

ВПЛИВ ТЕРМІНІВ ЗБЕРІГАННЯ ВУГІЛЛЯ НА ЯКІСТЬ ОТРИМУВАНОВОГО КОКСУ

© І.Д. Дроздник, к.т.н., Д.В. Мирошніченко, д.т.н., Н.А. Десна, к.т.н., В.В. Коваль (ДП «УХІН»), В.А. Лигівка (ООО «МЕТІНВЕСТ ХОЛДІНГ»), О.С. Гайдаєнко, Д.О. Іванов (ПРАТ «ЗАПОРІЖКОКС»)

В умовах відкритого вугільного складу ПРАТ «ЗАПОРІЖКОКС» досліджувався вплив термінів зберігання вугілля (в штабелях ємністю ~ 200 тон) різних марок на його технологічні властивості і якість отриманого з вугільних шихт з його участю доменного коксу.

Встановлено, що зберігання вугілля призвело до помітного зниження товщини пластичного шару, тиску розтирання, а також вмісту вуглецю і водню.

Поясненням цьому є окиснювальні процеси, що відбуваються при зберіганні вугілля на відкритому повітрі. Це підтверджується значним збільшенням показника окиснення дослідженого вугілля.

Визначено, що використання у вугільних шихтах окисненого вугілля призводить до погіршення показників «механічної» (M25, M10) і «гарячої» (CSR) міцності отриманого з нього доменного коксу.

Ключові слова: вугілля, терміни зберігання, окиснення, якість коксу.

УДК 662.642/667

ИЗМЕНЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОЙ МАССЫ УГЛЯ ПРИ ЕГО РАЗМОРАЖИВАНИИ

© *Г.Г.Клешня¹, А.В.Косминский²

ЧАО «Авдеевский коксохимический завод», 86060г. Авдеевка, Индустриальный проспект, 1, Донецкая обл., Украина

И.Д. Дроздник³

Государственное предприятие «Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт (УХИИ)» 61023, г. Харьков, ул. Веснина, 7, Украина

Д.В.Мирошниченко⁴

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», 61002, г. Харьков, ул. Кирпичова, 2, Украина

Е.О.Шмельцер⁵

Криворожский металлургический институт Национальной металлургической академии Украины, 50006, г. Кривой Рог, ул. Степана Тильги, Днепропетровская обл., Украина

В.И. Мещанин⁶

Государственное предприятие «Украинский государственный научно-исследовательский углехимический институт (УХИИ)» 61023, г. Харьков, ул. Веснина, 7, Украина

¹Клешня Григорий Григорьевич, канд. техн. наук, директор по технологии и качеству, e-mail: Grigoriy.Kleshnya@metinvestholding.com

²Косминский Александр Викторович, начальник УПП-2, e-mail: Aleksandr.kosminskij@akhz.com.ua

³Дроздник Игорь Давидович, канд. техн. наук, с.н.с., зав. угольным отделом, e-mail: yo@ukhin.org.ua

⁴Мирошниченко Денис Викторович, доктор техн. наук, с.н.с., зав. кафедрой технологии переработки нефти, газа и твердого топлива, e-mail: dvmir79@gmail.com

⁵Шмельцер Екатерина Олеговна, канд. техн. наук, доцент кафедры химических технологий и инженерии, e-mail: shmelka0402@gmail.com

⁶Мещанин Валерий Иванович, ведущий инженер угольного отдела, e-mail: valerameshchanin@gmail.com

* Автор для корреспонденции

Смерзание частиц углей начинается при содержании в них влаги, превышающем значение максимальной влагоемкости. В свою очередь, величина максимальной влагоемкости зависит от степени метаморфизма и в диапазоне коксующихся углей имеет максимальные значения у малометаморфизованных углей газовой группы.

С учетом того, что максимальными значениями влагоемкости характеризуются малометаморфизованные угли газовой группы, их размораживание требует меньшего времени по сравнению с остальными коксующимися углями.

С понижением температуры степень смерзания угля увеличивается по мере повышения его влажности и снижения крупности частиц.

Методами математической статистики было получено уравнение, описывающее изменение массы угля при его размораживании в зависимости от содержания в нем влаги, среднего диаметра его частиц и времени нахождения в гараже размораживания. Это уравнение позволяет оценить снижение массы угля в процессе размораживания в зависимости от показателей его качества и условий нахождения в гараже размораживания.

Ключевые слова: уголь, максимальная влагоемкость, смерзаемость, гараж размораживания, потеря массы.

DOI: 10.31081/1681-309X-2019-0-2-10-17

В настоящее время в сырьевой базе ЧАО «АКХЗ» присутствуют угли как ближнего (разрез «Талдинский Западный», ЦОФ «Тайбинская», ЦОФ «Шедрухинская», ЦОФ «Березовская»), так и дальнего (Wellmore, Rocklick, TeckPremium, Rosahontas) зарубежья. Угольные концентраты этих поставщиков поступают на завод с влажностью ~ 10 %, что в зимнее время, при отрицательной температуре окружающей среды, приводит к их смерзанию.

Влажные дисперсные угли смерзаются при хранении и перевозках в условиях отрицательных температур. Смерзание и прочность смерзшейся дисперсной системы «уголь – вода – лед» обусловлены фазовым состоянием воды, находящейся на поверхности угольных частиц, и цементирующим действием образовавшегося льда.

Теория вопроса смерзания угля рассмотрена в работе [1]. Ее основные положения сводятся к нижеследующему.

На внешней поверхности частиц удерживается слой прочносвязанной воды, которая под влиянием активных центров поверхности приобретает особые физико-химические свойства. Она замерзает при температуре ниже -70°C . Когда внешняя влага представляет собой слой адсорбированной влаги, смерзание частиц при обычных отрицательных температурах отсутствует. Прочность связи воды с поверхностью убывает с увеличением толщины ее пленки. Слои воды, примыкающие к пленке прочносвязанной незамерзающей воды, испытывают меньшее влияние поверхности. Это так называемая рыхлосвязанная вода. Она, в отличие от прочносвязанной, способна кристаллизоваться в лед, но при температурах более низких, чем температура замерзания воды в объеме. В отличие от прочносвязанной, эта вода обладает большей подвижностью, что обуславливает стягивание ее к точкам контакта между частицами угля. При отрицательных температурах часть этой воды замерзает, между частицами образуются спайки и система теряет сыпучесть. Количество связанной незамерзающей воды и количество кристаллизующейся в лед воды зависит (при прочих равных условиях) от поверхностной энергии углей, которая является функцией их петрографических особенностей – стадии метаморфизма и петрографического состава. Прочность смерзающегося угля определяется прочностью льда, которая зависит от поверхностной энергии частиц.

С целью обеспечения нормальной выгрузки угольных концентратов, перед вагоноопрокидывателями вагоны должны быть направлены в специальные гаражи для их размораживания [2-4]. В процессе нахождения вагонов с углём в этих гаражах происходит интенсивное удаление влаги, приводящее к изменению фактической массы угля.

В ходе выполнения исследований, результаты которых приведены в этой статье, были изучены вопросы влияния различных факторов (температура окружающей среды, исходная влажность угольных концентратов и их гранулометрический состав, длительность пребывания угля в гараже размораживания) на изменение фактической массы угольных концентратов в ходе их размораживания.

Показатели качества исследованных угольных концентратов приведены в табл. 1-4. Необходимо остановиться на величине максимальной влагоемкости исследованных углей [5-9].

В работе [1] исследована смерзаемость каменных углей Кузбасса различной стадии метаморфизма и близкого петрографического состава. Степень смерзания углей различной влажности оценивали по прочности смерзшихся образцов при одноосном сжатии.

Все испытанные угли при изменении влажности до максимальной влагоемкости не смерзаются. Смерзание частиц начинается при содержании в них влаги, превышающей значения максимальной влагоемкости. Это условие выполнялось для всех испытанных классов крупности от 0,5-1 до 5-7 мм и пределов температуры от -8 до -35 °С. Поэтому максимальная влагоемкость может быть принята как безопасная влажность в отношении смерзания углей. При дальнейшем увеличении влажности дисперсного угля влага, находящаяся на внешней поверхности частиц, замерзает и система теряет сыпучесть.

Влияние степени метаморфизма углей на величину их максимальной влагоемкости можно проследить на рис. 1, полученном на основании приведенных в табл. 1 данных.

С учетом того, что максимальными значениями влагоемкости характеризуются малометаморфизованные угли газовой группы, данные угли могут находиться

меньшее время в гараже размораживания по сравнению с остальными коксующимися углями.



Рис. 1 Зависимость максимальной влагоемкости от показателя «выход летучих веществ» исследованных углей

Таблица 1

Технологические свойства угольных концентратов

Поставщик, страна	Марка	Технический анализ, %				Пластометрические показатели, мм		Максимальная влагоемкость, %	Δt, °С
		W ^d	A ^d	S _t ^d	V ^{dat}	x	y		
ЦОФ «Щедрухинская», РФ	Г	3,3	7,5	0,53	38,2	32	10	4,12	1
Разрез «Талдинский Западный», РФ	Г	4,0	8,5	0,44	37,0	33	10	3,79	4
ЦОФ «Тайбинская», РФ	Г	2,9	9,0	0,50	34,1	30	10	3,14	3
Wellmore, США	Ж	1,3	7,5	0,98	34,2	17	24	3,16	2
Rocklick, США	Ж	1,3	7,5	0,98	34,2	17	24	3,17	2
ОФ «Свято-Варваринская», Украина	К	1,1	9,1	0,73	26,8	14	14	2,33	2
Teck Premium, Канада	К+КО	1,1	8,6	0,56	26,2	18	14	2,22	5
ЦОФ «Березовская», РФ	КО	1,5	5,1	0,40	24,2	30	9	2,34	5
Pocahontas, США	ОС	0,8	8,03	0,85	18,3	11	12	2,91	2

Исследование зависимости температуры смерзания угля от его гранулометрического состава и уровня содержания рабочей влаги является актуальной задачей, решение которой позволит оптимизировать работу углеподготовительного цеха, а также снизить затраты на разогрев смерзшегося угля.

В качестве модельного образца в лабораторных исследованиях использовали пробу угля компании Wellmore (марка Ж). Данные по максимальной влагоемкости его классов крупности представлены в табл. 5.

Таблица 2

Петрографическая характеристика угольных концентратов

Поставщик, страна	Марка	Петрографический состав (без минеральных примесей), %					Средний показатель отражения витринита, %	Стадии метаморфизма витринита, %					
								0,50-0,79	0,80-0,89	0,90-1,19	1,20-1,49	1,50-1,69	1,70-2,59
		Vt	Sv	I	L	ΣOK		R _o	марки угля, условно соответствующие стадиям метаморфизма витринита				
		ДГ+Г	ГЖО+ГЖ	Ж	К	ОС	Т						
ЦОФ «Щедрухинская», РФ	Г	74	0	24	2	24	0,69	96	4	0	0	0	0
Разрез «Талдинский Западный», РФ	Г	69	0	29	2	29	0,64	100	0	0	0	0	0
ЦОФ «Тайбинская», РФ	Г	66	0	31	3	31	0,72	94	6	0	0	0	0
Wellmore, США	Ж	73	0	24	3	24	0,99	0	11	89	0	0	0
Rocklick, США	Ж	69	0	26	5	26	0,97	2	18	79	1	0	0
ОФ «Свято-Варваринская», Украина	К	83	1	14	2	15	1,20	0	0	48	52	0	0
Teck Premium, Канада	К+КО	70	0	29	1	29	1,09	0	6	80	14	0	0
ЦОФ «Березовская», РФ	КО	37	1	62	0	63	1,05	0	11	83	6	0	0
Pocahontas, США	ОС	77	0	23	0	23	1,60	0	0	0	12	76	12

Таблица 3

Элементный состав угольных концентратов

Поставщик, страна	Марка	Элементный состав (сухое беззольное состояние), %				
		C ^{daf}	H ^{daf}	N ^{daf}	S _t ^d	O _d ^{daf}
ЦОФ «Щедрухинская», РФ	Г	83,10	5,77	2,40	0,53	8,20
Разрез «Талдинский Западный», РФ	Г	81,51	5,25	2,29	0,44	10,51
ЦОФ «Тайбинская», РФ	Г	84,32	5,39	2,30	0,50	7,49
Wellmore, США	Ж	86,94	6,15	1,66	1,10	4,15
Rocklick, США	Ж	86,10	7,70	1,68	0,98	3,54
ОФ «Свято-Варваринская», Украина	К	87,52	5,45	1,65	0,73	4,65
Teck Premium, Канада	К+КО	88,20	4,96	1,36	0,56	4,92
ЦОФ «Березовская», РФ	КО	84,14	4,85	2,30	0,40	8,31
Pocahontas, США	ОС	91,56	4,85	1,40	0,85	1,34

Анализируя данные, приведенные в табл. 5, можно сделать вывод, что величина максимальной влагоемкости снижается с увеличением крупности исследованных классов угля. Следовательно, можно ожидать, что

наибольшим содержанием рабочей влаги и смерзаемостью будут характеризоваться частицы угля крупностью < 3 и особенно < 0,5 мм.

Таблица 4



Гранулометрический состав угольных концентратов

Поставщик, страна	Марка	Гранулометрический состав (мм), %									Средний диаметр частиц, мм
		>50	25-50	13-25	6-13	3-6	1-3	0,5-1	<0,5	0-3	
ЦОФ «Щедрухинская», РФ	Г	2,1	2,3	6,4	18,6	23,3	22,0	8,8	16,6	47,4	6,64
Разрез «Галдинский Западный», РФ	Г	4,1	21,1	22,9	19,8	12,0	8,4	3,7	8,0	20,1	17,33
ЦОФ «Тайбинская», РФ	Г	1,6	6,8	12,8	19,5	20,2	18,2	8,1	12,8	39,1	8,92
Wellmore, США	Ж	0,0	2,8	7,6	22,8	20,6	18,4	8,6	19,2	46,2	5,61
Rocklick, США	Ж	0,0	2,3	7,6	15,0	18,6	20,4	10,0	26,1	56,5	4,78
ОФ «Свято-Варваринская», Украина	К	0,0	5,0	9,8	16,6	16,1	17,2	9,3	26,0	52,5	6,12
Teck Premium, Канада	К+КО	0,0	0,2	2,7	5,4	10,0	19,0	11,5	51,2	81,7	2,02
ЦОФ «Березовская», РФ	КО	10,3	21,5	16,4	13,1	8,4	7,6	4,4	18,3	30,3	20,31
Rosahontas, США	ОС	0,0	0,0	1,0	3,8	10,3	26,8	23,8	34,3	84,9	1,83

Таблица 5

Значения максимальной влагоемкости классов пробы угля Wellmore

Класс крупности, мм	Максимальная влагоемкость W_{max} , %
<0,5	5,2
<3	3,0
3-6	2,8
6-13	2,1
13-50	1,8

Таблица 6

Результаты определения смерзаемости

Класс крупности, мм	W_t^r , %	Смерзаемость, %, при температуре, °С		
		-5	-10	-15
0-3	6	80	88	100
	10	88	96	100
	12	100	100	100
3-6	6	48	56	81
	10	64	76	96
	12	80	96	100
6-13	6	20	28	49
	10	36	48	64
	12	48	68	88
13-50	6	4	8	36
	10	6	16	45
	12	20	32	64

Для определения влияния уровня влажности (6, 10 и 12 %) на смерзаемость различных классов изучавшейся пробы угля проводили специальное исследование. Про-

бы угля различной крупности загружали в металлические формы диаметром 150 мм и высотой 150 мм, после чего выдерживали их в морозильной камере при посте-

пенном снижении температуры до $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 2 суток. Затем пробу извлекали и определяли степень смерзания угля при температурах -5 ; -10 и $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, как отношение высыпающегося угля к общей массе угля, взятого для опыта. Результаты определения смерзаемо-

сти различных классов крупности угля сведены в табл. 6.

Анализируя данные, приведенные в табл. 6, можно сделать вывод о том, что с понижением температуры степень смерзания угля увеличивается по мере повышения его влажности и снижения крупности частиц.

Таблица 7

Состав угольных смесей

Класс крупности, мм	Состав угольных смесей, %			
	1	2	3	4
0-3	25	50	75	75
3-6	25	25	0	25
6-13	50	25	25	0
Итого	100	100	100	100
Средний диаметр, мм	6,00	4,13	3,38	2,25

Таблица 8

Результаты определения смерзаемости смесей, содержащих различное количество класса 0-3 мм

Смесь	Смерзаемость, %, при температуре, $^{\circ}\text{C}$		
	$-5\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-10\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-15\text{ }^{\circ}\text{C}$
1	35,2	68,8	90,0
2	82,0	82,0	92,3
3	88,6	83,2	94,8
4	94,8	98,0	100,0

Таблица 9

Результаты исследований потери массы угля в процессе его размораживания

Поставщик	Марка	Влага общая, W_t^t , %	Среднесуточная температура t , $^{\circ}\text{C}$	Время пребывания в гараже размораживания, мин	Изменение массы, Δm , %
ЦОФ «Щедрухинская», РФ	Г	11,6	4,5	220	0,03
ЦОФ «Талдинская Западная», РФ	Г	10,2	4,5	195	0,08
ЦОФ «Тайбинская», РФ	Г	9,5	-2,0	190	0,03
		10,5	-1,0	375	0,29
Wellmore, США	Ж	8,9	0,5	310	0,50
		8,9	0,5	475	0,27
Rocklick, США	Ж	8,5	-3,5	245	0,10
		8,9	1,0	195	0,63
ЦОФ «Свято-Варваринская», Украина	К	9,7	2,5	230	0,34
		10,3	0,5	310	0,04
TeckPremium, Канада	К+КО	9,7	0,5	265	0,16
ЦОФ «Березовская», РФ	КО	8,9	6,5	250	0,03
		10,5	0,5	170	0,50
Pocahontas, США	ОС	10,1	1,0	300	0,01

Для определения количественного влияния содержания мелких классов на величину смерзания угля были подготовлены смеси, содержащие разное количе-

ство класса 0-3 мм (табл. 7). Все образцы характеризовались влажностью равной 12 %. Результаты определе-

ния смерзаемости смесей, содержащих различное количество класса 0-3 мм, приведены в табл. 8.

Данные табл. 8 свидетельствуют, что с повышением содержания мелких классов в угле, которое выражается снижением его среднего диаметра, происходит увеличение степени смерзаемости угля во всем диапазоне изученных температур.

Экспериментальные данные по определению потери массы угля в процессе его размораживания приведены в табл. 9. В частности, в ней представлены наименования поставщиков исследованного угля, их марочная принадлежность, дата эксперимента, среднесуточная температура в этот день, а также номер ведомости, по которой поступил уголь. Произведено 14 замеров потери массы угля при его нахождении в гараже размораживания при температуре окружающей среды от -3,5 до +6,5 °С.

Анализ полученных результатов позволяет утверждать, что в течение пребывания углей в гараже размораживания происходит потеря их массы (от 0,01 до 0,63 %), что может быть объяснено испарением или дренажем имеющейся влаги. Максимальная потеря массы наблюдается в угольных концентратах Wellmore (марка «Ж»), Rocklick (марка «Ж») и Pochontas (марка «ОС»), которая составила 0,50-0,63 %.

Вследствие того, что смерзаемость угля в значительной мере зависит от содержания в нем рабочей влаги и его гранулометрического состава, а единственным варьируемым параметром при нахождении угля в гараже размораживания было время, то изменение фактической массы угля оценивалось по изменению именно этих трех факторов. Как видно из приведенных в табл. 11 данных, содержание рабочей влаги в углях, принимавших участие в промышленном эксперименте, колебалось от 8,5 до 11,6 %, средний диаметр их частиц варьировался от 2,02 до 20,31 мм, а время их нахождения в гараже размораживания изменялось от 170 до 475 мин. При этом, потеря массы угля в процессе размораживания составляла 0,01-0,63 %.

Методами математической статистики было получено уравнение (1), описывающее изменение массы угля при его размораживании (Δm) в зависимости от содержания в нем влаги (W_r^t), среднего диаметра его частиц (d_{cp}) и времени нахождения в гараже размораживания t .

$$\Delta m = 1,161723 - 0,00033t - 0,007677W_r^t - 0,01529d_{cp} \quad (1)$$

На рис. 2 приведена графическая зависимость расчетных (по уравнению 1) и фактических значений потери массы угля в процессе его размораживания.

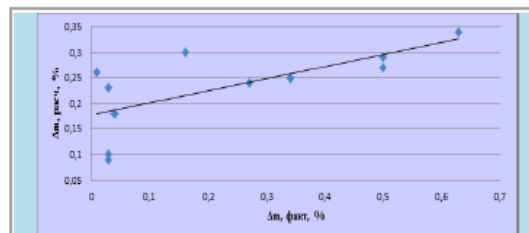


Рис. 2 Графическая зависимость расчетных и фактических значений изменения массы угля в процессе его размораживания

Уравнение (1) позволяет оценить снижение массы угля в процессе размораживания в зависимости от показателей его качества и условий нахождения в гараже размораживания. В целом можно отметить, что увеличение исходной влажности, среднего диаметра угольных частиц и времени пребывания в гараже размораживания приводит к росту потери фактической массы угольных концентратов при их размораживании.

Выводы

На основании проведенных лабораторных и опытно-промышленных исследований можно сформулировать следующие основные выводы:

1. Смерзание частиц начинается при содержании в угле влаги, превышающей значение максимальной влагоемкости. В свою очередь, величина максимальной влагоемкости зависит от степени метаморфизма и в диапазоне коксующихся углей имеет максимальные значения у малометаморфизованных углей газовой группы.

С учетом того, что максимальными значениями влагоемкости характеризуются малометаморфизованные угли газовой группы, данные угли могут находиться меньшее время в гараже размораживания по сравнению с остальными коксующимися углями.

2. С понижением температуры степень смерзания угля увеличивается по мере повышения его влажности и снижения крупности частиц.

3. Методами математической статистики было получено уравнение, описывающее изменение массы угля при его размораживании в зависимости от содержания в нем влаги, среднего диаметра его частиц и времени нахождения в гараже размораживания. Это уравнение позволяет оценить снижение массы угля в процессе размораживания в зависимости от показателей его качества и условий нахождения в гараже размораживания.

Библіографічний список

1. Еремін І.В. Петрографія і фізичні властивості вугілля / І.В. Еремін, В.В. Лебедев, Д.А. Цикарев. – М.: Недра, 1980. – 263 с.
2. Чемеринський М.С. Розморозжування вугілля з використанням СВЧ-енергії / М.С. Чемеринський // Кокс і хімія. – 2014. – №5. – С. 40–43.
3. Бродський Э.В. Покращення ефективності конвективних гаражів розморозжування / Э.В. Бродський, С.М. Бабишин, А.П. Федоров // Кокс і хімія. – 1990. – №3. – С. 4–6.
4. Заиквара В.Г. Смерзаемость вугілля і їх розгрузка / В.Г. Заиквара, Г.Ф. Возный, П.А. Байдалинов // Кокс і хімія. – 1966. – №1. – С. 1–3.
5. Balaeva Y.S. Influence of coal properties on the gross calorific value and maximum moisture content / Y.S.

Balaeva, Y.S. Kaftan, D.V. Miroshnichenko, E.I. Kotlyarov // *Coke and Chemistry*. – 2018. – V. 61 (1). – P. 4–11.

6. Balaeva Y.S. Moisture-holding capacity of coals / Y.S. Balaeva, D.V. Miroshnichenko, Y.S. Kaftan // *Solid Fuel Chemistry*. – 2017. – V. 51 (6). – P. 337–348. DOI: 10.3103/S0361521917060027

7. Balaeva Y.S. Moisture-holding capacity of coal / Y.S. Balaeva, D.V. Miroshnichenko, Y.S. Kaftan // *Petroleum and coal*. – 2017. – V. 59 (3). – P. 302–310.

8. Balaeva Y.S. Relation between the maximum moisture content of coal and its porous structure / Y.S. Balaeva, D.V. Miroshnichenko, Y.S. Kaftan, V.M. Shmalko // *Coke and Chemistry*. – 2016. – V. 59 (11). – P. 407–410.

9. Balaeva Y.S. Predicting the classification characteristics of coal. Part 2. Maximum moisture content / Y.S. Balaeva, D.V. Miroshnichenko, Y.S. Kaftan // *Coke and Chemistry*. – 2015. – V. 58 (12). – P. 459–464.

Рукопись поступила в редакцию 12.02.2019

CHANGE OF THE ACTUAL MASS OF COAL WHILE DEFROSTING

© G.G.Kleshniia, PhD in Technical Sciences, A.V. Kosminsky (PJSC "AVDIIVKA COKE"), LD. Drozdnyk, PhD in Technical Sciences (SE "UKHIN"), D.V. Miroshnichenko, Doctor of Technical Sciences (NTU "KhPI"), E.O. Shmeltser, PhD in Technical Sciences (KMNMetAU), V.I. Meschanin (SE "UKHIN")

Particles begin to freeze when the moisture content in them exceeds the value of the maximum capacity. In turn, the magnitude of the maximum capacity depends on the degree of metamorphism and in the range of coking coal has the maximum values for the low-metamorphosed coal.

Taking into account the fact that low-metamorphosed coals are characterized by the maximum values of water capacity, these coals may be found less time in the defrosting garage compared to other coking coals.

With decreasing temperature, the degree of coal freezing increases with increasing humidity and decreasing particle size.

Using mathematical statistics, an equation was obtained describing the change in the mass of coal when it is thawed, depending on the moisture content, average particle diameter of the coal, and time spent in the defrosting garage. This equation makes it possible to estimate the reduction in the mass of coal in the process of defrosting, depending on its quality indicators and the conditions in the defrosting garage.

Keywords: coal, maximum water holding capacity, freezing, garage defrosting, weight loss.

ЗМІНА ФАКТИЧНОЇ МАСИ ВУГІЛЛЯ ПРИ ЙОГО РОЗМОРОЖУВАННІ

© Г.Г. Клешина, к.т.н., О.В. Космінський (ПРАТ «АКХЗ»), Л.Д. Дроздник, к.т.н. (ДП «УХІН»), Д.В. Мірошніченко, д.т.н. (НТУ «ХП»), Е.О. Шмельцер, к.т.н. (КМНМетАУ), В.І. Мешанін (ДП «УХІН»)

Змерзання частинок вугілля починається при вмісті в ньому вологи, що перевищує значення максимальної вологоємності. У свою чергу, величина максимальної вологоємності залежить від ступеня метаморфізму і в діапазоні коксівного вугілля має максимальні значення у малометаморфізованого вугілля газової групи.

З урахуванням того, що максимальними значеннями вологоємності характеризується малометаморфізоване вугілля газової групи, воно може перебувати менший час у гаражі розморозжування в порівнянні з іншим коксівним вугіллям.

Зі зниженням температури ступінь замерзання вугілля збільшується з підвищенням його вологості і зниженням крупності частинок.

Методами математичної статистики було отримано рівняння, котре описує зміну маси вугілля при його розморозжуванні в залежності від вмісту в ньому вологи, середнього діаметра його частинок і часу перебування в гаражі розморозжування. Це рівняння дозволяє оцінити зниження маси вугілля в процесі розморозжування в залежності від показників його якості та умов перебування в гаражі розморозжування.

Ключові слова: вугілля, максимальна вологоємність, замерзання, гараж розморозжування, втрата маси.

