных пластов изменяется от 0.6 м до 2.16 м. Глубина залегания пластов колеблется от 328 до 1030 м. По мощности и площадному распространению угольные пласты в основном относительно выдержанные, тогда как пласты i_1^5, g_1^3, f_0^5 – не выдержанные. Углевмещающие породы представлены аргиллитами, алевролитами, песчаниками. Имеют место ложные кровля и почва в виде аргиллита углистого и расслоенных высокозольных разновидностей угля. В пределах оцениваемой площади угольные пласты i_1^5, h_{10} имеют выход под рыхлые мезокайнозойские породы вскрыши.

Химико-технологическая характеристика углей. По средним показателям зольности средневзвешенных пачек и пластовой зольности угли пластов характеризуется как зольные и высокозольные ($A_1^d = 13.5 - 25.4\%$) (Табл. 1). Повышенная зольность чистого угля, особенно пластов i_1^5, h_4 , обусловлена минерализацией угля в виде гнезд, налетов пирита, кальцита, тонкого переслаивания угля глинистым материалом. Высокая пластовая зольность угля наблюдается за счет усложнения пластов.

Таблица 1. Химико-технологические показатели углей основных рабочих пластов участка "Успенковский №2" Лозовского угленосного района

Пласт	m , м	W^a , %	A_i^d , %	S_i^d , %	P , %	V^{daf} , %	Y , мм	O_s^{daf} , Мдж/кг
i_1^5	$\frac{0.75-1.47}{1.44}$	$\frac{3.0-4.9}{4.0}$	$\frac{21.6-30.3}{25.9}$	$\frac{3.1-6.6}{4.7}$	—	$\frac{40.7-44.0}{42.7}$	0	$\frac{30.96-32.30}{31.63}$
h_{10}	$\frac{0.72-1.28}{0.95}$	$\frac{1.7-4.2}{2.9}$	$\frac{9.9-24.0}{15.8}$	$\frac{1.4-3.5}{2.3}$	$\frac{0.007-0.016}{0.010}$	$\frac{39.3-44.6}{42.3}$	$\frac{0-6}{5}$	$\frac{30.47-33.38}{32.27}$
h_4	$\frac{1.20-1.83}{1.44}$	$\frac{1.6-6.5}{3.9}$	$\frac{14.3-29.4}{21.7}$	$\frac{1.7-4.5}{3.1}$	$\frac{0.008-0.097}{0.024}$	$\frac{37.8-43.6}{41.7}$	$\frac{5-6}{5}$	$\frac{30.97-33.67}{32.11}$
h_1	$\frac{0.60-1.25}{0.90}$	$\frac{1.1-7.1}{3.4}$	$\frac{5.5-30.7}{13.5}$	$\frac{2.0-4.5}{3.0}$	$\frac{0.002-0.042}{0.012}$	$\frac{38.1-43.5}{41.2}$	$\frac{5-7}{6}$	$\frac{30.18-33.70}{32.73}$
g_1^2	$\frac{0.60-2.16}{1.25}$	$\frac{1.6-5.9}{3.2}$	$\frac{6.4-28.6}{15.5}$	$\frac{0.8-4.1}{1.9}$	$\frac{0.006-0.050}{0.028}$	$\frac{36.0-43.9}{39.0}$	$\frac{5-7}{6}$	$\frac{31.40-34.51}{32.73}$
g_1	$\frac{0.85-2.12}{1.50}$	$\frac{1.5-4.7}{2.6}$	$\frac{7.4-29.8}{17.1}$	$\frac{1.5-4.5}{2.8}$	$\frac{0.007-0.044}{0.021}$	$\frac{36.5-42.3}{40.1}$	$\frac{6-9}{7}$	$\frac{31.73-34.25}{33.25}$
f_0^7	$\frac{0.70-1.09}{0.95}$	$\frac{1.1-4.7}{2.6}$	$\frac{9.9-31.5}{19.0}$	$\frac{1.8-4.5}{2.9}$	$\frac{0.007-0.102}{0.046}$	$\frac{37.3-43.1}{40.4}$	$\frac{6-11}{8}$	$\frac{32.19-34.53}{33.33}$
f_0^5	$\frac{0.60-1.09}{0.70}$	$\frac{1.4-4.1}{2.6}$	$\frac{16.9-24.7}{18.6}$	$\frac{1.4-3.9}{3.1}$	$\frac{0.008-0.047}{0.028}$	$\frac{38.6-42.6}{40.8}$	$\frac{7-10}{8}$	$\frac{33.34-34.21}{33.8}$

По соотношению $(SiO_2 + Al_2O_3)/(Fe_2O_3 + CaO + MgO)$ зола углей пластов h_{10} , h_4 , g_1^3 , g_1^2 , g_1 , f_0^7 , f_0^5 относится к кислой, пласта h_1 – к основной, по химическому составу зола углей пластов h_{10} , h_4 , g_1^3 , g_1^2 , g_1 , f_0^7 , f_0^5 является кремнистой, пласт h_1 – железистой.

По среднему содержанию серы общей угли пластов h_{10} , g_1^2 – среднесернистые, пластов h_4 , h_1 , g_1^3 , g_1 , f_0^7 , f_0^5 – сернистые, средние значения изменяются от 1.9 (пл. g_1^2) до 3.0% (пл. h_1) при предельных значениях 1.4 – 4.5%. В составе серы общей преобладает сера пиритная и массовая доля ее изменяется от 40 до 84% при средних значениях 60 – 75% по отношению к сере общей. Массовая доля сульфатной серы незначительная и средние значения ее составляют 3 – 4% к сере общей. Средние значения органической серы составляют 21 – 37% к сере общей. Выход летучих веществ (V^{daf}) – высокий, изменяется от 36.0 до 45.0% при средних 39.0% (пл. g_1^2) – 42.3% (пл. h_{10}) и зависит от петрографического состава, степени окисленности и восстановленности углей. Этот показатель характеризует угли как каменные невысокой стадии метаморфизма. Закономерности в распределении V^{daf} на площади пластов не отмечено. Влага аналитическая (W^a) колеблется от 1.1% до 7.1% при средних значениях 2.6 – 3.9%. Элементный состав характеризует угли как каменные невысокой степени метаморфизма и в среднем изменяется в следующих пределах: С: 78.6 – 80.4%; Н: 5.4 – 5.6%; (О + N): 10.8 – 14.1%. Наблюдается закономерность увеличения содержания углерода и понижения содержания суммы кислорода и азота от верхних пластов к нижним.

Статистический анализ свойств углей. С целью повышения достоверности статистических оценок для увеличения объема выборки несколько пластов одной свиты были объединены и рассматривались как единая выборка по свитам: пласты f_0^5 и f_0^7 , пласты g_1 , g_1^2 и g_1^3 , и пласты h_1 , h_4 и h_{10} . Также был выполнен анализ для общей выборки по всем трем рассматриваемым свитам.

Для каждой свиты были определены средние значения, коэффициент вариации, асимметрия и эксцесс, а для общей выборки – также и интервал достоверного определения этих параметров с уровнем значимости 5% (Pivniak et al., 2009) (Табл. 2). Среднее содер-

жание серы в общей выборке достаточно высокое (> 3%), фосфора – сравнительно небольшое (0.022%), хотя анализ функции распределения этих показателей показывает существенную асимметрию с несколькими достаточно большими значениями. Проверка гипотезы о несоответствии распределений этих параметров нормальному распределению на основании показателей асимметрии и эксцесса подтверждена с доверительной вероятностью 99.73%. Более того, даже выборки от логарифмов содержаний серы и фосфора не могут характеризоваться как логнормальные распределения. Причиной этого является небольшая доля проб (5% для фосфора и 12% для серы) с очень высокими содержаниями данных элементов, превышающими 50% от среднего между крайними значениями в выборках.

Максимальные значения серы (> 4.5%, характерные для высокосернистых углей) получены для скважин №21018, 22883, 22899, 22941, 22966, 23076, 23138, 23292 в свите C_2^2 , и №8828, 21018, 23098, 23036 в свите C_2^3 . Распределение содержания серы в плане для обоих свит практически не коррелирует друг с другом. Выборка по свите C_2^1 недостаточно представительна для построения карты.

Пробы с высоким содержанием фосфора (более 0.03%) приурочены к скважинам №8877, 20655, 20712, 23055, 23127, 8828, 8877, 20790, 20807, 20849, 21325, 21576, 22831, 23127, 23194, 21003, 21018 – в свите C_2^3 , а также №21279, 8750 – в свите C_2^3 . При этом содержания серы и фосфора практически не коррелируют между собой. По анализу 39 проб, в которых определялось одновременно содержание обоих элементов, коэффициент корреляции составил 0.016. Наибольшая мощность пласта отмечена по скважинам №20849, 22946, 23055, 23061, 23075, 23077, 23131, 23148, 23245, 23246, 23274, 23286, 23287, 23291, 20781, 22808, 22854, 23077, 23123, 23193, 23289 – в свите C_2^2 , а также №23021, 23036, 23061, 23074, 23075, 23091, 23179, 23291 – в свите C_2^3 .

Распределение других показателей имеют заметно меньшую асимметрию (особенно для показателей R^o , V^{daf} , W^a), а гипотеза о том, что они распределены нормально, не отвергается.

Таблица 2. Результаты статистического анализа свойств углей в свитах C_2^1 (f), C_2^2 (g) и C_2^3 (h) на территории площади "Успеновская №2" Лозовского угленосного района

Свита	Стат. параметр	Классификационные показатели							
		m , м	W^a , %	A_t^d , %	S_t^d , %	P , %	V^{daf} , %	Q_s^{daf} , Мдж/кг	R^o
C_2^1	n	33	1	2	5	16	1	1	16
	\bar{x}	0.656	2.8	20.4	2.22	0.042	40.6	34.1	0.619
	x_{\min}	0.2	2.8	14.7	1.4	0.007	40.6	34.1	0.48
	x_{\max}	1.24	2.8	26.1	3.2	0.102	40.6	34.1	0.67
	ν	0.411	—	—	0.309	0.698	—	—	0.045
	A	0.359	—	—	0.434	0.906	—	—	-2.137
	E	0.201	—	—	-0.790	0.345	—	—	5.975
C_2^2	n	148	13	30	53	62	13	11	79
	\bar{x}	0.947	4.323	16.937	3.215	0.023	39.246	33.318	0.568
	x_{\min}	0.3	2.0	5.4	1.2	0.004	36.0	32.2	0.44
	x_{\max}	1.75	6.1	34.4	8.9	0.066	45.7	34.2	0.72
	ν	0.329	0.336	0.468	0.539	0.615	0.073	0.019	0.092
	A	-0.026	-0.534	0.668	1.278	0.742	1.004	-0.004	-0.221
	E	-0.504	-1.319	-0.525	1.797	0.073	0.598	-0.954	0.860
C_2^3	n	121	15	31	51	44	15	12	58
	\bar{x}	0.766	4.207	17.858	3.035	0.013	42.267	32.267	0.454
	x_{\min}	0.1	2.0	5.3	1.5	0.002	38.1	30.7	0.35
	x_{\max}	1.46	7.0	38.3	7.1	0.042	46.7	33.6	0.53
	ν	0.314	0.410	0.548	0.390	0.629	0.059	0.027	0.085
	A	0.601	0.583	0.802	1.504	1.705	0.049	-0.508	-0.185
	E	1.231	-1.228	-0.414	2.279	3.452	-0.635	-0.593	-0.216
ΣC_2	n	302	29	63	109	122	29	24	153
	\bar{x}	0.843	4.210	17.500	3.085	0.022	40.855	32.825	0.530
	x_{\min}	0.1	2.0	5.3	1.2	0.002	36.0	30.7	0.35
	x_{\max}	1.75	7.0	38.3	8.9	0.102	46.7	34.2	0.72
	ν	0.355	0.373	0.502	0.476	0.809	0.073	0.029	0.145
	A	0.329	0.246	0.753	1.475	1.963	0.163	-0.552	-0.04
	E	-0.211	-1.301	-0.357	2.667	5.460	-0.873	0.021	-0.912
	δ	± 0.038	± 0.598	± 2.169	± 0.276	± 0.003	± 1.135	± 0.409	± 0.012

*обозначения статистических параметров: n – объем выборки; \bar{x} – среднее значение классификационного показателя; x_{\min} – минимальное значение показателя в выборке; x_{\max} – максимальное значение показателя в выборке, ν – коэффициент вариации; A – асимметрия; δ – отклонения от среднего значения для доверительного интервала с уровнем значимости 5%

Наибольшие отличия между свитами отмечаются по показателям отражения витринита, содержанию фосфора и мощности пласта. Проверкой по критерию Стьюдента установлено статистически значимое различие свит по показателю отражению витринита с доверительной вероятностью 99.9%, фосфора – 98%, мощности пласта – 99.9% по свитам C_2^1 и C_2^2 , C_2^2 и C_2^3 , а 90% – по свитам C_2^1 и C_2^3 . Отличия между свитами по содержанию серы статистически не значимы, можно говорить об отличии свиты C_2^1 от двух других при невысокой доверительной вероятности 90%, однако, для этой свиты с 5 членами выборки по содержанию серы делать окончательные выводы не представляется возможным.

Распределение исследуемых показателей по вертикали (Рис. 2) указывает на статистически значимые тренды увеличения показателя отражения витринита, уменьшения выхода летучих веществ и увеличения теплоты сгорания с глубиной (Рис. 2а, б, в). Следует отметить также менее выраженные тренды уменьшения содержания фосфора и увеличения мощности пласта с глубиной (Рис. 2д, ж, з). Достоверность этих трендов подтверждена их корреляцией с параметром глубины Z . Так, статистическая значимость коэффициента корреляции по критерию Стьюдента составляет: по показателю отражения витринита $R^o = -0.703$,

по теплоте сгорания $r = -0.687$, по выходу летучих веществ $r = 0.553$, по содержанию фосфора $r = -0.369$, по мощности пласта $r = -0.264$ с доверительной вероятностью $p = 99.5\%$. Изменения остальных показателей по глубине статистически не значимы.

Согласно классификации, которая действует в государствах СНГ (GOST..., 1988) уголь пластов участка "Успеновский №2" относится к каменному, представлено маркой Д, подгруппой длиннопламенных витринитового и частично марками ДГ и Г (пласты f_0^7, f_0^5). В соответствии с государственным стандартом Украины (DSTU..., 2010) – уголь классифицируется как каменный и относится к марке Д и ДГ.

Согласно Международной системы кодификации (International codification system..., 1988) уголь пластов относится к среднему рангу (каменный уголь).

В целом, угли свиты C_2^3 обладают более высоким качеством: характеризуются меньшим содержанием серы и фосфора, чем свита C_2^2 . Однако мощность пластов свиты C_2^2 существенно больше (в среднем почти на 20 см) по сравнению с мощностью пласта свиты C_2^3 . На основании этого можно проектировать участки возможной разработки данного месторождения с учетом требований к качеству угля и возможностей добывающей техники.

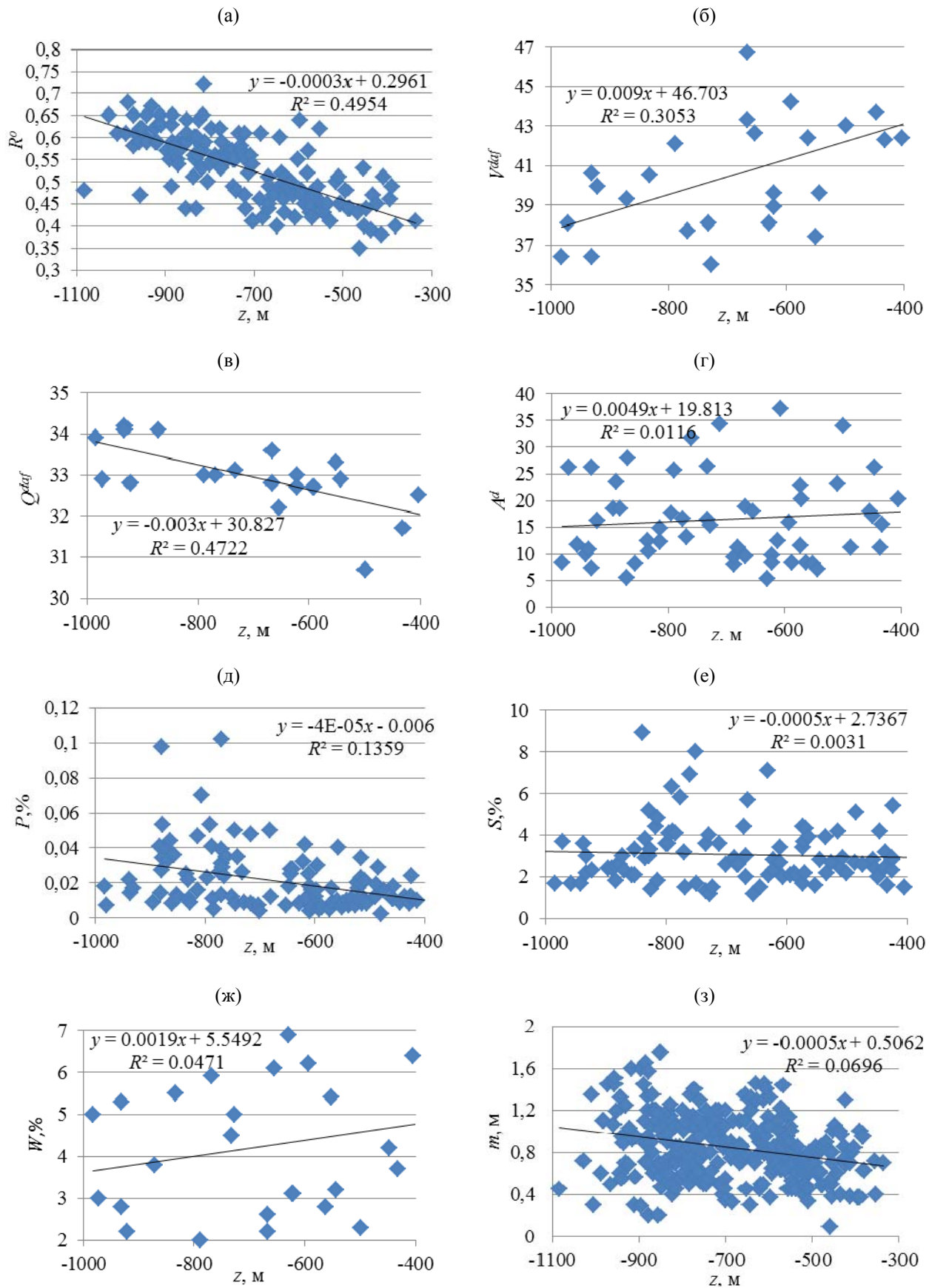


Рисунок 2. Изменение классификационных показателей угля с глубиной: (а) показателя отражения витринита; (б) выхода летучих веществ; (в) теплоты сгорания; (г) зольности; (д) содержания фосфора, (е) содержания серы; (ж) влажности; (з) мощности пласта

Проведенный анализ химико-технологических свойств углей позволил дать рекомендации к их использованию. Угли пластов могут быть использованы как энергетическое топливо для процессов сжигания и гидрогенизации, кроме того, угли пласта₁ можно считать пригодными для слоевого коксования.

3. ВЫВОДЫ

1. Угольные пласты характеризуются сложным многопачечным строением и наличием фациальных размывов и частично простым строением с выдержанной мощностью.

2. Уголь как отдельных пластов, так и свит в целом, относится к зольному и сернистому типу.

3. Стратиграфической закономерности в изменении метаморфизма, состава и качества углей не выявлено, в связи с неполным разрезом толщ среднего карбона.

4. Установлены различия в составе и качестве углей изучаемой площади по сравнению с одновозрастным углем Лозовского угленосного района.

5. Установлена резкая асимметрия распределения содержания серы и фосфора в угле, что обусловлено небольшой долей проб (5% для фосфора и 12% для серы) с очень высокими содержаниями данных элементов.

6. Установленные тесные корреляционные связи между глубиной залегания пластов Z и показателями R^o , V^{daf} , W^a свидетельствуют о близкой степени метаморфизма, восстановленности и окисленности углей всех свит участка.

7. В соответствии с действующим в Украине стандартом, исследованный уголь относится к марке Д и ДГ. Согласно Международной системе кодификации он классифицирован как каменный уголь среднего ранга.

ABSTRACT (IN RUSSIAN)

Цель. Всесторонняя оценка качества основных промышленных угольных пластов участка “Успеновский №2” Лозовского угленосного района Западного Донбасса, установление их марочного состава по действующим стандартам и определение основных направлений их рационального использования.

Методика. Методической основой исследований является анализ, обобщение и статистическая обработка показателей с последующим прогнозом и выявлением особенностей качества угля.

Результаты. Выполнен анализ запасов топливно-энергетических ресурсов Украины, дана химико-технологическая характеристика углей пластов участка “Успеновский №2”. Проведенная статистическая обработка данных позволила выявить зависимости между показателями качества, а также установить латеральные и стратиграфические закономерности. Уточнен марочный состав и пути рационального использования угля.

Научная новизна. Путем статистического анализа установлены закономерности распределения показателей качества углей для пластов участка “Успеновский №2” Лозовского угленосного района Западного Донбасса, в частности, подтверждена статистическая значимость уменьшения показателя отражения витринита и теплоты сгорания, а также увеличения выхода летучих веществ с увеличением глубины.

Практическая значимость. Детальный статистический анализ данных качества угля позволяет дать рекомендации по рациональному использованию и внедрению чистых технологий переработки угля еще на стадии геологоразведочных работ.

Ключевые слова: уголь, химико-технологические показатели, зольность, сернистость, теплота сгорания

ABSTRACT (IN UKRAINIAN)

Мета. Оцінка якості основних промислових вугільних пластів ділянки “Успенівська №2” Лозівського вугленосного району Західного Донбасу, встановлення їх марочного складу за діючими стандартами та визначення основних напрямків раціонального використання.

8. С учетом химико-технологических свойств угля основными направлениями его использования является сжигание и глубинная термическая переработка.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы выражают благодарность в содействии и консультациях генеральному директору ГРГП “Донецкгеология”, д.э.н, к.геол.н. Н.В. Жикаляку.

REFERENCES

- DSTU 3472:2010. (2010). Vuhillia bure, kam'iane ta antratsyt. Klyasyfikatsiia. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy.
- GOST 25543-88. (1988). *Ugli buryie, kamennyye i antratsity: Klassifikatsiya po geneticheskim i tehnologicheskim parametrov.* Moskva: IPK Izdatel'stvo standartov.
- International codification system of coals of high and middle ranks.* (1988). New-York: OON.
- Pivniak, H.H., Shashenko, O.M., Sdvyzhkova, O.O., Busyhin, B.S., Sobolev, V.V., Humenyk, I.L., Rudakov, D.V., & Dovbnich, M.M. (2009). *Modeliuvannia heotekhnichnykh system.* Dnipropetrovsk: Natsionalnyi hirnychiy universytet.
- Savchuk, V., Prykhodchenko, V., Buzlyo, V., Prykhodchenko, D., & Tykhonenko, V. (2013). Complex Use of Coal of Northern Part of Donbass. *Mining of Mineral Deposits*, 112-119. <https://doi.org/10.1201/b16354-34>
- Savchuk, V., Prykhodchenko, V., Prykhodchenko, D. & Tykhonenko, V. (2014). Petrographic Characteristic of Middle Carboniferous Coal of Bashkirian Formation in Lozovskoi Coal Area of Western Donbas. *Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, and Ores Mining*, 417-421. <https://doi.org/10.1201/b17547-71>
- Skliar, P.T., Zolotko, O.A., & Filippenko, Iu.M. (2011). *Dovidnyk pokaznykiv yakosti, obsiahu vydobutku vuhillia ta vypusku produktiv zbahachennia u 2011 r.* Luhansk: UKrNDIvuhlezbahachennia.
- Zhykaliak, M., & Lukinov, V. (2016). Improve State Regulation of Sustainable Development of Energy Resources Ukraine. *Mining of Mineral Deposits*, 10(2), 97-105. <https://doi.org/10.15407/mining10.02.097>

Методика. Методичною основою дослідження є проведення аналізу, узагальнення та статистичної обробки показників із подальшим прогнозом та виявленням особливостей якості вугілля.

Результати. Виконано аналіз запасів паливно-енергетичних ресурсів України, надано хіміко-технологічну характеристику вугілля пластів ділянки “Успенівська №2”. Проведена статистична обробка даних, яка дозволила виявити залежності між показниками якості й встановити латеральні та стратиграфічні закономірності. Уточнено марочний склад і шляхи раціонального використання вугілля.

Наукова новизна. Шляхом статистичного аналізу встановлено закономірності розподілу показників якості вугілля для пластів ділянки “Успенівська №2” Лозівського вугленосного району Західного Донбасу, зокрема, підтверджена статистична значимість зменшення показника відбиття вітриніту та теплоти згорання, а також збільшення виходу летючих речовин зі збільшенням глибини.

Практична значимість. Детальний статистичний аналіз даних якості вугілля дозволяє надати рекомендації щодо раціонального використання та впровадження чистих технологій переробки вугілля ще на стадії геолого-розвідувальних робіт.

Ключові слова: вугілля, хіміко-технологічні показники, зольність, сірчистість, теплота згорання

ARTICLE INFO

Received: 17 November 2016

Accepted: 12 December 2016

Available online: 30 December 2016

ABOUT AUTHORS

Viacheslav Savchuk, Doctor of Geological Sciences, Head of the Geology and Mineral Exploration Department, National Mining University, 19 Yavornytskoho Ave., 7/412, 49005, Dnipropetrovsk, Ukraine. E-mail: damian-87@i.ua

Dmytro Rudakov, Doctor of Technical Sciences, Head of the Hydrogeology and Engineering Geology Department, National Mining University, 19 Yavornytskoho Ave., 1/54, 49005, Dnipropetrovsk, Ukraine. E-mail: gig_nmu@i.ua

Dmytro Prykhodchenko, Candidate of Geological Sciences, Associate Professor of the General and Structural Geology Department, National Mining University, 19 Yavornytskoho Ave., 1/103, 49005, Dnipropetrovsk, Ukraine. E-mail: damian-87@i.ua