

5. Глущенко И.М. Теоретические основы технологии горючих ископаемых. М., Металлургия, 1990. – 296 с.
6. Дегазация Земли и геотектоника. СБ. Наука 1980, 292 с.
7. Ермаков В.М., Скоробогатов В.А. Образование углеводородных газов в угленосных и субугленосных формациях. М., Недра, 1984. – 205 с.
8. Кирюков В.В., Брижанев А.М., Очкур Н.П. Электронно-микроскопические исследования витринита донецких углей с целью прогноза внезапных выбросов угля и газа. Уголь. 1994, № 5. с. 44-48.
9. Кирюков В. В., Куш О. А. Геологическое обоснование эффективной добычи угольного метана на метанугольных месторождениях Донецкого бассейна. // Сб. Геология угольных месторождений. Вып. 8. Эк. Изд. УГТА, 1998, С. 173-182.
10. Лосев Н.Ф., Труфанов В.Н., Смирнов Б.В., Фролков Г.Д. Процессы и явления сопровождающие выделение угля и газа. Уголь-выброс. Вып. 13. Ростов-Дон. 1994. – 23 с.
11. Малышев Ю.Н., Трубецкой К.Н., Айруни А.Т. и др. Фундаментально-прикладные методы решения проблемы метана угольных пластов. -М., Изд. АГН. 2000. - 519 с.
12. Прасолов Э.М. Изотопная геохимия и происхождение природных газов. Л. ЛОНедра, 1990. - 283 с.
13. Саранчук В.И., Айруни А.Т., Ковалев К.Е. Надмолекулярная организация, структура и свойства угля. – Киев: Наукова думка, 1988. – 192 с.
14. Справочник по геохимии нефти и газа. СПб, СПб. ОНедра, 1998. – 575 с.
15. Угольная база России. Т. VI. Геоинформмарк. 2004. С. 430-45.
16. Успенский В.А. Введение в геохимию нефти. Л., ЛОНедра, 1970. 309 с.

УДК 622.838

Докт. техн. наук В.Г. Перепелица
(ИГТМ НАН Украины),
науч. сотр. С.Е. Толчий (ДонНИИ)

ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ВЫЕМКИ УГЛЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ВЫБРОСООПАСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

У статті наведено дані наукових досліджень, що їх виконано у ДонНДІ та ІГТМ НАН України у мережі управління процесом виїмки вугілля із залучення шахтного сейсмопрогнозу.

ON-LINE CONTROL OF PROCESS OF THE COAL EXTRACTION WHILE DEVELOPING THE COAL SEAMS WITH RISK OF BURST

The article presents data of scientific researches made by Institute DonNII and IGTM of National Academy of Sciences of Ukraine in the field of controlling the process of the coal extraction with using seismic forecast for mining.

Практикой ведения очистных работ на выбросоопасных угольных пластах, с применением сейсмоакустики установлено, что используя оценку экстраполированной и действительной активности акустической эмиссии (АЭ), можно определить эффективность регулирования интенсивности технологического воздействия на угольный массив. Наиболее наглядной оценкой эффективности оперативного управления может быть сопоставление результатов прогнозирования потенциальной опасности проявления газодинамической активности выбросоопасных угольных пластов при обычной технологии и при регулировании интенсивности выемки угля.

В первом случае расчеты прогнозов выполнены с учетом активности, определенной в часовых интервалах оперативного управления по экстраполированной траектории накопления импульсов АЭ; во втором - по

зарегистрированной активности АЭ после приостановки управляемого технологического процесса - выемки угля - по команде оператора.

На рис. 1 приведен пример результатов оперативного управления процессом выемки угля при разработке выбросоопасного пласта в лаве, оборудованной струговой установкой УСБ-2М. В течение двух суток оператор службы сейсмопрогноза два раза непосредственно отключал выемочную машину, так как накопленные значения активности АЭ достигали заданного порога $0,6 \cdot \dot{N}_{\text{эд}}$. Во всех случаях после остановки струга рост накопленного значения N практически прекращался и составлял не более $0,7 \cdot \dot{N}_{\text{эд}}$. Продолжительность простоя лавы из-за остановки струговой установки в часовом интервале не превышала 20 мин., а в течение технологического процесса выемки угля, соответственно – 1 час. 20 мин.

Во всех случаях остановки струга было предотвращено нарастание активности АЭ до критического значения и необходимости применения противовыбросных мероприятий, на выполнение которых потребовалось бы затратить шестичасовую смену.

Нами предложена методика проверки управляемости системы «воздействие – массив – реакция», которая проводится институтом ДонНИИ и заключается в следующем.

Используя результаты наблюдений за активностью АЭ, предоставленных шахтной службой сейсмопрогноза, выбирается интервал времени не менее 1 месяца непрерывной регистрации при нормальном подвигании забоя.

За каждые сутки выбранного периода подсчитывается количество минут работы выемочной машины (механизма) – комбайна, конвейероструга, отбойного молотка, струга и др.

Определяются накопленные значения активности АЭ при:

- воздействии на забой;
- отсутствии воздействия на забой;
- воздействии на забой различных механизмов, кроме управляемого.

За каждые сутки выбранного периода (не менее одного месяца) по журналам регистрации активности АЭ определяется удельный вес сейсмоимпульсов в процентах от общего количества импульсов:

- при работе выемочной машины;
- без работы выемочной машины;
- при работе отбойного молотка, бурении по углю.

По результатам предварительных наблюдений за активностью АЭ составляется заключение об управляемости системы «воздействие – массив – реакция», для чего строится траектория накопления импульсов АЭ в течение 15-20 технологических суток с 10-минутной детализацией по технологическим процессам.

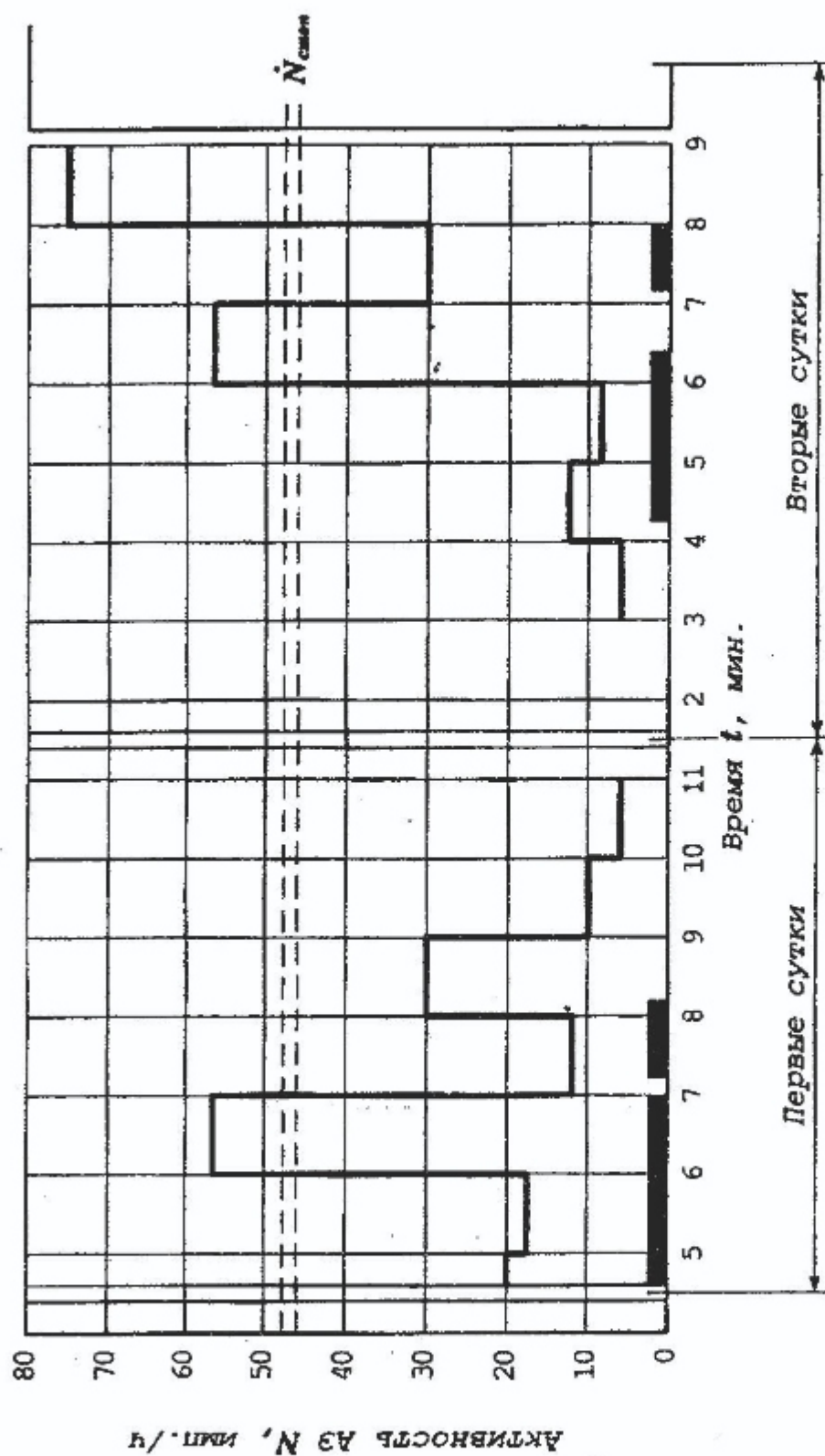


Рис. 1 – Оперативное управление процессом выемки угля при разработке выбросоопасного пласта в лаге, оборудованной струговой установкой УСБ-2М (шахта «Перевальская» ГП «Луганскутоль»)

Для построения траектории накопления импульсов АЭ, производится выборка десятиминутных значений активности АЭ $N_{i,10}$ за каждые сутки регистрации выбранного периода при работе выемочной машины и без работы выемочной машины так, чтобы время работы $T_{\text{раб}}$ подряд было не менее 40 мин., а время после окончания работ по угло T_0 было не менее 60 мин. Выбранные данные заносятся в таблицу.

По данным таблицы строится траектория накопления импульсов АЭ по каждой реализации. Пример построения траектории приведен на рис. 2.

По траектории накопления импульсов АЭ (рис. 2) для каждой реализации графо-аналитическим способом определяются скорости накопления импульсов

АЭ при работе выемочной машины α_p и без ее работы α_0 использованием выражений:

$$\alpha_p = \frac{\Delta N_1}{T_{\text{раб}}} ; \quad \alpha_0 = \frac{\Delta N_2}{T_0} , \quad (1)$$

где ΔN_1 – приращение количества импульсов АЭ за время работы выемочной машины $T_{\text{раб}}$; ΔN_2 – приращение количества импульсов АЭ за время без работы выемочной машины T_0 .

Система считается управляемой, если выполняется условие:

$$\frac{\alpha_p}{\alpha_0} \geq 1,3. \quad (2)$$

Для окончательной оценки управляемости системы «воздействие – массив – реакция» подсчитываются средние скорости накопления импульсов АЭ при воздействии на пласт $\overline{\alpha_p}$ и без воздействия $\overline{\alpha_0}$ и их отношение $\overline{\alpha_p}/\overline{\alpha_0}$, имея в виду, что:

$$\overline{\alpha_p} = \frac{\sum \alpha_p}{n} ; \quad \overline{\alpha_0} = \frac{\sum \alpha_0}{n} ,$$

где n – общее количество реализаций.

Управляемость системы оценивается в процентном отношении:

$$\frac{\hat{E}}{n} \cdot 100 \% ,$$

где K – количество реализаций, для которых выполняется условие $\alpha_p/\alpha_0 > 1,3$.

Для определения параметров алгоритма оперативного управления выбирается не менее 20-ти реализаций, для которых выполняется условие:

$$T_i \geq 20 \text{ мин.}; \quad T_{\text{раб}} \geq 40 \text{ мин.},$$

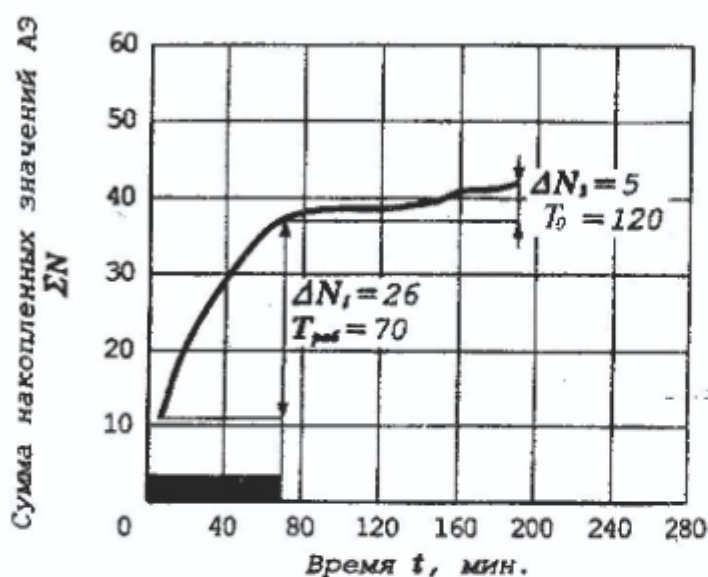
где T_1 - время, предшествующее началу работы выемочной машины; $T_{\text{раб}}$ - время работы выемочной машины.

Затем выбирается не менее 20-ти реализаций, для которых выполняется условие:

$$T_{\text{раб}} = 20 \text{ мин.}; T_2 = 40 \text{ мин.};$$

где T_2 - время после окончания работы выемочной машины.

9.20-12.20

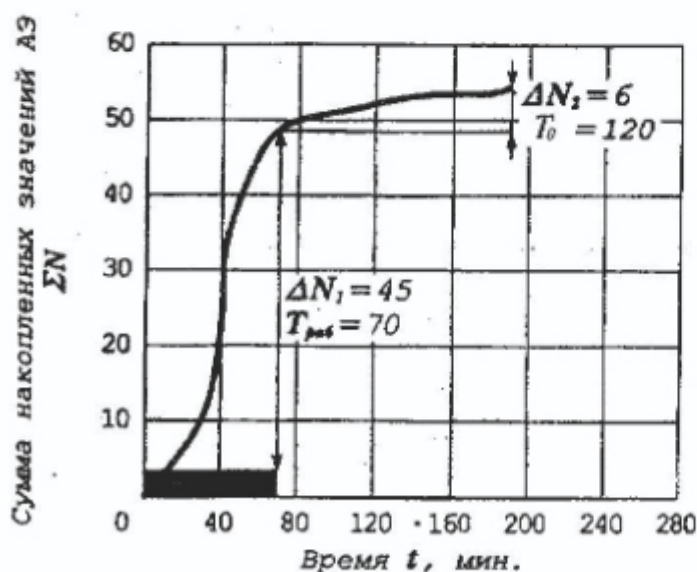


$$\alpha_p = \frac{\Delta N_1}{T_{\text{раб}}} = \frac{26}{70} = 0,37;$$

$$\alpha_o = \frac{\Delta N_2}{T_o} = \frac{5}{120} = 0,04,$$

$$\frac{\alpha_p}{\alpha_o} = 9,25 - \text{упр.}$$

21.10-0.10



$$\alpha_p = \frac{\Delta N_1}{T_{\text{раб}}} = \frac{45}{70} = 0,64;$$

$$\alpha_o = \frac{\Delta N_2}{T_o} = \frac{6}{120} = 0,05,$$

$$\frac{\alpha_p}{\alpha_o} = 12,8 - \text{упр.}$$

Рис. 2 - Кривые накопления активности АЭ

Данные по активности АЭ заносятся в таблицы.

Для каждой из таблиц подсчитываются средние значения активности АЭ в каждом десятиминутном интервале $N_{i, cp}$:

$$N_{i, cp} = \frac{\sum_{j=1}^n N_{i, 10}}{n} \quad \%,$$

где n - количество реализаций; $\sum N_{i, 10}$ - сумма средних значений активности АЭ.

Нормируем средние значения активности АЭ в каждом десятиминутном интервале по сумме средних значений:

$$\frac{N_{i, cp}}{\sum N_{i, cp}} \cdot 100.$$

По нормированным средним значениям активности АЭ строится полиинтервальный (длительность интервала - 10 мин.) график изменения активности АЭ, отражающий «рост» активности при работе выемочной машины и ее «спад» при остановке воздействия на пласт. Пример графика приведен на рис. 3.

По графику определяются:

- время последствия t_{nd} - интервал времени между окончанием работ и точкой снижения активности до значения, предшествовавшего началу выемочных работ;

- параметр d - доля накопленной активности АЭ за время последствия.

Считается коэффициент запаса K :

$$K = 0,95 - d, \quad (3)$$

где d - доля накопленной активности АЭ за t_{nd} .

Расчет предельно допустимой активности АЭ $\dot{N}_{стоп}$, рекомендуемой шахтной службе прогноза в качестве основного параметра алгоритма оперативного управления производится из выражения:

$$\dot{N}_{стоп} = K \cdot N_{кр}, \quad (4)$$

где K - коэффициент запаса;

$$N_{кр} = p \cdot N_l, \quad (5)$$

где $p=4,5$ при $N_k \leq 3,5$ имп./ч; $p=4,0$ при $N_k > 3,5$ имп./ч.

Результаты работы оформляются графиком вида рис. 3.

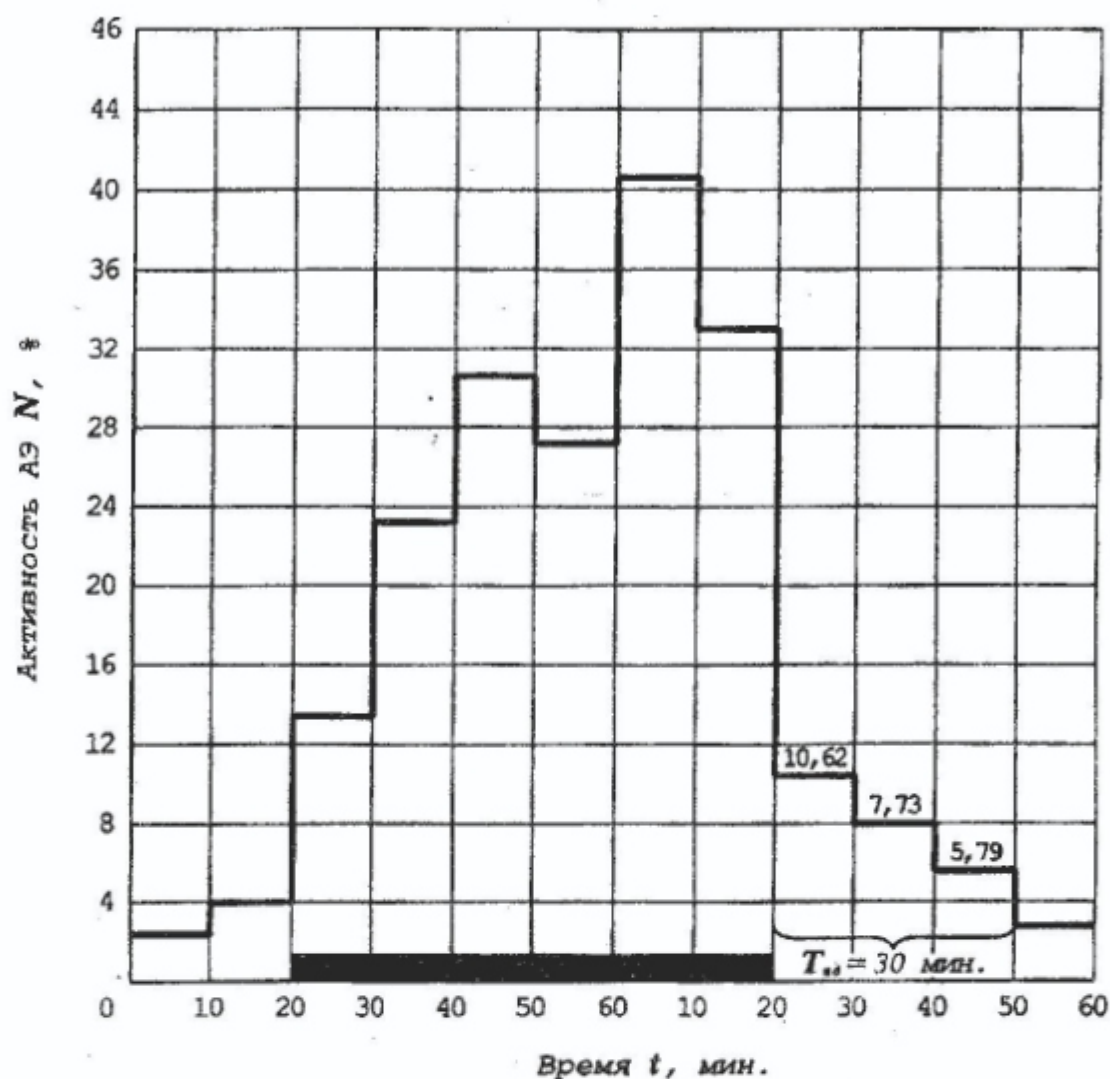


Рис. 3 – График изменения активности АЭ:

$$d = \frac{10,62 + 7,73 + 5,79}{100} = \frac{24,14}{100} = 0,24;$$

$$K = 0,95 - 0,24 = 0,71;$$

$$K = 0,7;$$

$$\dot{N}_{\text{стоп}} = K \cdot N_{\text{кр}} = 0,7 \cdot N_{\text{кр}}.$$

Метод оперативного управления геомеханическими процессами подземных горных работ в настоящее время внедряется шахтами ГП «Луганскуголь» и «Краснодонуголь».