

УДК 622.660

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

## СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОЧИСТНЫМ КОМПЛЕКСОМ

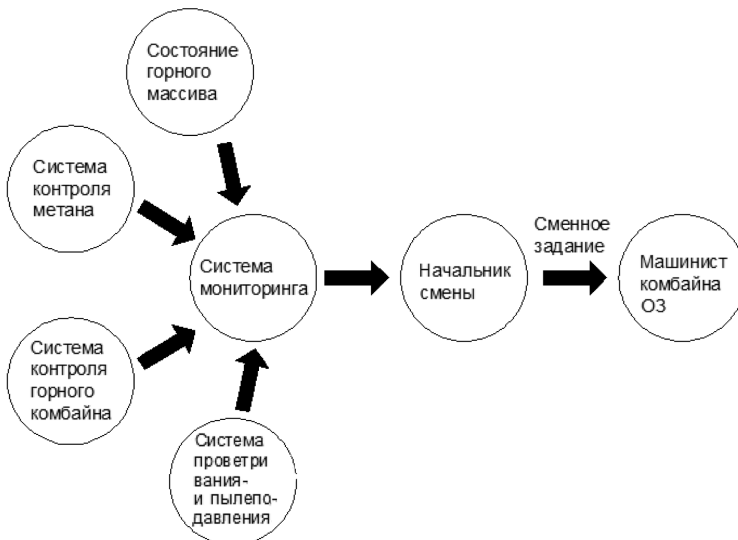
Описана система автоматизированного и энергоэффективного управления очистным комплексом. Данная система на основе данных, поступающих с датчиков, которые установлены на выемочном участке, производит оценку и прогнозирование состояния массива горных пород с дальнейшей разработкой рекомендаций по режимам работы очистного комплекса.

Ключевые слова: очистные работы, автоматизация, мониторинг, состояние массива горных пород, прогнозирование, безопасность, сменное задание, энергоэффективность.

**Д**обыча угля подземным способом на сегодняшний день связана с тем, что большинство шахт являются опасными по горным ударам и по выделению метана в рудничную атмосферу. Эти явления повышают издержки на мероприятия по контролю рудничной атмосферы и состояния массива горных пород, а также существенно уменьшают производительность очистных комплексов, что обусловлено уве-

личением времени простоев в результате срабатывания защитных систем, и, следовательно, ведут к увеличению затрат электроэнергии.

В связи с этим актуальной задачей является внедрение на предприятия системы, которая на основе показаний датчиков и опыта эксплуатации горношахтного оборудования выдает рекомендации по изменению режимов работы очистных комплексов с целью



**Формирование сменного задания**

повышения их энергоэффективности и производительности в виде сменного задания машинисту комбайна (рисунок).

При работе выемочного участка показания с датчиков поступают в систему автоматизированного и энергоэффективного управления очистным комплексом (СА и ЭУОК), а именно:

- 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.);

- данные о состоянии массива горных пород (сейсмическая, сейсмоакустическая, терморациационная эмиссии);

- параметры рудничной атмосферы (концентрации метана  $\text{CH}_4$ , угарного газа – оксида углерода  $\text{CO}$ , углекислого газа – диоксида углерода  $\text{CO}_2$ );

- информация о работе систем проветривания (скорость воздушного потока  $V_{\text{пот}}$ , депрессия в горных выработках);

- пылевого мониторинга и пылеподавления (расход СПАВ, концентрация взвешенной пыли, уровень отложений пыли).

В различных условиях используются различные режимы работы очистного комплекса, главным параметром в которых является скорость подачи очистного комбайна. Например, при уменьшении мощности пласта можно увеличивать скорость подачи комбайна, учитывая прогноз выделения метана в рудничную атмосферу с увеличением мощности пласта потребует уменьшения скорости подачи комбайна вследствие увеличения объемов выделения метана и перегрузки привода подачи и вращения шнека.

Такое прогнозирование возможно производить с помощью нейронной сети, предсказывающей будущие реак-

ции системы по ее предшествующему поведению. Обладая информацией о значениях концентрации метана в моменты, предшествующие прогнозированию сеть вырабатывает решение, каким будет наиболее вероятное значение последовательности в текущий момент. Для этого часто применяют методы экстраполяции, интерпретации и временные ряды.

Представленная «СА и ЭУОК» позволяет на основе наблюдаемых в ходе предыдущей смены режимов работы очистного комбайна, его технических параметров (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.), состояния рудничной атмосферы по данным системы АГК и состояния массива горных пород по данным сейсмоакустического и сейсмического мониторинга производит прогнозирование состояния выемочного столба. На основе прогноза осуществляется выбор рациональных режимов работы очистного комбайна (скорость подачи комбайна, скорость подачи и вращения шнековых барабанов), что в свою очередь приводит к снижению затрат электроэнергии на ликвидацию возможных аварий и холостой работы комбайна.

Система разрабатывает рекомендации для очередного сменного задания с учетом складывающейся ситуации на выемочном участке. Далее, в ходе выполнения сменного задания происходит контроль определенных параметров. Выявление превышения допустимых значений параметров сопровождается сообщением оператору для дальнейшего принятия решения по изменению режима работы комбайна. Запись информации о режимах работы комбайна в процессе добычи полезного ископаемого позволяет систе-

ме анализировать эти режимы и выдавать диспетчеру возможные решения по изменениям режимов работы, например, о возможностях увеличения скорости подачи, которые можно будет реализовать при составлении задания очистному комплексу на предстоящую смену. Так же, в настоящее время при разработке угольных пластов производится прогноз выбросоопасности путем бурения шпуров по фронту забоя лавы, при полной оста-

новке очистных работ. «СА и ЭУОК» снижает энергообеспечение очистных работ за счет снижения объема буровых работ, направленных на определение выбросоопасности и исключает простой очистного комплекса.

Таким образом применение подобной автоматизированной системы мониторинга приведет к значительному снижению энергозатрат, а также к повышению производительности и безопасности горнодобывающих работ.

---

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еремин Д.М., Гарцеев И.Б. Искусственные нейронные сети в интеллектуальных системах управления. – М.: МИРЭА, 2004. – 75 с.

2. Кубрин С.С. Комплексный синтезирующий геофизический мониторинг горного массива // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 5. – С. 85–92.

3. Захаров В.Н., Кубрин С.С., Фейт Г.Н. Мониторинг напряженного состояния горного массива и геодинамических процессов в нем при разработке угольных пластов опасных по гео- и газодинамическим явлениям // Маркшейдерский вестник. – 2012. – № 4. – С. 53–56.

4. Кубрин С.С. Определение базового программного обеспечения комплексного мониторинга горного массива // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 11. – С. 213–214.

5. 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.

6. 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 газодинамическим явлениям // Уголь. – 2012. – № 10. – С. 34–36.

7. Кубрин С.С., Шек В.Н. Геоинформационные системы для исследования опасных геодинамических явлений // Горный информационно-аналитический бюллетень. ОВ 5. Информатизация и управление. – 2013. – С. 103–112.

8. Кубрин С.С., Мазаник Е.В., Кигалов Н.Н. Автоматизированная система поддержки принятия технологических решений и комплексного синтезирующего мониторинга // Горный информационно-аналитический бюллетень. ОВ 1. Труды международного научного симпозиума «Неделя горняка-2014». – 2014. – С. 267–278. **ГИАС**

---

## КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Федотов Григорий Сергеевич – студент, НИТУ «МИСиС», e-mail: Grishata1@mail.ru,  
Пикель Кристина Сергеевна – студент, НИТУ «МИСиС», e-mail: kristina.pikel@mail.ru,  
Журавлев Евгений Игоревич – аспирант, ИПКОН РАН, e-mail: engene@mail.ru.

---

UDC 622.660

## SYSTEM OF AUTOMATED AND ENERGY EFFICIENT MANAGEMENT OF THE COAL FACE SYSTEM

Fedotov G.S.<sup>1</sup>, Student, e-mail: Grishata1@mail.ru,

Pikel K.S.<sup>1</sup>, Student, e-mail: kristina.pikel@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, Moscow, Russia,

<sup>1</sup> National University of Science and Technology «MISS», 119049, Moscow, Russia.

---

The article describes an automated and energy-efficient system management of coal face system. This system is based on data coming from the sensors that are installed on mining extracted area, estimates and forecasting the state of the rock mass to the further development of recommendations for the modes of the coal face system.

*Key words:* coal face operations, automation, monitoring, state of the rock mass, prediction, safety, task to shift, energy efficiency.

## REFERENCES

1. Eremin D.M., Gartsev I.B. *Iskusstvennyye neyronnyye seti v intellektual'nykh sistemakh upravleniya* (Artificial neural networks in intelligent control systems), Moscow, MIREA, 2004, 75 p.
2. Kubrin S.S. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2012, no 5, pp. 85–92.
3. Zakharov V.N., Kubrin S.S., Feyt G.N. *Marksheyderskiy vestnik*. 2012, no 4, pp. 53–56.
4. Kubrin S.S. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2012, no 11, pp. 213–214.
5. Zakharov V.N., Kubrin S.S., Feyt G.N., Blokhin D.I. *Marksheyderskiy vestnik*. 2012, no 5, pp. 43–44.
6. Zakharov V.N., Kubrin S.S., Feyt G.N., Blokhin D.I. *Ugol'*. 2012, no 10, pp. 34–36.
7. Kubrin S.S., Shek V.N. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. Special issue 5. *Informatizatsiya i upravlenie*. 2013, pp. 103–112.
8. 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.



## ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

### СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ОСНОВАНИИ ДОРОГ

Клочков Яков Владимирович – аспирант, e-mail: klochkov.zabirt@mail.ru;

Сигачев Николай Петрович – доктор технических наук, профессор;

Забайкальский институт железнодорожного транспорта.

Рассмотрена проблема регулирования подземных вод в основании дорог. Ее решением является создание противодиффузионного экрана в грунте для остановки фильтрации воды сквозь основание сооружения и ее перенаправление в русло водотока. Разработан новый способ создания противодиффузионного экрана с возможностью применения легкой техники, который заключается в устройстве со стороны поступления напорных вод противодиффузионного экрана у тела насыпи и отводе воды в водопропускное сооружение. На основе предлагаемых технологии и материала был разработан типовой технологический процесс по стабилизации земляного полотна с использованием полимерного материала «Криогелит», технические условия по применению полимерной смеси «Криогелит» для стабилизации объектов инфраструктуры.

*Ключевые слова:* подземные воды, противодиффузионный экран, криотропный полимерный материал, теплотехнические свойства, струйная технология, температурное поле.

### METHOD OF GROUNDWATER REGULATION AT THE BASE OF ROADS

Klochkov Ya.V.<sup>1</sup>, Graduate Student, Sigachev N.P.<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor,

<sup>1</sup> Zabaikalsky Institute of Railway Transport, Chita, Russia.

The problem of regulation of groundwater at the base of roads are described. The solution to this problem is the creation of impervious screen in the soil to stop water infiltration through the base of roads and its redirecting to the streambed. For work production picked up a relatively inexpensive material «Cryogelit», which by its nature is cryogel and is not eroded under the action of groundwater. Its thermal characteristics after introduction into soil determined and that features must be considered in the calculation of the temperature regime of soils. Developed a new way of creating impervious screen with the ability to use light vehicles, which is the device with the side pressure water impervious screen in the body of the embankment and the drainage of water in culvert construction. The process of creating impervious screen are to conduct high-pressure injection of the material of «Cryogelit» by using jet grouting technology without rotating the monitor. To determine the degree of influence of groundwater was produced simulation of the temperature field in the embankment before and after the device impervious screen. Simulation results obtained that the boundary of the seasonal freezing after the device impervious screen is lowered. To determine the economic efficiency of the developed method of creating impervious screen using the material «Cryogelit» comparison with known technologies and materials. It is obtained that the developed technology is the least expensive and most cost-effective. Based on the proposed technology and material model was developed technological process for stabilization of subgrade using the polymer material of «Cryogelit», technical specification for the application of polymer blends «Cryogelit» to stabilize the infrastructure.

*Key words:* groundwater, impervious screen, cryotrophy polymer material, thermal properties, jet grouting technology, the temperature field.