

4. Одночасно усуваються значимі для підприємств затрати на спорудження і експлуатацію контактних мереж в погрузочних виробках, загальна протяжність яких становить приблизно 30 % протяжності контактної мережі шахти.

5. Застосування асинхронного частотно управляемого привода дозволяє зменшити витрати електроенергії на електровозному транспорті на 25-35 %.

6. Порівняно з двигачами постійного струму в 4-5 раз зменшуються затрати на ремонт і експлуатацію асинхронних тягових двигачей.

7. Застосування бесконтактного регулювання замість силових контролерів в декілька раз підвищує надійність системи управління і рудничного електровоза.

8. Плавне регулювання сили тяги і обмеження максимальних зусиль дозволяє більш ніж в 4 рази збільшити надійність елементів механічних передач електровоза.

9. За рахунок збільшення маси електровоза і плавного регулювання маса складу може бути збільшена на 20-30 %.

10. Застосування автоматичного (дистанційного) управління електровозами при погрузочно-розгрузочних роботах дозволяє зменшити затрати праці і збільшити продуктивність праці ВШТ на 15-25 %.

11. Автоматизація процесів управління підвищує їх ефективність, безпеку і спрощує працю машиніста, зводячи її фактично до спостережливості-контролюючого процесу з його сторони.

12. Відсутність контактної мережі в зонах завантаження виключає небезпечні технологічні маніпуляції з токоємником, а видалення силового контролера з кабіни машиніста додатково сприяє підвищенню безпеки праці.

Список літератури

1. Дебелый В.Л. Основные направления развития шахтного локомотивного транспорта / В.Л. Дебелый, Л.Л. Дебелый, С.А. Мельников // Уголь Украины.-2006.-№6.-С.30-31.

2. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и рассыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом. К.: Техніка, 2009. – 385 с.

3. Синчук О.Н. Контактно-аккумуляторный шахтный электровоз с тяговым электротехническим комплексом: IGBT-инвертор-асинхронный электрический двигатель / О.Н. Синчук, И.О. Синчук, Д.А. Шокарев, Е.И. Скапа, Ф.И. Караманиц // Науковий журнал. Вісник СНУ ім. В.Даля – №4 (158) – частина 1.

4. Синчук О.Н. О реализации закона оптимального управления тяговым электротехническим комплексом/Шокарев Д.А., Скапа Е.И., Гузов Э.С., Синчук И.О.//Журнал «Електротехнічні та комп'ютерні системи» - 2011.-№03(79).-С.140-141.

Рукопись поступила в редакцию 16.02.12

УДК 622.794

В.С. БІЛЕЦЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., Донецький національний технічний університет
О.А. КРУТЬ, д-р техн. наук, УкрНДІПроект, Ю.Г. СВІТЛИЙ, канд. техн. наук, доц.,
заступник директора з наукових питань НВО „Хаймек”

ВИКОРИСТАННЯ ЕФЕКТУ РЕБІНДЕРА ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВОДОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА

Досліджено прояв ефекту Ребіндера (адсорбційне зниження міцності) при подрібненні вугілля в процесі підготовки водовугільного палива. Установлено, що зволоження вугілля перед його подрібненням зменшує його міцність, підвищує дробимість, що спричиняє суттєве збільшення виходу тонких класів крупності. Це, у свою чергу, обумовлює покращення технологічних характеристик водовугільного палива (ВВП), а саме: зменшення в'язкості суспензії, збільшення агрегативної і седиментаційної стійкості водовугільного палива.

Ключові слова: водовугільне паливо, подрібнення вугілля, ефект Ребіндера.

Постановка проблеми та стан її вивчення. Проникнення води в поровий простір викликає зміну механічних властивостей твердих тіл унаслідок фізико-хімічних процесів, що обумовлюють зменшення поверхневої (міжфазної) енергії тіла (так званий ефект Ребіндера, 1928 р.) [1-3]. Зокрема, проникнення водної фази проявляється в зниженні міцності і підвищенні крихкості, пластичності твердих тіл, що полегшує їх руйнування, диспергування. Сучасне теоретичне пояснення механізму дії ефекту Ребіндера включає, по-перше, розклинювальну дію адсорбованих у верхів'ях тріщин (дислокацій) молекул, особливо молекул поверхнево-активних речовин (ПАР), по-друге, охолодження мікротріщин розміром у декілька атомів кристалічної ґратки у водному середовищі й у такий спосіб унеможливлення їх «закристалізації». Наступні механічні

впливи розширюють ці мікротріщини, що спричиняє більш легке і менш енерговитратне руйнування твердого тіла.

Відомо, що при зволоженні кам'яного вугілля міцність його знижується на 18-20 %. Ще більшого позитивного ефекту (адсорбційного зниження міцності вугілля мінімум у 2 рази) можна досягти в разі насичення вугільної маси розчинами поверхнево-активних речовин [4].

У роботі [4] емпірично виявлено вплив попереднього зволоження вугілля на реологічні характеристики водовугільної суспензії, але теоретична інтерпретація цього явища відсутня.

Мета статті - дослідження прояву ефекту Ребіндера на характеристики водовугільного палива і їх теоретична інтерпретація.

Викладення основного матеріалу. При приготуванні ВВП як вихідне прийняте вугілля марки «Г» зольністю $A^d = 16,5$ % при вологості $W_t = 12,0$ %, крупністю 0-3 мм. Хімічна добавка - пластифікатор "Дофен" (у кількості 1 % на суху масу). Порівнювалися варіанти помелу вугілля з попереднім зволоженням і проникненням води в пори і без зволоження (тобто в умовах за яких мало місце *адсорбційне зниження міцності вугілля (ефект Ребіндера)*, і в звичайних умовах - без адсорбційного зниження міцності вугілля).

Обидва технологічних варіанти приготування водовугільного палива були проведені при одній і тій же продуктивності млина, а також рівній кількості й однакового співвідношенні компонентів водовугільного палива, коли масова концентрація його становила 62 %. Якість готового водовугільного палива оцінювалася за гранулометричним складом подрібненого продукту, реологічними характеристиками і седиментаційною стійкістю. Гранулометричний склад вихідного продукту до подрібнення наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Гранулометричний склад вугілля до подрібнення

Класи крупності, мм	Вихід класу, %	Сумарний вихід класів, %
+ 3	8,90	8,90
1,0 – 3,0	19,65	28,55
0,5 – 1,0	18,10	46,65
0,2 – 0,5	15,50	62,15
0,1 – 0,2	5,00	67,15
0,08 – 0,1	4,95	72,109
0 – 0,08	27,90	100,0
Всього	100,0	

Гранулометричний склад продукту подрібнення в кульовому млині зі зволоженням вугілля перед подрібненням і без зволоження наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Гранулометричний склад подрібненого вугілля

Класи крупності, мм	Без попереднього зволоження		З попереднім зволоженням	
	вихід класу, γ %	сумарний вихід, $\Sigma\gamma$ %	вихід класу, γ %	сумарний вихід, $\Sigma\gamma$ %
0,30 – 0,50	1,86	1,86	0,50	0,50
0,25 – 0,30	4,37	6,23	2,50	36,90
0,10 – 0,25	18,12	24,35	8,80	11,80
0,08 – 0,10	15,29	39,64	19,20	31,00
0,04 – 0,08	7,44	47,08	5,90	36,90
0,00 – 0,04	52,92	100,0	63,10	100,0
Всього	100,0	–	100,0	–

Порівняння варіантів подрібнення (див. табл. 2) показує, що в першому випадку (без попереднього зволоження) вміст класу +0,1 мм складає 24,35 %, а в другому – 11,8 %. Відповідно, класу 0-0,04 мм 52,92 % проти 63,1 %, а класу – 0,02 мм 24,0 % проти 29,3 %.

Одночасно вимірювалася в'язкість і статична стабільність ВВП при зберіганні. Одержані дані показують меншу в'язкість, більшу агрегатну і седиментаційну стійкість водовугільного палива, виготовленого за другим технологічним варіантом (з попереднім зволоженням), рис. 1,2.

Статична седиментаційна стабільність ВВП оцінювалася за відношенням вмісту вугілля в зразках з верхньої і нижньої частин об'єму водовугільної суспензії у вертикальному циліндрі після зберігання протягом різного періоду часу. Інтенсивність деградації, тобто зміна реологічного стану водовугільної суспензії, визначалася шляхом вимірювання дотичних напружень зсуву при градієнті швидкості з 9^{-1} і температурі 20 °C відразу після приготування і через певні проміжки часу з попереднім перемішуванням досліджуваного зразка.

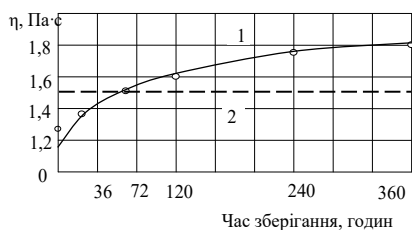


Рис. 1. Зміна в'язкості ВВП при зберіганні. 1,2 - подрібнення без і з попереднім зволоженням відповідно



Рис. 2. Статична стабільність ВВП при зберіганні: 1,2 - подрібнення без і з попереднім зволоженням відповідно

Виходячи з призначення ВВП, граничним з огляду його якості приймали таке значення дотичного напруження зсуву, при якому ефективна в'язкість з цим градієнтом швидкості не перевищує 1,2-1,8 Па·с.

Порівняльний аналіз водовугільних суспензій, приготовлених з попереднім зволоженням вугілля і без, показує, що і в першому, і в другому випадках відразу після приготування вони мають задовільну текучість і стабільність, яка задовільняє вимоги до котельного палива.

Виконані дослідження показали, що за статичною і динамічною седиментаційною стабільністю, агрегатною стійкістю і реологічними характеристиками водовугільна суспензія, приготовлена без попереднього зволоження вугілля, поступається приготовленій з попереднім зволоженням.

Розшарування суспензії, приготовленої без попереднього зволоження вугілля при масовій концентрації, що до рівнює 62 %, відбувається вже через добу з утворенням щільного і вельми в'язкого осаду. При зниженні масової концентрації такої водовугільної суспензії до 60 % за інших рівних умов розшарування її відбувається вже протягом двох годин. При зберіганні протягом 360 годин (15 діб) дотичне напруження та ефективна в'язкість при швидкості зсуву, що до рівнює 9 c^{-1} , збільшуються в 1,5 рази.

На відміну від водовугільної суспензії, приготовленої без попереднього зволоження вугілля (рис. 3), суспензія, приготована з попереднім зволоженням компонентів, має кращі параметри агрегативної стійкості і статичної стабільності.

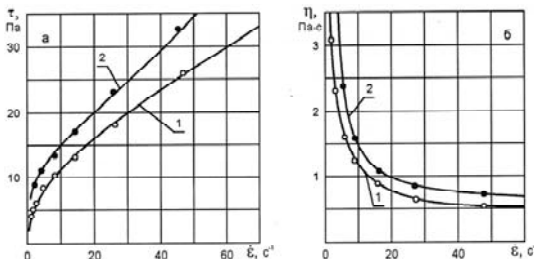


Рис. 3. Залежність дотичних напружень *a* та ефективної в'язкості *b* від градієнта швидкості (швидкості зсуву): 1,2 - подрібнення без і з попереднім зволоженням вугілля відповідно

Водовугільне паливо, виготовлене з попереднім зволоженням вугілля, при масовій концентрації $C=62\%$ не розшарується як мінімум протягом 10 діб, а зі збільшенням концентрації до $C=64\%$ статична стабільність його зберігається протягом 15 діб. При цьому спостерігається лише

незначний перерозподіл в контрольному зразку концентрації та гранулометричного складу твердої фази по висоті циліндра.

Порівняльну оцінку основних властивостей і параметрів водовугільних суспензій при масовій концентрації $C=62\%$, приготованих за різними варіантами технологій, наведено в табл. 3.

Аналіз наведених в табл. 3 даних показує, що реологічні параметри водовугільної суспензії, приготовленої з попереднім зволоженням вугілля, залишаються практично незмінними.

Таблиця 3

Основні параметри і властивості водо вугільних суспензій*

Параметри	Варіант	Час зберігання суспензії, годин					
		0	24	72	120	240	360
Дотичне напруження зсуву τ (Па) при швидкості зсуву $\dot{\epsilon} = 9 \text{ c}^{-1}$	1	10,5	12,5	13,6	14,2	16,0	16,2
	2	13,5	13,4	13,5	13,6	13,6	13,5
Ефективна в'язкість η (Па·с) при швидкості зсуву $\dot{\epsilon} = 9 \text{ c}^{-1}$	1	1,17	1,39	1,51	1,58	1,78	1,80
	2	1,50	1,49	1,50	1,51	1,51	1,51
Статична стабільність, %	1	100	96,8	90,8	85,0	74,6	66,7
	2	100	100	100	100	99,6	98,8

*1, 2 – подрібнення без і з попереднім зволоженням вугілля відповідно

Отже, виконані експериментальні дослідження показують, що введення в технологічний процес приготування водовугільного палива додаткової операції попереднього зволоження ву-

гілля (перед подрібненням) дозволяє при інших рівних умовах забезпечити більш тонкий помел вугілля в кульовому млині і значно збільшити вихід класів, що визначають реологічні характеристики суспензії та агрегативний стан дисперсної системи.

Висновки. Зафіксоване покращення технологічних характеристик водовугільного палива (ВВП) при попередньому зволоженні вугільної маси перед її подрібненням у процесі приготування ВВП, а саме: зменшення в'язкості суспензії, збільшення агрегативної і седиментаційної стійкості водовугільного палива, може бути пояснене адсорбційним зниженням міцності, відомим як «ефект Ребіндера». Прояв ефекту Ребіндера обумовлює можливість більш тонкого і менш енерговитратного помелу вугілля, що й зумовлює покращення його технологічних характеристик.

Разом з тим, залишається недослідженим аспект поверхневих характеристик новорозкритої вугільної поверхні. Вивчення впливу попереднього зволоження вугілля на дзета-потенціал подрібненого вугілля – перспективний напрямок подальших досліджень.

Список літератури

1. **Вольнский А.Л.** Эффект Ребиндера в полимерах // Природа. №11, 2006. - С. 11-18. [Електронний ресурс] Режим доступу : http://vivovoco.rsl.ru/vv/journal/nature/11_06/crazying.htm
2. **Горюнов Ю. В., Перцов Н. В., Сумм Б. Д.** Эффект Ребиндера. - М., 1966.
3. **Ребиндер П.А., Щукин Е.Д.,** Поверхностные явления в твердых телах в процессах их деформации и разрушения // «Успехи физических наук», 1972. - т. 108, в. 1. - С. 3.
4. **Круть А.А.** Технология приготовления водовугільного топлива с предварительным смешением исходных компонентов / **А.А.Круть, Ф.А.Папаяни** // 36. наук. праць Національної гірничої академії. – Дніпропетровськ, 2001. - № 3. – С. 111-118.

Рукопис подано до редакції 15.03.12

УДК 621.771.2-52

В.И. БОЙКО, д-р техн. наук, проф., **И.А. АЛЕКСЕЕВ**, канд. техн. наук,
В.О. УСТИМЕНКО, ассистент, Днепродзержинский государственный университет

АДАПТИВНАЯ КОМБИНИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ НАКАТКИ ОРТОПЕДИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ

В работе рассмотрена структура и основные принципы построения адаптивной комбинированной системы управления процессом валковой накатки медицинских цилиндрических профилей повышенной точности. Приведены результаты экспериментального подтверждения эффективности применения предлагаемой системы управления.

Современная номенклатура осесимметричных цилиндрических и резьбовых профилей, используемых при изготовлении ортопедического оборудования, предъявляет повышенные требования к точности, прочности, износостойкости и шероховатости рабочей поверхности. Одним из наиболее универсальных, позволяющим в большинстве случаев сократить количество операций по обработке поверхности, является метод поперечно-профильной накатки [1]. На территории Украины распространение получили универсальные профиленкатные машины серии UPWS (Германия) и их аналоги производства ближнего и дальнего зарубежья (Россия, Швейцария, Япония и т.д.), позволяющие реализовать данный метод формообразования. Совмещение задач скоростного перемещения и точного позиционирования в системе управления приводом подвижного суппорта, реализованной в машинах указанного типа, является антагонистичным и не позволяет без организации дополнительных процедур управления обеспечить возросшие требования к механическим и геометрическим параметрам накатываемого профиля.

Устранение данного недостатка требует разработки системы управления формообразованием с использованием принципов адаптации (самоприспособления). Структурная схема системы показана на рис. 1.

Для управления процессом формообразования используются следующие датчики технологической информации:

1. ДД - датчик давления рабочей жидкости в полости гидравлической системы привода подвижного инструмента;
2. ДП - датчик перемещения подвижного суппорта в ходе формообразования;
3. ДС - датчик электрического сопротивления очага деформации;
4. ДТ - датчик температуры накатного инструмента.