

Выводы

1. Комплекс математических моделей для прогнозирования безотказной работы «критических» деталей основывается на экономическом факторе, который оценивает последствия отказов и выступает в качестве критерия значимости. Это позволяет резко ограничить количество деталей, техническое состояние которых должно подвергаться экспертной оценке.

2. Предложенный подход позволит оценить степень использования параметров надежности «критической» детали и обоснованно назначить ресурс оборудования.

3. Внедрение математического описания процесса разрушения детали и оценка вероятности безотказной работы $R(T)$ оборудования является фундаментом к разработке систем управления надежностью оборудования, оценки тенденций ее изменения и достигнутого уровня.

4. Упрощается ввод в эксплуатацию систем автоматизированного управления ремонтом и техническим обслуживанием, так как отпадает необходимость оценки технического состояния всех деталей. Это существенно для предприятий как с большим, так и с малым бюджетом.

Литература

1. Базовский И. Надежность. Теория и практика. — М., 1965. — 310 с.
2. Гребенник В.М., Цапко В.К. Надежность металлургического оборудования (оценка эксплуатационной надежности и долговечности): Справочник. — М.: Металлургия, 1989. — 592 с.
3. Проников А.С. Параметрическая надежность машин. — М.: МГТУ им. Баумана, 2002. — 560 с.
4. Гриневич В.И., Цапко В.К. Прогнозирование усталостной долговечности деталей металлургического оборудования // Надежность и долговечность машин и сооружений. — К.: Наукова думка, 1986. — Вып. 9. — С. 17–21.

© Радченко И.Е., Парфенюк А.С., Топоров А.А., 2009
Поступила в редакцию 23.02.2009 г.

УДК 6227

Смирнов А.И., Волкова Е.И., Перепичай Н.В. (ДонНТУ)

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Предложен метод утилизации осадков шахтных вод. Исследована возможность получения сгущенного осадка и его отверждения.

Ключевые слова: шахтные воды, утилизация, гранулометрический анализ, сгущение, отверждение.

Промышленное производство, обеспечивающее жизнедеятельность человечества, одновременно является источником большого количества небезопасных отходов, интенсивно загрязняющих водоемы, землю и воздух. Вода выносит огромные массы растворенных веществ в моря и океаны, где происходят сложные химические и биохимические процессы, способствующие самоочищению водоемов.

Но усиление загрязнения воды промышленными и бытовыми отходами приводит к нарушению процессов самоочищения, наносит ущерб обитателям

водоемов. Поэтому первостепенное значение приобретают вопросы охраны водных источников от истощения, а также от загрязнений сточными водами.

Существующие методы позволяют очищать стоки почти всех отраслей промышленности. Однако методы очистки шахтных вод связаны с образованием большого количества рыхлого, плохо отдающего влагу осадка, затраты на утилизацию которого превосходят затраты на очистку воды. До настоящего времени все еще остаются нерешенными вопросы утилизации стоков угольных шахт. Следует отметить, что это наиболее трудно решаемая задача во всем процессе очистки шахтных вод, требующая значительных временных и финансовых затрат. Не преодолен даже первоначальный барьер в решении этого вопроса — получение обезвоженного осадка, доведенного до транспортабельного состояния. В промышленных условиях такие работы не проводились, не решены они и на экспериментальных этапах.

В угольной промышленности Украины проводились работы по обезвоживанию осадков шахтных вод на центрифугах и фильтрах, но дальше экспериментов эти работы не продвинулись. Между тем, шахтами Украины ежегодно выдается около 900 млн. м³ шахтной воды, содержание взвешенных веществ в которой 100–1000 мг/л. Так, например, шахты объединения «Торезантрацит» попутно с добычей угля ежегодно выдают около 56 млн. м³ воды, в которой содержится более 12 тыс. т взвешенных веществ (твердого осадка). Ежегодный объем этих осадков в жидком состоянии около 100 тыс. м³. Эти отходы заполняются пруды-накопители, строящиеся в балках и оврагах. Потенциальная возможность загрязнения гидрографической сети увеличивается при неблагоприятных погодных условиях: во время паводков или обильных дождей осадок часто уносится в близко расположенные водоемы.

Выбору направления исследований предшествовало изучение отечественных и зарубежных разработок по отверждению осадков сточных вод, причем в отечественных публикациях рекомендаций по изучаемой проблеме практически нет [1–6].

В настоящей работе исследована возможность сгущения и дальнейшего отверждения осадков шахтных вод с целью их утилизации. Были использованы осадки шахт «Рассыпнянская» №2 и «Волынская». Для выполнения анализа осадков были отобраны пробы массой 120 кг из каждого пруда-накопителя.

Часть отобранной пробы подвергали химическому анализу и определению ситового состава взвешенных веществ.

Результаты химического анализа приведены в табл.1. Как показали дальнейшие исследования, наличие соединений алюминия, железа, кремния способствует отверждению осадка шахтных вод при вводе реагентов. Однако высокая зольность осадка, в пределах 40%, свидетельствует о наличии значительного количества угольных частиц, что отрицательно влияет на прочность отвержденной массы.

Таблица 1. Химический состав осадков шахтных вод

Наименование шахты	Влажность, %	Плотность твердого, г/см ³	Зольность, %	Химический состав золы, %				
				SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	SO ₃
Рассыпнянская	46,6	2,21	40,97	48,50	2,50	19,55	14,02	3,52
Волынская	46,0	1,89	41,16	51,70	8,10	23,77	1,82	-

Гранулометрический состав осадка воды шахты «Рассыпнянская» показан в табл.2. Зольность осадка показывает наличие угольных частиц, что свидетельствует о неполном их извлечении.

Таблица 2. Гранулометрический состав осадка воды шахты «Рассыпнянская»

Классы, мм	Выход, %	Зольность, %
0,2	0,84	33,19
0,1–0,2	25,45	27,15
0,063–0,1	8,29	32,94
0,003–0,1	9,71	53,77
0,001–0,003	20,31	60,76
0,001	25,40	62,38
Итого:	100,00	46,64

Данную работу вели по двум направлениям:

- исследовали возможность получения сгущенного осадка при очистке шахтных вод (до 400 г/л);
- исследовали возможность отверждения сгущенных осадков шахтных вод.

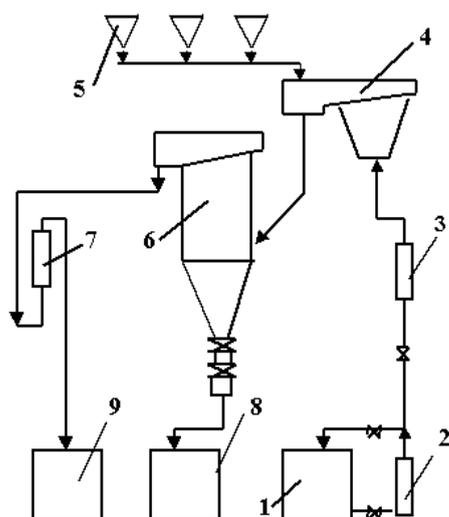


Рис.1. Лабораторная установка для сгущения осадков шахтных вод: 1 — емкость питания; 2 — насос; 3 — расходомер; 4 — воздухоотделитель; 5 — капельницы; 6 — сгуститель; 7 — расходомер; 8 — емкость сгущенного; 9 — емкость слива

Сгущение осадков шахтных вод проводили на лабораторной установке (рис.1) производительностью 30–60 л/час в зависимости от содержания твердого в питании.

В качестве сгущающего реагента использовали полиакриламид. Расход реагента составлял 5,7 мг/л. Для экспериментов использовали осадок с содержанием в нем взвешенных веществ 60 г/л. Результаты экспериментов показали, что осадок осаждается и уплотняется в течение 1 мин. до содержания в нем взвешенных веществ 300–350 г/л.

Для отверждения осадков шахтных вод применяли отверждающие составы на основе силиката натрия. В качестве отверждающих добавок в осадок вводили хлорид кальция, алюминат натрия, сульфат алюминия и комплексоингибитор нитрилотриметилфосфоновую кислоту НТФ. Расход добавок составлял 5–10 кг на тонну твердого осадка. Для улучшения контакта реагентов с частицами осадка и силикатом натрия водорастворимые добавки вводили в виде 10%-ного раствора. С целью значительного ускорения процесса отверждения в состав добавки вводили порошок натрия кремнефтористого, расход которого составлял порядка 5 кг на тонну твердого осадка. В процессе отверждения требовалось не разрушать структуру осадка, а комплектовать ее с помощью механического и химического воздействия. За счет нейтрализации энергии связей воду отделяли от твердого и удаляли последнее механическим путем, например, окомкованием осадка при вращении барабана с небольшими оборотами.

Учитывая сложность применения в промышленных условиях большого количества компонентов, в отверждаемый осадок вводили, как правило, не более 3-х компонентов.

Таблица 3. Время и стадии формирования отвержденного продукта из осадков шахтных вод шахты «Волынская»

№	Количество осадка		Реагенты		Формирование процесса отверждения, количество суток с момента введения реагента		
	Общий объем, см ³	Кол-во твердого, г	Наименование	Количество, мл, г	гель	паста	замазка
1	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ NaAlO ₂	315 150	1	10	14
2	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ CaCl ₂	315 180	1	10,	24
3	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ CaCl ₂ HTФ	315 90 118	2	10,	13
4	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ NaAlO ₂	420 150	7	10	17
5	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ CaCl ₂ HTФ	420 90 118	9	13	17
6	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ NaAlO ₂	315 150	3	9	23
7	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ CaCl ₂	315 180	3,	9	23
8	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ HCl	315 155	3	9	23
9	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ NaAlO ₂	315 150	4	9	23
10	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ CaCl ₂	315 1800	1	9	23
11	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ HCl	315 155	1	9	23
12	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ NaAlO ₂	630 150	1	2	14
13	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ CaCl ₂	630 180	1	2	14
14	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ HCl CaCl ₂	630 150 180	1	2	19
15	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ CaCl ₂	450 250	1	-	-
16	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ CaCl ₂ HTФ	450 250 100	1	12	-
17	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ CaCl ₂	630 300	1	-	-
18	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ CaCl ₂ NaAlO ₂	320 250 100	2	8	12
19	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ CaCl ₂ NaAlO ₂	630 300 150	2	7	12
20	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ CaCl ₂ HTФ NaAlO ₂	450 250 250 150	2	7	12

Отвержденный осадок на разных стадиях его преобразования имел различную плотность и внешний вид, что позволило условно называть его по степени отверждения: гель, паста, замазка, полное отверждение. При достижении стадии «замазки» осадок укладывали в форму размером 160x40x40 мм до полного отверждения. Усредненные данные результатов исследований по шахтным водам шахт «Волынская» и «Рассыпнянская» №2 показаны в таблицах 3, 4.

Таблица 3. Время и стадии формирования отвержденного продукта из осадков шахтных вод шахты «Рассыпнянская №2»

№	Количество осадка		Реагенты		Формирование процесса отверждения, количество суток с момента введения реагента		
	Общий объем, см ³	Кол-во твердого, г	Наименование	Количество, мл, г	гель	паста	замазка
1	3000	1100	Na ₂ SiO ₃ Mg(OH) ₂ +CaCO ₃	630 300	5	8	27
2	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ Al ₂ (SO ₄) ₃	630 300	5	7	9
3	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ Al ₂ O ₃	630 200	5	8	27
4	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ Al ₂ (SO ₄) ₃	315 150	4	8	11
5	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ Al ₂ (SO ₄) ₃	315 200	2	3	11
6	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ Al ₂ (SO ₄) ₃	400 250	3	8	11
7	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ CaCl ₂ Al ₂ (SO ₄) ₃	315 150 150	3	4	5
8	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ Al ₂ (SO ₄) ₃ Na ₂ SiF ₆	315 150 150	0,3	1	2
9	3000	2000	Na ₂ SiO ₃ CaCl ₂ Na ₂ SiF ₆	315 100 150	0,3	1	2

На первой стадии исследований предварительная прочность отвержденного осадка определялась визуально, без инструментальных методов. При получении непрочных, рыхлых проб эксперимент все равно считался положительным, т.к. такой продукт уже мог складироваться.

Перемешивание отверждающих составов с осадком выполнялось в емкостях вручную. Учитывая тот факт, что оснащение шахт наклонными отстойниками будет проходить значительное время, а на большинстве шахт осадок концентрируется в горизонтальных отстойниках и прудах, в лабораторных условиях были сделаны модели отстойников.

Перемешивание осадка с отверждающими составами в промышленных отстойниках повлечет за собой дополнительное решение ряда технических задач. В связи с этим, в моделях отстойников опробован инъекционный метод введения отверждающих составов.

Полное отверждение образцов практически во всех случаях наступало на 28–30 сутки от начала экспериментов. Внешний вид отвержденных образцов показан на рис.2.

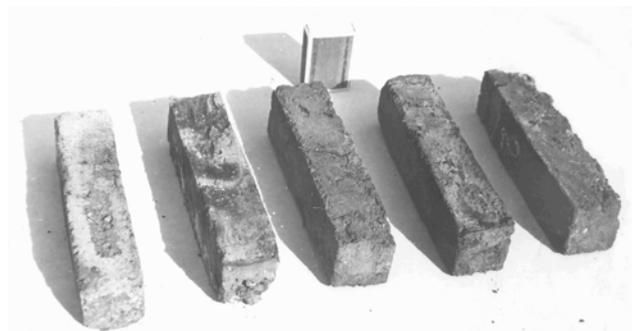


Рис.2. Отвержденные образцы осадков шахтных вод

В зависимости от качества отвержденного осадка возможны следующие пути его утилизации: складирование с общешахтной породой, закладка выработанного пространства шахт, использование в качестве добавок при производстве строительных материалов. Высокая зольность отходов позволяет использовать продукты отверждения как низко-

сортное топливо. В любом случае, указанные пути использования полученных твердых отходов ведут к уменьшению их количества в отвалах и, как следствие, улучшению экологической ситуации в регионе.

Результаты выполненных исследований показывают, что отверждение осадков шахтных вод можно выполнять в промышленных условиях.

Литература

1. Борц М.А. Применение синтетических флокулянтов в технологических схемах зарубежных углеобогатительных фабрик. — М.: ЦНИИЭИуголь, 1969.
2. Борц М.А. Обработка и складирование отходов флотации на углеобогатительных фабриках. — М.: ЦНИИЭИуголь, 1981.
3. Егоров П.А., Мнушкин И.И. О возможности получения транспортабельных продуктов из суспензий методом коагуляции // Обогащение полезных ископаемых, 1981. — Киев: Техника. — № 28. — С. 28–32.
4. Клинин Е.М. О способах совместного складирования жидких и твердых отходов углеобогащения // Уголь Украины, 1987. — № 2. — С. 14–16.
5. Исикава Т., Мохида Х. Эксперименты по отверждению осадков сточных вод // Реферативный журнал, 1983. — Вып. 72. — № 12.
6. Перепичай М.В, Смирнов О.І., Волкова О.І. Інтенсифікація процесу очищення шахтних вод // Матеріали IV міжнар. наук.конф. аспірантів та студентів «Охорона навколишнього середовища та рац. використання природних ресурсів», 2005. — Т. 1. — С. 111–112.

© Смирнов А.И., Волкова Е.И., Перепичай Н.В., 2009
Поступила в редакцию 25.02.2009 г.

УДК 661.215

Дубіна О.В., Галіакберова Ф.Н., Манжос Ю. В. (ДонНТУ)

РОЗРОБКА СУМІШНОЇ ПРОМИСЛОВОЇ ВИБУХОВОЇ РЕЧОВИНИ

При создании простых промышленных взрывчатых веществ (ПВВ) на основе аммиачной селитры и горючего возникает проблема равномерного нанесения горючего на поверхность окислителя и длительность стойкости распределения этих компонентов. Одним из путей решения этой проблемы есть создание клеящего раствора, в составе которого должны быть как окислитель, так и топливо.

Ключові слова: промислова вибухова речовина, склеючий розчин, окислювач, пальне, хімічна стійкість, кисневий баланс, пакет MATHCAD.

Мета даної роботи — створення клеючого розчину, що забезпечить рівномірний розподіл пального компонента вздовж поверхні окислювача.

Багато, щоб до складу клеючого розчину входили і окислювач, і пальне, тому необхідно вирішити наступні завдання: