

© В. Вайгель, С. Грюнинг, 2003

УДК 622.014.3:502.76

В. Вайгель, С. Грюнинг

АВТОМАТИЗАЦИЯ В ЛАВАХ - ПОВЫШЕНИЕ СТЕПЕНИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ

Введение

Фирма DBT Automation является дочерним предприятием фирмы DBT, занимающейся созданием и разработкой различных автоматических устройств, предназначенных для оптимизации работ на горнодобывающих предприятиях, особенно при подземной добыче. В течение последних лет отмечается значительный рост использования электронного оборудования, хотя развитие угольной промышленности в целом и отстает от других отраслей ввиду более сложных и тяжелых условий ведения работ.

В настоящее время добыча угля в некоторой степени становится похожей по своим условиям и с другими отраслями промышленности, хотя по условиям труда она является значительно более тяжелой.

2. Автоматизация в угольной промышленности

Имеется ряд крупных достижений в создании высокопроизводительных установок как с точки зрения автоматизации процессов добычи, так и повышения степени безопасности ведения работ. В начале введения автоматизации производственных процессов многие рабочие боялись потерять свою работу, но вскоре они признали, что только эта автоматизация обеспечивает увеличение срока службы шахт и сохранения бизнеса. Снижение численности шахтеров в неблагоприятных и опасных по условиям работы участках шахты и перевод их на другие, менее опасные участки, снижает число несчастных случаев. До настоящего времени применение автоматизации все еще ограничено сложными гор-

но-геологическими условиями, особенно в зонах горных нарушений.

Но даже и в этих условиях применение установок с ограниченным дистанционным управлением в значительной степени повышает степень безопасности рабочих.

3. Оборудование автоматизации шахтной крепи

Автоматизация шахтной крепи требует применения различных специально созданных конструкций, предназначенных для конкретных горных условий. Наиболее важными из них являются различного вида датчики и оборудование контроля.

Наиболее важным типом датчика являются датчики системы замера давления, которые, например, измеряют давление на почву ножек крепи и передают результаты замеров блоку контроля. Наиболее надежные конструкции подобных датчиков выпускаются в течение последних 12 лет. Оценка величины давления по всей длине лавы позволяет получить информацию о состоянии и давлении пород кровли что может быть использовано для различных целей, например на одной из австралийских шахт было предотвращено обрушение кровли в выработанном пространстве лавы.

Современный датчик для измерения величины давления и передвижки представляет собой встроженный в выдвижную часть домкрата передвижки контактный стержень. Такой тип датчика не боится воздействия каких-либо жидкостей, не имеет поворотных или вращающихся частей, или компонентов, которые легко могут получить повреждения в обычных условиях горного про-

изводства. Подобная техника заменила собой все другие аналоговые датчики, такие, как например кодирующие диски, потенциометры и ультразвуковые датчики. Основу этой системы составляют расположенные с небольшими интервалами (3-4 мм) на печатной плате контакты, которые замыкаются с помощью электромагнита. Замыкающие контакты представляют собой часть цепи сопротивления, сигнал в которой является почти полностью линейным при перемещении выдвижной части домкрата на полную величину. Электроника надежно защищена литым трубчатым корпусом, изготовленным из высококачественной нержавеющей стали. Эта труба движется в поршневом штоке домкрата и не подвержена износу.

Как показал опыт работы, благодаря прочной конструкции даже при весьма продолжительном сроке службы существенных отказов в работе системы не происходит. Эта система имеет большое значение и при работах по выравниванию лавы, защите рештаков конвейеров, предохранения упоров механизмов передвижки и т.д.

Вентили: Современные вентили с электрическим управлением обычно включаются при напряжении сети питания 12 В, при этом в момент включения к ним подается более высокий ток, а после включения, через несколько секунд, с целью снижения потребления электроэнергии, он уменьшается.

Другие виды клапанов, как, например, с приводом от двигателя, или пьезоустройств, в настоящее время почти не применяются или применяются в горной промышленности в основном в новом оборудовании. Клапаны с соленоидным управлением обычно используются в системах передвижки, характеристики по потоку жидкости которых приспособляются к соответствующим потребителям.

Благодаря правильному выбору типов задвижек (щитков) можно достигать оптимального времени передвижки для каждого типа действующей секции

крепю с учетом факторов безопасности, как, например, ограниченной скорости перемещения верхних щитков перекрытия.

Блок управления крепью ПМ. Сердцем системы управления шахтной крепью является блок ПМ 4. Каждый из подобных блоков имеет встроенный микропроцессор, что позволяет обеспечить обслуживанием электронными устройствами всю лаву. Система контроля может срабатывать как на основании получаемых на месте данных, так и с помощью мониторинга. Часть дополнительной информации может использоваться другими блоками, размещенными как в лаве, так и на главном пульте управления, который может быть размещен в подземных условиях или на поверхности.

Блок управления крепью ПМ 4 был разработан специально для горной промышленности.

Испытания прототипов среди прочего включали:

Контроль водонепроницаемости: прототип испытывался при давлении до 3 бар, серийные приборы проверяются при давлении 0,3 бара.

Вибрация: прототипы подвергались вибротесту в диапазоне различных частот. Каждый экземпляр в изготовленной партии испытывается на вибрацию в течение не менее 3 часов.

Испытания на ударную нагрузку: при этом прототипы оборудования подвергались испытанию на падение (26 раз с высоты приблизительно 1,2 м на бетон); кроме того одно испытание на выдержку при достижении ускорения равного 30 g.

Прочие испытания: влияние температурных колебаний при одновременном опрыскивании агрессивной жидкостью, испытание на водоструйном аппарате, противодействие грибковым поражениям и т.д. В результате этих испытаний была получена абсолютно надежная система с очень высоким расчетным сроком службы и небольшой частотой отказов. В одном блоке могут находиться различные типы датчиков и элементов привода. Расположение их в одной секции крепю позволяет устанавливать

различную сенсорную технику и исполнительные механизмы. Система демонстрирует свою гибкость особенно в возможности установки почти любых других типов датчиков для выполнения различных задач. Примером может служить откидной или сдвигающийся щиток (козырек) стойки, расположенной в опасной зоне работы выемочного комбайна. Обеспечение безопасности позиции при опущенном (сдвинутом) положении козырька позволяет избежать столкновения при ведении работ.

Обращаться с подобной техникой должен хорошо обученный персонал, но было бы ошибкой привлекать для установки и обслуживания только высоко образованных специалистов, хорошо знакомых с электроникой. При простых системах возможно более легко обнаружить имеющуюся или возникшую неисправность. В соответствии с этой философией можно повысить степень безопасности при использовании оборудования в подземных условиях.

4. Система автоматизации работ секции крепю

Система ПМ 4 может быть приспособлена для решения различных задач по автоматизации и контролю за работой оборудования. Основой этого является возможность использования одного компьютера для каждой секции крепю. Другие версии позволяют ограничиться использованием одного компьютера для трех секций крепю.

Базисная система позволяет осуществлять в зависимости от потребностей:

- выполнение отдельных смежных и противоположных по направлению действия функций;
- двустороннее (направленное в противоположных направлениях) автоматическое выполнение оборудованием той или иной функции;
- ручное, но инициированное выемочным комбайном выполнение отдельных функций секциями крепю, расположенных впереди и позади комбайна, как, например, вдвигание и выдвигание козырь-

ков, передвижка секций крепю, передвижка конвейера и т.п.

В зонах геологических нарушений можно использовать ограниченное дистанционное управление, что бы персонал мог находиться на безопасном расстоянии во время передвижки крепю. Аналогично можно избежать опасности при работе в лавах, в которых используется система выемки руды с подъездным обрушением. Дополнительно встроенная инфракрасная система управления позволяет выемочному комбайну с полностью автоматизированным управлением инициировать выполнение отдельных функций секциями крепю.

Путем дополнения сервера (также в стандартном исполнении ПМ 4), расположенном на штреке можно осуществлять стыковку с выемочным комбайном.

Для получения и хранения данных к серверу можно подключить расположенные под землей или на поверхности компьютерные центры. В качестве основного центрального программного обеспечения используется Windows. Используя записывающее устройство можно заново просмотреть, как происходили процессы в лаве и сделать выводы, позволяющие оптимизировать работу последующих смен.

5. Преимущества, получаемые при комбайновой добыче

При использовании типичных комбайновых лав необходимо задействовать в каждой из лав двух машинистов комбайнов и двух работников по передвижке крепю. Так как выемочные машины выпускаются все более и более быстроедействующими, то в настоящее время необходимо одновременно передвигать более одной секций крепю. Следствием этого в традиционных лавах стало проявляться запаздывание в передвижке крепю, с которым связана опасность внезапных выбросов и обрушений кровли; при этом в лаве приходится задалживать большее число рабочих.

Автоматизация помогает оптимизировать технологию производственных процессов благодаря быстрой передвижке секций крепю и благодаря параллельной

передвижке нескольких секций крепи одновременно. Встраивание в применяемое горно-шахтное оборудование оптимизированных оросительных систем ограничивает опасное пылеобразование при оптимальных параметрах и при минимизации расхода воды, мешающей процессу выемки полезного ископаемого.

Благодаря автоматизации работ можно удалить персонал из зон с повышенной запыленностью воздуха, что, кстати, в некоторых землях Германии входит в требования по охране здоровья рабочих.

6. Новая альтернатива для стругов благодаря оптимизации

В прошлом струговые лавы применялись только в некоторых случаях. Причины для этого были разные, однако особенно большим недостатком являлась трудно контролируемая толщина снимаемой старыми струговыми установками стружки. С помощью современной вычислительной техники можно оптимизировать эти процессы. В основу положен опыт одной немецкой шахты. Ниже приведены усредненные данные, полученные при обработке данных опыта эксплуатации струговых установок на одной из немецких шахт, на которой разрабатывался угольный пласт мощностью менее 1 м:

1 лава - струг отрывного действия, традиционная выемка угля, среднесуточная добыча – 1000 т;

2 лава - струг типа «глейтхобель», традиционная выемка угля, среднесуточная добыча – 1700 т;

3 лава - струг типа «глейтхобель», дозированная и автоматизированная выемка, среднесуточная добыча 3800 т.

Дозированная струговая выемка угля обеспечивает вынимаемую толщину стружки угля, оптимальную как для угля данной крепости, так и для загрузки конвейера. При этом удается избежать «теневого выемки (строгания)», т.е. прохода струга без фактической добычи угля, что предотвращает перегрузку струговой установки и ее отключение и, что значительно хуже, обрывы цепи. Ликвидация обрывов цепи требует

очень больших затрат с соответствующим длительным временем простоя.

Процессы передвижки секций крепи также можно автоматизировать, так что в этих лавах уже сегодня может вестись безлюдная выемка. А безлюдная выемка означает отсутствие несчастных случаев!

Здесь также в очистной комнате следует встроить оптимальную систему орошения, чтобы до минимума снизить пылевую нагрузку.

7. Особенности конструкции приводов с редукторами типа CST

Редукторы типа CST разработаны для выполнения следующих задач:

- плавный запуск;
- возможность пуска электродвигателей без нагрузки;
- тяжелый запуск;
- выравнивание нагрузки;
- защита от перегрузки при жесткой блокировке системы;
- целенаправленное распределение неравномерной нагрузки для предотвращения провисания цепей в области размещения главного привода.

Данная система представляет преимущества при нормальном режиме эксплуатации и позволяет также улучшить состояние техники безопасности:

- плавный запуск позволяет щадить цепи и элементы привода, следствием чего является увеличение срока их службы;
- пуск (разгон) двигателя без нагрузки щадит сеть и предоставляет в распоряжение больший момент для запуска конвейера. Это позволяет сократить критические перегрузки сети;
- тяжелый пуск может помочь при запуске нагруженного конвейера даже в тех случаях, когда при использовании стандартной техники необходимо, работая в опасной зоне, разгрузить конвейер;
- выравнивание нагрузки: цепи, используемые в скребковых конвейерах не везде обладают одинаковой длиной, особенно после продолжительного времени их эксплуатации. Цепи со значительно выраженной неравно-

мерностью длины в экстремальных условиях могут привести к неравномерному запуску приводов, расположенных в различных зонах (сдвиг по времени). Выравнивание нагрузки может обеспечить равномерное распределение электроэнергии или мощности в сети. При этом чаще удается избежать ручной разгрузки конвейера в опасной зоне. Благодаря более длительной продолжительности службы оборудования реже требуется замена цепей и их элементов;

- защита от перегрузок при жесткой блокировке: удается избежать обрывов цепей, благодаря чему требуется проводить меньше работ с конвейером;

- целенаправленное распределение нагрузок для предотвращения провисания цепей в зоне главного привода, где оно, как правило, приводит к обрыву цепи. Благодаря распределению нагрузок провисание цепи, если оно вообще возникает, перемещается в верхнюю ветвь конвейера к главному приводу. При этом существенно уменьшается объем трудоемких и опасных ремонтных работ.

8. Рудничная вентиляция и безопасность, обеспечиваемая применением целой системы датчиков

Самым важным требованием, предъявляемым для всех шахт, является состояние их взрывобезопасности. Взрывы уносят человеческие жизни, они ставят под вопрос само существование шахт. Поэтому хорошая, простая и надежная система сбора данных вентиляционных замеров просто необходима. Помимо прочего, требуется хранить и другие данные – по концентрации метана, окиси углерода, углекислого газа, а в некоторых случаях и по другим газам, как, например, H₂S, а также и скорость вентиляционной струи.

**«НЕДЕЛЯ ГОРНЯКА-2002»
ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ**

Необходимо проводить регулярный анализ проб и в случаях возникновения кризисных ситуаций отключать подачу электроэнергии. В горной промышленности различных стран мира используют различные системы, причем в большинстве случаев они представляют собой системы с жестким монтажом. Компания «DBT Automation» избрала другой подход, целью которого явилось объединение в единую сеть оборудования для вентиляционных замеров и распределительных устройств, расположенных в различных вентиляционных полях.

При этом:

- упрощается электрический монтаж датчиков, используемых

для вентиляционных замеров, и отключающих элементов:

- резко облегчается возможность изменения конфигурации системы;
- создается самостоятельная система сбора данных вентиляционных замеров, которую по причинам безопасности нельзя загружать другими данными;
- гарантируется быстрота отключения, особенно при высоких концентрациях метана.

Техническая концепция системы такова, что можно подключать обычные (известные в немецкой горной промышленности) вентиляционные датчики. Эта система получила сертификаты по искробезопасности согласно нормам EN 50020, на совместимость с EMV, на соответствие требованиям немецкой испытательной лаборатории DMT, а также на соответ-

ствии требованиям немецкого Главного управления горного надзора.

9. Заключение

Нововведения на основе автоматизации дают принципиальные преимущества по двум пунктам:

- повышение безопасности для людей и оборудования,
- повышение производительности благодаря упрощению и автоматизации производственных процессов, улучшению методов ведения работ и повышению готовности (коэффициента готовности).

Техника автоматизации является частью стратегии выживания для шахт и ее использование в будущем будет все больше возрастать.

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Вилфрид Вайгель – инженер, прокурисст фирмы DBT Automation, вице-президент фирмы DBT Automation.

Сильвио Грюнинг – инженер, фирма DBT Automation.

**ДИССЕРТАЦИИ
ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ
ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ**

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
ХРУЛЕВ Александр Сергеевич	Технология скважинной гидродобычи золота из погребенных многолетнемерзлых россыпей	25.00.22	д.т.н.
ЧЕРКЕСОВА Эльвира Юрьевна	Экономический механизм регулирования недропользования в отраслях горнодобывающей промышленности	08.00.05	д.э.н.
БАРДОВСКИЙ Владимир Анатольевич	Определение рациональных параметров высокоградиентного камерного сепаратора для непрерывной сепарации слабомагнитных материалов	05.05.06	к.т.н.
БИБИКОВ Павел Яковлевич	Установление рационального типа и параметров механических очистных устройств ленточных конвейеров горных предприятий по переработке нерудного сырья	05.05.06	к.т.н.
ГРИГОРЬЕВА Наталья Николаевна	Обоснование технологии закладки камер высокоплотными смесями на основе хвостов обогащения	25.00.22	к.т.н.
КОНТАРЬ	Исследование и разработка технологии геоэко-	25.00.18	к.т.н.

**«НЕДЕЛЯ ГОРНЯКА-2ЦЦ2»
ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ**

Алексей Евгеньевич	логического мониторинга нефтегазового комплекса Черного моря		
-----------------------	--	--	--