

УДК 622.693.23

## Аппаратура АКГМ – средство контроля и управления углепотоком шахты\*

*Рассматриваются возможности использования аппаратуры контроля уровня горной массы (АКГМ) в аккумуляторных бункерах для целевого мониторинга добычтранспортных линий диспетчерской службой, прогнозирования и выявления отказов бункеров, координации работы над- и подбункерных линий, снижения простоев и потерь добычи, а также уменьшения энергозатрат на конвейерный транспорт.*

Применение в очистных забоях выемочных комплексов нового технического уровня (НТУ), созданных на базе высокоэффективного оборудования (двухстоечных щитовых крепей ДМ, КДД, ДТ, ДТР, очистных комбайнов УКД 300, КДК 400, КДК 500, КДК 600, двухскоростных скребковых конвейеров типа КСД, насосных станций СНД 200/32 и СНД 300/40), увеличивает производительность лав в зависимости от мощности вынимаемого пласта до 10 – 24 т/мин [1]. Такая производительность необходима для окупаемости комплексов НТУ и прибыльности их для шахты. Она может быть достигнута только при достаточно низкой прерывности технологических процессов, т. е. фактически при поточной организации добычи и транспортировании угля. Однако добычтранспортная линия (ДТЛ) «энергохозяйство – очист-

ной комбайн – забойный конвейер – перегружатель... – ... конечное оборудование по отгрузке (конвейер, бункер)» насчитывает 17 – 20 основных элементов. Из-за последовательности их соединения даже при очень высоких индивидуальных коэффициентах готовности (0,93 – 0,95) коэффициент готовности всей линии составляет не более 0,29 – 0,36 [2].

Чтобы повысить уровень непрерывности ДТЛ до значений индивидуальных коэффициентов готовности составляющих ее элементов, необходимо реализовать комплекс мероприятий по следующим направлениям: применять транспортное оборудование НТУ; вводить в технологические схемы аккумуляторные бункеры на стыках транспортных звеньев для сглаживания неравномерности углепотоков; внедрять целевой диспетчерский мониторинг ДТЛ на базе технических средств контроля, учета и оперативной координации работы скипового подъема, подземного конвейерного транспорта и аккумуляторных бункеров [3].

Уровень заполнения аккумуляторных бункеров в шахте и на поверхности контролируют, как правило, в двух предаварийных точках. Минимальный и максимальный уровни проверяют для автоматического отключения под- и надбункерных линий во избежание поломок оборудования при соответственно переполнении



**Ю. П. ЖУКОВ,**  
канд. техн. наук  
(ГП «Научно-технический центр проблем энергосбережения»)



**А. А. ЕРЕМЕНКО,**  
инж.  
(ГП «Научно-технический центр проблем энергосбережения»)



**В. Ф. БОРОНИН,**  
инж.  
(ГП «Научно-технический центр проблем энергосбережения»)



**Ю. А. ПАСЕЧНИК,**  
инж.  
(ГП «Научно-технический центр проблем энергосбережения»)

\* В подготовке статьи принимал участие инж. С. А. Доценко (ГП «Научно-технический центр проблем энергосбережения»).



бункера и «скачивании подушки» из горной массы. Все промежуточные уровни заполнения не контролируют. Поэтому в любой момент (за исключением предаварийных ситуаций) неизвестны фактический уровень заполнения бункера и динамика его загрузки-разгрузки. Из-за этого, а также возможного зависания горной массы сложно прогнозировать время достижения бункером предаварийных состояний, а следовательно, автоматического отключения над- или подбункерных линий, т. е. моменты нарушения поточного производства. При наличии в линии нескольких бункеров (участкового, промежуточного, главного горного, приемного на поверхности, для загрузки железнодорожных вагонов и др.) целенаправленный диспетчерский мониторинг добычetransпортной линии – задача со многими неизвестными только из-за неполной информации о состоянии аккумулирующих бункеров, не учитывая другое технологическое оборудование.

Информация в реальном времени о текущем уровне горной массы в бункере позволяет контролировать и анализировать динамику его загрузки-разгрузки и прогнозировать предаварийные уровни его заполнения. В зависимости от существующей производственно-технологической схемы добычи, транспортирования, отгрузки угля и назначения соответствующих бункеров непрерывное во времени отслеживание фактического уровня (объема) их заполнения и характера процесса загрузки-выгрузки позволяет:

- регулировать подачу железнодорожных вагонов;
- выдерживать номинальную загрузку конвейера для обеспечения коммерческой точности взвешивания конвейерными весами отгруженного угля для обогатительной фабрики;
- оптимизировать график работы скипового подъема по приоритетным критериям производственных ситуаций;
- принимать решения о временном отключении питателей бункеров отдельных забоев во избежание перегруза сборного конвейера и остановки всех забоев на время разгрузки сборной линии и ее перезапуска;
- запускать надбункерную линию, остановленную из-за заполнения бункера до верхнего предаварийного уровня, непосредственно после того как в бункере образуется свободный объем, достаточный для продолжения прерванного ранее поточного производства;

- координировать работу над- и подбункерных линий в целях исключения частых пусков и остановки сборных конвейеров из-за переполнения бункеров;

- обнаруживать зависание горной массы в бункере;

- иметь на любой текущий момент (начало и конец смены, суток) информацию об объемах добытого угля, находящегося в аккумулирующих бункерах, в том числе в главном горном бункере («угольной яме»);

- поддерживать поточный характер работы ДТЛ с использованием возможностей энергосбережения при добыче и транспортировании угля.

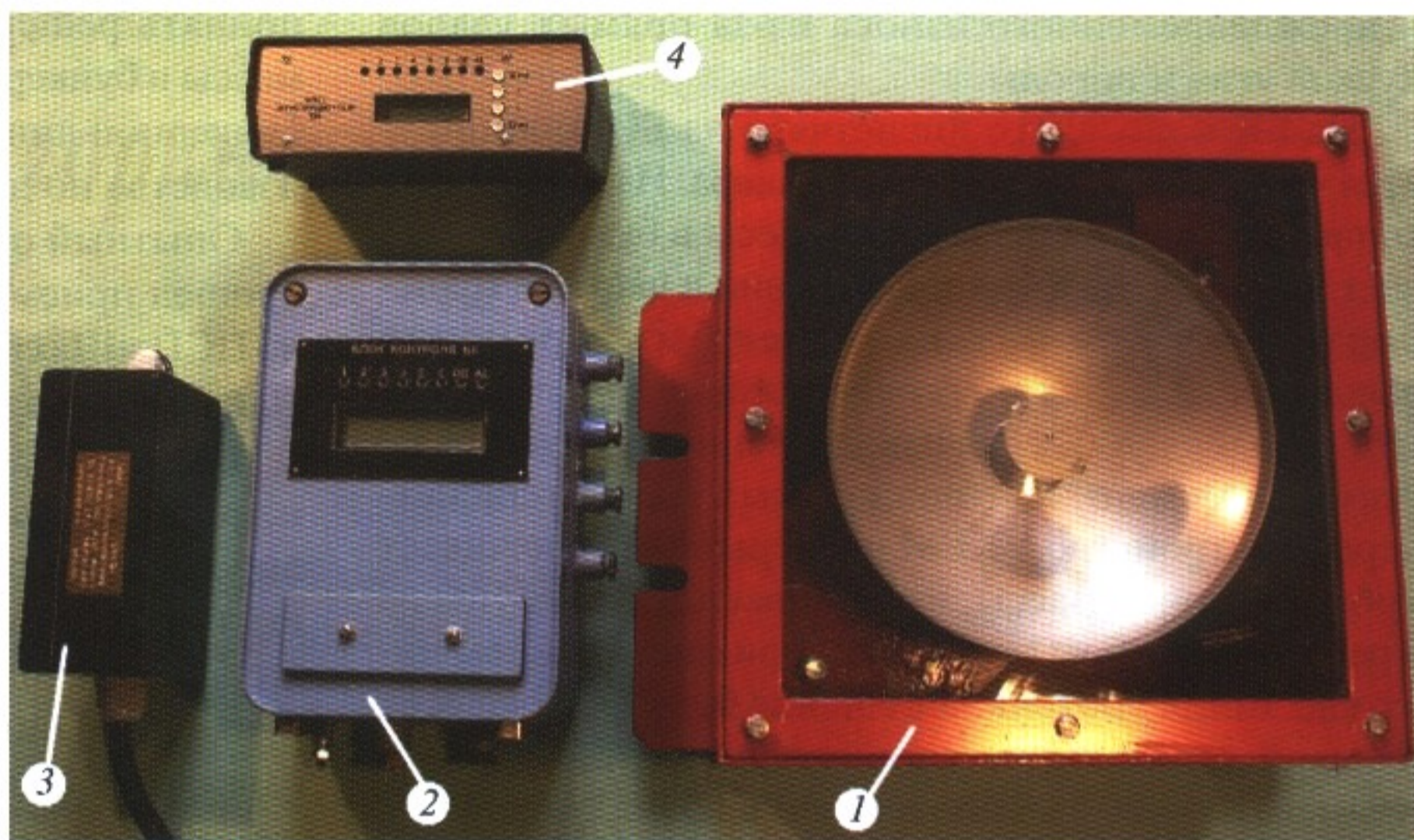
В ГП «Научно-технический центр проблем энергосбережения» разработана и внедряется на угольных предприятиях аппаратура НТУ, предназначенная для контроля уровня горной массы (АКГМ) в аккумулирующих бункерах в шахте и на поверхности. Она создана на базе современной микроэлектроники, основана на радарном принципе измерения расстояний, не требует контакта с горной массой, не ограничивает крупность угля, обладает высокой стойкостью к вибрациям и влажности окружающей среды, не содержит радиоактивных и других вредных для здоровья человека компонентов, не требует частого технического обслуживания; в ней отсутствуют части, подверженные износу; она может быть установлена на существующих конструкциях шахтных бункеров, в том числе горных, без существенных их изменений; обеспечивает передачу данных от объекта измерения до диспетчера на расстояние до 4 км без установки дополнительных репитеров и источников питания линии связи.

Аппаратура АКГМ (рис. 1) состоит из устройства контроля уровня горной массы (УКГМ), блоков контроля (БК), питания с искробезопасными выходами (БП) и информационного (БИ). Устройство УКГМ [3, 4] устанавливается в верхней части бункера. В нем имеется радарный уровнемер с параболической антенной, которая излучает короткие импульсы и принимает их в виде эхо-сигналов, отраженных от поверхности горной массы. По времени прохождения радарного импульса от излучения до приема эхо-сигнала определяется расстояние до горной массы. Диапазон измерения до 70 м, точность  $\pm 0,2$  м.

Блок контроля предназначен для приема информации от УКГМ об измеренном уровне горной массы по протоколу HART или аналогового сигнала силой тока 4 – 20 мА для преобразования сигнала уровня, индикации измеренного значения, для



**Рис. 1.** Общий вид аппаратуры АКГМ: 1 – устройство УКГМ; 2 – блок контроля; 3 – блок питания; 4 – блок информационный.



формирования и выдачи дискретных сигналов управления через релейные выходы при достижении настраиваемых значений уровня, а также передачи информации в автоматизированную систему управления технологическими процессами (АСУ ТП) под землей или на информационный блок на поверхности по свободной телефонной паре (на расстояние до 4 км) с возможностью дальнейшей подачи через гальванически развязанный порт RS485 по протоколу MODBUS. Его закрепляют на стенке в помещении (камере, выработке), где располагаются блоки аппаратуры управления питателем и конвейером.

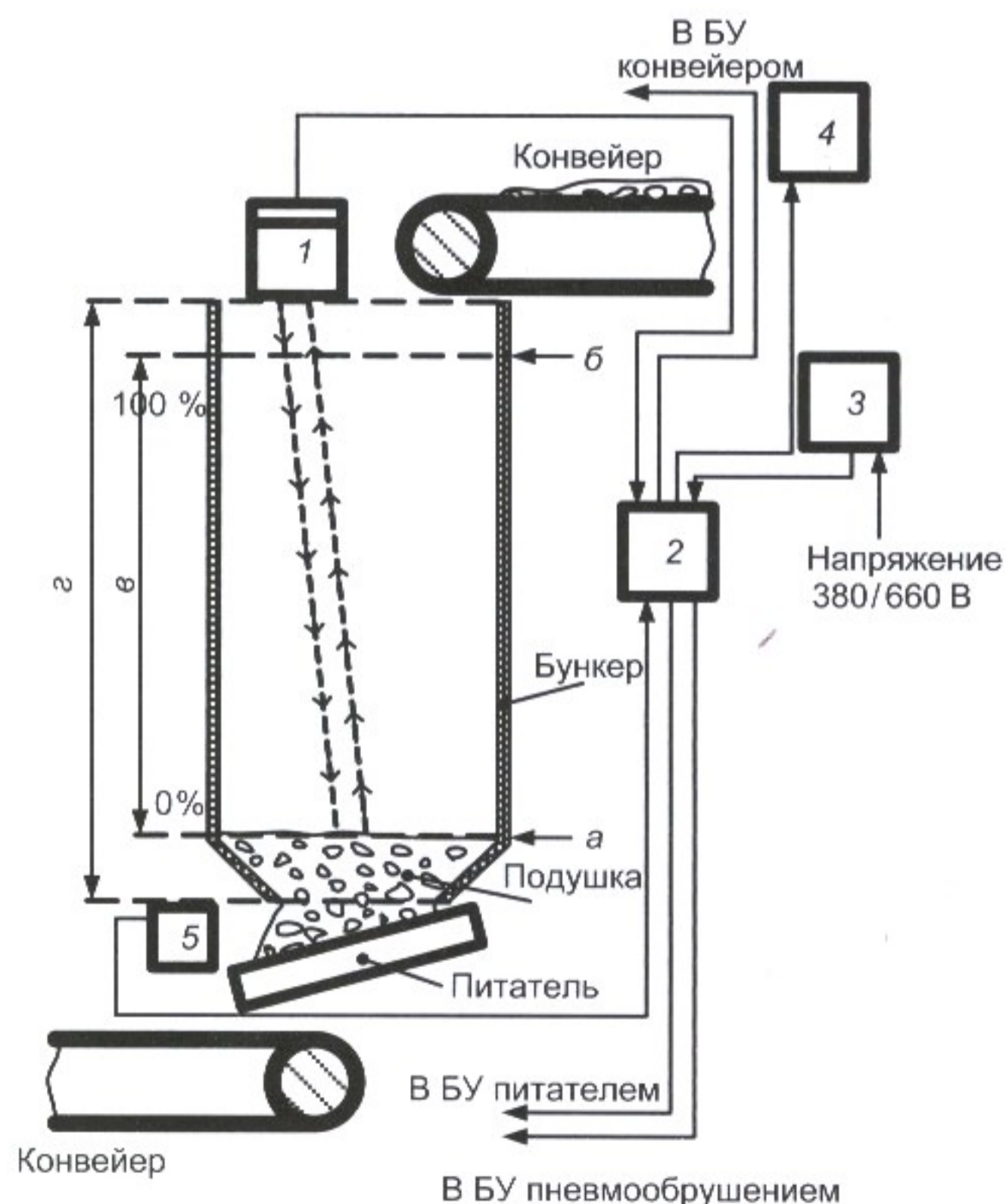
Информационный блок предназначен для индикации измеренного уровня горной массы в бункере на текущий момент и состояния дискретных выходов, а также передачи информации в АСУ ТП на поверхности. Его закрепляют вертикально в зоне обзора горного диспетчера.

Блок питания предназначен для формирования искробезопасного питающего напряжения постоянного тока.

Технологическая схема работы аккумулирующего бункера, оснащенного аппаратурой АКГМ, представлена на рис. 2. Датчик наличия горной массы на питателе ДНМ в состав АКГМ не входит. При нормальной работе ДТЛ в поточном режиме конвейер включен и загружает бункер, питатель включен и разгружает бункер, устройство УКГМ непрерывно измеряет уровень загруженности бункера и передает информацию в блок контроля, из которого она поступает в диспетчерскую шахты (блок информа-

ционный). При уменьшении уровня заполнения бункера до заданного нижнего предаварийного уровня горной массы (условного нулевого уровня  $a$  – бункер пустой, разгружен) БК формирует и выдает дискретный сигнал на отключение питателя. При этом в бункере остается часть горной массы – «подушка», предотвращающая «закорачивание» вентиляционной струи и предохраняющая питатель от поломок

**Рис. 2.** Технологическая схема работы аккумулирующего бункера, оснащенного аппаратурой АКГМ: 1 – устройство контроля уровня горной массы УКГМ; 2 – блок контроля БК; 3 – блок питания БП; 4 – блок информационный БИ; 5 – датчик наличия горной массы на питателе ДНМ;  $a$  – бункер пустой;  $b$  – бункер полный;  $в$  – рабочий диапазон измерения уровня;  $г$  – высота бункера (максимальная глубина измерения); БУ – блок управления.





и преждевременного износа из-за прямых ударов кусков угля и породы.

На БК и у горного диспетчера на БИ индицируется уровень загруженности бункера. Из-за недостаточного поступления горной массы в бункер возникает простой в подбункерной линии и часть ее транспортного оборудования может быть временно выключена в целях энергосбережения с учетом других составляющих производственной ситуации на текущий момент, контролируемых горным диспетчером. Устройство УКГМ непрерывно отслеживает уровень горной массы, накапливающейся в бункере в результате работы конвейера при отключенном питателе. Когда уровень заполнения бункера превысит нулевой уровень  $a$  на установленное значение, например 10 – 20 % рабочего диапазона измерения уровня  $b$ , блок контроля формирует и выдает дискретный сигнал на включение питателя.

Если бункер заполнен до заданного верхнего предаварийного уровня  $b$ , т. е. бункер полный, блок контроля формирует и выдает дискретный сигнал на отключение конвейера, загружающего бункер горной массой. При этом в верхней части бункера остается некоторый незаполненный объем, необходимый для предотвращения простоев ДТЛ из-за поломок оборудования при переполнении бункера и «подбучивании» загружающих установок. Кроме того, блок контроля формирует и выдает дискретный сигнал на включение конвейера согласно данным устройства УКГМ при уменьшении уровня горной массы по сравнению с верхним предаварийным уровнем  $b$  на установленное значение, например не более 60 – 80 % рабочего диапазона измерения  $b$ . Выбирает и устанавливает уровень сигнализации и управления потребитель на объекте (верхний и нижний предаварийные уровни  $a$  и  $b$ , уровни для автоматического включения питателя и конвейера после их предаварийного отключения).

Если в бункере по замерам устройства УКГМ имеется горная масса, подлежащая выгрузке, а на работающем питателе она отсутствует в течение установленного времени, например 1 – 3 мин, о чем свидетельствует сигнал датчика наличия горной массы, то АСУ ТП «Углепоток» формирует и выдает сигнал на включение устройств пневмообрушения [5], а при их отсутствии – на отключение привода конвейера. В последнем случае диспетчер должен

принять решение о ликвидации зависания горной массы в бункере, ставшего причиной остановки надбункерной линии и нарушения поточного хода производства по добыче и транспортированию угля.

Опытный образец аппаратуры в 2011 г. успешно прошел приемочные испытания и эксплуатируется на ПСП «Шахта «Западно-Донбасская» ПАО «ДТЭК Павлоградуголь».

**Выводы.** Непрерывное измерение уровня заполнения аккумулирующего бункера позволяет контролировать и анализировать динамику его загрузки-выгрузки, прогнозировать предаварийные уровни его заполнения, координировать работу над- и подбункерной линий, сокращать простои и потери добычи угля, использовать возможности энергосбережения.

Наиболее совершенное техническое средство контроля и управления уровнем горной массы в аккумулирующих бункерах – аппаратура нового технического уровня – аппаратура АКГМ, предназначенная для работы во взрывоопасной и высокоагрессивной среде и выпускаемая в пылевлагозащищенном исполнении с искробезопасными выходными цепями уровня Иа.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Высокопроизводительная работа очистных комплексов нового поколения как фактор энергосбережения* / В. В. Косарев, Н. И. Стадник, А. В. Мезников [и др.] // Уголь Украины. – 2009. – № 5. – С. 19 – 21.
2. *Сургай Н. С.* О готовности шахт к применению оборудования нового технического уровня / Н. С. Сургай, В. В. Виноградов, Ю. И. Кияшко // Уголь Украины. – 2001. – № 7. – С. 3 – 5.
3. *Энергосберегающие* технические средства оперативной координации работы шахтного транспорта / Жуков Ю. П., Доценко С. А., Боронин В. Ф. [и др.] // Уголь Украины. – 2008. – № 10. – С. 23 – 26.
4. *Опыт автоматизации загрузки скипов* / Ю. П. Жуков, С. А. Доценко, А. А. Еременко [и др.] // Уголь Украины. – 2009. – № 7. – С. 19 – 21.
5. *Перспективы* внедрения энергосберегающих автоматизированных кумулятивных установок пневмообрушения на угольных предприятиях и тепловых электростанциях / С. Г. Лунев, З. Г. Пастернак, С. А. Доценко [и др.] // Энергосбережение. – 2000. – № 9. – С. 6 – 7.