УДК
622.73:
004.89

К.С. Пикель, Г.С. Федотов, Е.И. Журавлев

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА СОСТАВЛЕНИЯ ПРОГРАММЫ РАБОТЫ ОЧИСТНОГО КОМПЛЕКСА НА СМЕНУ

Описана интеллектуальная система составления программы работы очистного комплекса на смену. Интеллектуальная система формирует обоснованное решение по определению режима работы очистного комплекса.

Ключевые слова: интеллектуальная система, угольная шахта, сменное задание, очистной комплекс, мониторинг, рудничная атмосфера, массив горных пород.

На сегодняшний день на предприятии принята система бумажного документооборота, на основе которой производится оценка эксплуатационной производительности очистного комплекса.

Оценка заключается в следующем. На основании планов, разработанных технологами предприятия, начальники участков горных работ формируют задание горным мастерам. Такое задание составляется в соответствии с календарным планом и состоянием участков горных работ и выдается перед каждой сменой. По окончании каждой смены составляется отчет о выполнении задания, а в случае его неполного исполнения фиксируются причины или события, не позволившие выполнить задание полностью.

Чаще всего, такими событиями являются аварии, выход из строя оборудования или срабатывание аэрогазовых датчиков защиты. Все это максимально полно описывается в отчете и передается в диспетчерскую и начальнику участка, что позволяет оценить объем работ, выполненный за смену.

На участках горных работ в обязательном порядке имеются журналы технических осмотров и ремонтов оборудования, которые ведутся совместно службой главного механика и начальниками участков, в них делаются отметки о состоянии техники на участке.

ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 7. С. 418–424.
© 2016. К.С. Пикель, Г.С. Федотов, Е.И. Журавлев.

Существующая система бумажного документооборота существенно ограничивает возможности анализа работы оборудования на участках, сравнения производительности оборудования и времени его простоя. Она также не позволяет получать достоверный прогноз на ближайший период и определять резервы производительности как отдельных участков горных работ, так и горного предприятия в целом.

В связи с этим актуальной задачей является создание «Интеллектуальной системы составления программы работы очистного комплекса на смену». Данная система на основе показаний датчиков контроля параметров рудничной атмосферы и датчиков состояния массива горных пород, которые контролируют гео- и газодинамические явления, а также на основе методики оценки состояния технологического горно-шахтного оборудования [10], позволит получать своевременные рекомендации по изменению режимов работы добычных комплексов для более полного использования их ресурсов и повышения производительности в виде сменного задания машинисту комбайна (рисунок).

Формирование сменного задания

Получение данных о состоянии рудничной атмосферы производится с помощью шахтной системы аэрогазового контроля (АГК). Информация поступает со следующих датчиков:

- датчик-зонд измерения сейсмической эмиссии горного массива;
- датчик-зонд измерения сейсмоакустической эмиссии горного массива;
- датчик-зонд измерения тензометрической деформации горного массива.

При работе очистного комбайна с датчиков в интеллектуальную систему мониторинга поступают следующие данные:

- параметры работы очистного комбайна (величина тока на приводных двигателях системы подачи и гидронасоса шнековых исполнительных органов, величина давления воды в системах охлаждения и подавления пыли, температура основных узлов комбайна и др.);
- информация о содержании метана в рудничной атмосфере;
- данные о состоянии массива горных пород;
- информация о работе систем проветривания и пылеподавления.

С учетом полученной и обработанной информации, с помощью блока принятия решения задаются режимы работы очистного комплекса, позволяющие полно использовать ресурсы элементов очистного комплекса, и учитывающие прогнозы параметров рудничной атмосферы и состояния массива горных пород выемочного участка.

Например, при уменьшении мощности пласта можно увеличивать скорость подачи комбайна, учитывая прогнозирование выделения метана в рудничную атмосферу, при постоянном контроле процентного содержания метана посредством датчиков, расположенных в забое. И наоборот, увеличение мощности пласта его отработка потребует уменьшения скорости подачи комбайна, вследствие риска роста выделения метана и перегрузки приводов подачи и вращения шнека. Система дает рекомендации для очередного сменного задания с учетом складывающейся ситуации на выемочном участке. Превышение же допустимых значений по одному из измеряемых параметров сопровождается сообщением оператору для изменения параметров работы комбайна. Повышение напряженности состояния массива горных пород влечет сигнал интеллектуальной системы, сообщающий оператору о необходимости снижения скорости подачи комбайна и об изменениях режима переста-

новки секций крепи. Запись информации о режимах работы комбайна в процессе добычи полезного ископаемого позволяет системе анализировать эти режимы и выдавать диспетчеру возможные решения по изменениям режимов работы. Например, решения о возможностях увеличения скорости подачи, которые можно будет реализовать при составлении задания очистному комплексу на предстоящую смену.

Интеллектуальная система выполняет следующие функции:

- сбор информации с датчиков и систематизация полученных данных;
- анализ работоспособности оборудования исходя из эксплуатационных нагрузок на комбайн и оценка остаточного ресурса;
- взаимодействие с предусмотренными на добычном участке системами сбора и обработки информации (системы аэропылегазового контроля, система управления очистным комбайном и др.);
- создание на основе обработанной информации предложений на следующую смену по изменению режима работы очистного комплекса, которые будут поступать диспетчеру;
- текущий контроль режима работы очистного комбайна и автоматическое его отключение в случае возникновения опасности аварийной ситуации;
- подготовка отчетов за смену для анализа возможностей изменения режима работы.

Таким образом, интеллектуальная система формирует решение по изменению режима работы очистного комбайна и дает к нему пояснение. Во всех случаях это касается системы подачи очистного комбайна. Фактически таких решений может быть большое количество, но все они базируются на основных четырех принципах:

1. «Понижение скорости подачи». Применяется при поступлении в интеллектуальную систему данных, которые при обработке позволяют спрогнозировать аварийную ситуацию в том случае, если не будет внесено никаких изменений в режим работы очистного комбайна. Факторами, достаточными для подобного изменения режима работы, могут быть: увеличение мощности отрабатываемого пласта, увеличение крепости полезного ископаемого, плавное увеличение процентного содержания метана в шахтном воздухе (в этом случае изменение режима работы очистного комбайна должно сопровождаться изменением режима проветривания забоя с увеличением подачи

воздуха), увеличение напряженного состояния массива горных пород (в этом случае необходимо учитывать необходимость изменения режима крепления в забое), повышение пыления в забое при добыче полезного ископаемого (может сопровождаться усилением работы систем пылеподавления) и т.д.

2. «Повышение скорости подачи». Применяется при прогнозировании интеллектуальной системой мониторинга благоприятных условий для увеличения производительности очистного комбайна, основанных на анализе поступающей информации с датчиков. Разработка задания на увеличение скорости подачи комбайна основана на уменьшении мощности отрабатываемого пласта, на снижении крепости полезного ископаемого, на стабильно низком процентном содержании метана в шахтном воздухе при нормальном режиме проветривания забоя, на стабильно напряженном состоянии массива горных пород, на минимальном пыление в забое при добыче полезного ископаемого и т.д.

3. «Неизменная скорость подачи». Характерный принцип при работе комбайна в оптимальном режиме, например на максимально возможной скорости для заданной мощности отрабатываемого пласта. При этом данные, поступающие с датчиков системы мониторинга, находятся в допустимых пределах.

4. «Остановка комбайна». Активируется при превышении регламентированных Правилами безопасности или Правилами технической эксплуатации показаний, поступающих с датчиков интеллектуальной системы мониторинга, и приводит к аварийному отключению. Например, перегрев двигателей системы подачи, превышение допустимой величины тока электродвигателя гидронасоса исполнительного органа, достижение процентного содержания метана в шахтном воздухе критической величины, выход из строя системы подачи воды и т.д.

Своевременный анализ и исполнение рекомендаций интеллектуальной системы диспетчером и начальником участка позволит формировать задания на следующую смену.

Применение подобной интеллектуальной системы мониторинга приведет к сокращению времени простоев оборудования, обусловленных экстренными выключениями добычных комплексов при срабатывании датчиков контроля рудничной атмосферы или датчиков повышения напряженности массива горных пород и др. Это заметно повысит производительность очистных комплексов угольных шахт и уменьшит издержки производства, связанные с простоями оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кубрин С.С.* Комплексный синтезирующий геофизический мониторинг горного массива // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 5. – С. 85–92.
2. *Захаров В.Н.*, *Кубрин С.С.*, *Фейт Г.Н.* Мониторинг напряженного состояния горного массива и геофизических процессов в нем при разработке угольных пластов опасных по гео- и газодинамическим явлениям // Маркшейдерский вестник. – 2012. – № 4. – С. 53–56.
3. *Кубрин С.С.* Определение базового программного обеспечения комплексного мониторинга горного массива // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 11. – С. 213–214.
4. *Захаров В.Н.*, *Кубрин С.С.*, *Фейт Г.Н.*, *Блохин Д.И.* Тензометрический мониторинг напряженного состояния горного массива при разработке угольных пластов опасных по гео- и газодинамическим явлениям // Маркшейдерский вестник. – 2012. – № 5. – С. 43–44.
5. *Захаров В.Н.*, *Кубрин С.С.*, *Фейт Г.Н.*, *Блохин Д.И.* Определение напряженно-деформированного состояния горных пород при разработке угольных пластов опасных по гео- и газо- динамическим явлениям // Уголь. – 2012. – № 10. – С. 34–36.
6. *Кубрин С.С.*, *Шек В.М.* Геоинформационные системы для исследования опасных геодинамических явлений // Горный информационно-аналитический бюллетень. ОВ 5. Информатизация и управление. – 2013. – С. 103–112.
7. *Кубрин С.С.*, *Мазаник Е.В.*, *Кигалов Н.Н.* Автоматизированная система поддержки принятия геотехнологических решений и комплексного синтезирующего мониторинга // Горный информационно-аналитический бюллетень. ОВ 1. Т руды международного научного симпозиума «Неделя горняка-2014». – 2014. – С. 267–278.
8. *Кубрин С.С.*, *Сукманов А.И.* Методика оценки технического состояния оборудования // Автоматизация в промышленности. – 2012. – № 9. – С. 41–44.
9. *Сукманов А.И.*, *Зотов В.В.*, *Кубрин С.С.* Разработка методики оценки состояния оборудования очистных комплексов горных предприятий // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 10. – С. 260–264.
10. *Сукманов А.И.*, *Зотов В.В.*, *Кубрин С.С.* Методика оценки состояния очистного комплекса шахты // Уголь. – 2012. – № 11. – С. 14–18.
11. *Кубрин С.С.*, *Сукманов А.И.* Системный подход к оценки технического состояния оборудования // Главный механик. – 2012. – № 10. – С. 44–49. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Пикель Кристина Сергеевна[1] – студент,
e-mail: kristina.pikel@mail.ru,
Федотов Григорий Сергеевич[1] – студент,
e-mail: Grishata1@mail.ru.
Журавлев Евгений Игоревич – аспирант, e-mail: engene@mail.ru,
Институт проблем комплексного освоения недр РАН,
[1] НИТУ «МИСиС».

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2016. No. 7, pp. 418–424.

UDC
622.73:
004.89

K.S. Pikel', G.S. Fedotov, E.I. Zhuravlev

INTELLIGENT SYSTEM FOR DRAWING UP THE PROGRAM OF WORK OF COAL FACE SYSTEM TO SHIFT

The article describes an intelligent system of drawing up the program of work of coal face system to shift. Intelligent system makes a decision to determine the operating mode of purification of the complex.

Key words: an intelligent system, coal mine, shift target, the coal face system, monitoring, mine atmosphere, the rocks.

AUTHORS

Pikel K.S.[1], Student, e-mail: kristina.pikel@mail.ru,
Fedotov G.S.[1], Student, e-mail: Grishata1@mail.ru,
Zhuravlev E.I., Graduate Student, e-mail: engene@mail.ru,
Institute of Problems of Comprehensive Exploitation
of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences,
111020, Moscow, Russia,
[1] Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS»,
119049, Moscow, Russia.

REFERENCES

1. Kubrin S. S. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2012, no 5, pp. 85–92.
2. Zakharov V. N., Kubrin S. S., Feyt G. N. *Marksheyderskiy vestnik*. 2012, no 4, pp. 53–56.
3. Kubrin S. S. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2012, no 11, pp. 213–214.
4. Zakharov V. N., Kubrin S. S., Feyt G. N., Blokhin D. I. *Marksheyderskiy vestnik*. 2012, no 5, pp. 43–44.
5. Zakharov V. N., Kubrin S. S., Feyt G. N., Blokhin D. I. *Ugol'*. 2012, no 10, pp. 34–36.
6. Kubrin S. S., Shek V. M. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. Special issue 5. Informatizatsiya i upravlenie. 2013, pp. 103–112.
7. Kubrin S. S., Mazanik E. V., Kigalov N. N. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. Special issue 1. Trudy mezhdunarodnogo nauchnogo simpoziuma «Nedelya gornyaka-2014». 2014, pp. 267–278.
8. Kubrin S. S., Sukmanov A. I. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti*. 2012, no 9, pp. 41–44.
9. Sukmanov A. I., Zotov V. V., Kubrin S. S. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2012, no 10, pp. 260–264.
10. Sukmanov A. I., Zotov V. V., Kubrin S. S. *Ugol'*. 2012, no 11, pp. 14–18.
11. Kubrin S. S., Sukmanov A. I. *Glavnyy mekhanik*. 2012, no 10, pp. 44–49.

КОРПУС ГОРНЫХ ИНЖЕНЕРОВ, ЭТО:

6. Организация дошкольного и школьного образования по лучшим зарубежным методикам.