

И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович, А.Р. Мамайкин

ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ

Розроблено й обґрунтовано критерії прогнозої оцінки відповідності експлуатаційного стану пластових підготовчих виробок вимогам правил безпечної та надійної їх експлуатації.

Разработаны и обоснованы критерии прогнозной оценки соответствия эксплуатационного состояния пластовых подготовительных выработок требованиям правил безопасной и надежной их эксплуатации.

Predictive assessment criteria of conformity of operational status of reservoir development workings to the requirements of the rules of safe and reliable exploitation is developed and justified.

По результатам исследований [1-3] можно утверждать, что выявлены закономерности развития перемещений на любом участке контура пластовой выработки. Эти закономерности необходимо оценить с практической стороны – безопасной и надежной эксплуатации выработки по соответствующему комплексу критериев на основе нормативных документов [4, 5] и современных исследований ее устойчивости.

В работе [6] сформулирована система критериев оценки состояния выработки в общей постановке, теперь необходимо выразить эти критерии в виде системы математических неравенств, отражающих условия надежной и безопасной эксплуатации пластовой выработки, для чего выделено четыре основных позиции.

Первая – устойчивость рамной крепи – предполагает ее работу в податливом режиме на протяжении всего периода эксплуатации выработки. Если вертикальная или боковая податливость рамы исчерпана, ее дальнейший жесткий режим работы не предусматривает развитие сколь-нибудь существенных перемещений контура выработки. В противном случае перемещающийся в полость выработки породный массив вызывает появление в раме пластических шарниров, ее форма трансформируется в менее устойчивую с необратимыми пластическими деформациями спецпрофиля СВП, а иногда и его разрывом. Следовательно, вертикальные и боковые перемещения рамы не должны превышать ее допустимых норм податливости. За расчетную величину вертикальных и боковых перемещений следует принимать перемещения $U_{4,5}^y$ и $U_{4,5}^x$, поскольку эти точки (№4 и №5) [1] характеризуют участок расположения замков податливости (после осадки) у крепи серии КМП-А3 и поворота удлиненных стоек у крепи серии КШПУ.

Таким образом, условие устойчивости рамной крепи можно записать двумя неравенствами:

$$\left. \begin{aligned} U_{4,5}^y &\leq U^e \\ U_{4,5}^x &\leq U^{\delta} \end{aligned} \right\}$$

где U^e и U^{δ} – допустимая величина вертикальной и боковой податливости рамы.

Вторая – обеспечение условий безопасного движения транспортных средств – предполагает сохранение допустимых зазоров при работе различных транспортных средств (подвижной состав, конвейер, монорельсовая или напочвенная дороги). Здесь необходимо выполнение целого ряда требований, которые разделены на допустимые зазоры по вертикальной δ_i^y и горизонтальной δ_i^x осям выработки после осадки крепи.

При монорельсовом транспорте вертикальный зазор между днищем сосуда или нижней кромкой перевозимого груза и почвой выработки или расположенным на почве оборудованием должен составлять не менее 0,4 м после осадки крепи. Поэтому при оценке выбора типового сечения выработки соответствующий зазор δ_1^y до осадки должен удовлетворять условию

$$\delta_1^y - U_1^y - U_9^y - U_{20}^y \geq 0,4 \text{ м.}$$

При конвейерном транспорте расстояние от верхней выступающей части конвейера до верхняка рамы должно быть не менее 0,5 м, а у натяжных и приводных головок – не менее 0,6 м. Тогда данный зазор δ_2^y в типовом сечении выработки до осадки должен быть не менее

$$\delta_2^y - U_1^y - U_9^y - U_{20}^y \geq 0,5 \text{ (0,6 м).}$$

При рельсовом транспорте сохранность рельсового пути и безопасность перевозок обеспечивается при величине пучения почвы не более некоторого допустимого значения, величина которого по существующим исследованиям [7-11] оценивается в интервале 0,2...0,3 м. Следовательно, условие сохранности рельсового пути имеет вид

$$U_{20}^y \leq 0,3 \text{ м.}$$

Также существуют эксплуатационные требования по углу наклона рельсового пути, когда превышение (в поперечном сечении выработки) головки одного рельса над другим не должно быть более допустимой

нормы δ_3^y во избежание схода с рельс подвижного состава. Такая опасность возникает обычно в двухпутевых выработках, где расположенные по бокам рельсовые пути (или рельсовый путь и конвейер) имеют разную величину поднятия головок рельс из-за переменной по ширине выработки величины пучения пород почвы. Разница между уровнем головок рельс пути должна быть меньше допустимой δ_3^y и определяется по формуле

$$U_{20}^y(1 - K_{II}) \frac{0,6 + 3l_{кол}}{l_г} \leq \delta_3^y, \quad (1)$$

где $l_{кол}$ – ширина колеи рельсового пути; $l_г$ – ширина выработки по почве в свету; K_{II} – коэффициент неравномерности пучения пород почвы по ширине выработки: для типоразмеров выработки с крепью КМП-А3 – $K_{II} = 0,67$ со стороны восстания пласта и $K_{II} = 0,57$ со стороны падения; для типоразмеров с крепью КШПУ – $K_{II} = 0,65$ со стороны восстания и $K_{II} = 0,60$ со стороны падения.

Допустимые горизонтальные зазоры δ_i^x формируют следующие критерии безопасного движения транспорта.

При рельсовом транспорте зазор между крепью или размещенным в выработках оборудованием и трубопроводами и наиболее выступающей кромкой габарита подвижного состава не должен быть менее 0,25 м для рамных конструкций крепей. Анализируя типовые сечения выработок с крепями КМП-А3 и КШПУ приходим к выводу, что наименьший зазор между крепью и подвижным составом будет на высоте прохода людей, где следует использовать параметр $U_{4,5}^x$ горизонтального перемещения контура выработки. Тогда по горизонтальной составляющей критерий безопасного движения рельсового транспорта имеет вид

$$\delta_1^x - U_{4,5}^x \geq 0,25 \text{ м},$$

где δ_1^x – минимальный зазор до осадки крепи.

При конвейерном транспорте (независимо от наличия других транспортных средств) допустимый зазор между ним и рамной крепью должен быть не менее 0,4 м. Обычно верхняя кромка габарита ленточного конвейера располагается примерно посередине между точками №1 и №№4, 5 (№17 и №№13, 14) [1] и здесь (независимо от типов рамных крепей) как правило располагается минимальный зазор. Поэтому его величина δ_2^x до осадки крепи проверяется по условию

$$\delta_2^x - 0,5(U_{4,5}^x + U_{17}^x) \leq 0,4 \text{ м}$$

при расположении конвейера как со стороны падения, так и со стороны восстания угольного пласта.

При монорельсовом транспорте минимально допустимый зазор между крепью и наиболее выступающей кромкой габарита подвижного состава или перевозимого груза при скорости его движения до 1 м/с составляет 0,2 м; при скоростях движения более 1 м/с зазор увеличивается до 0,3 м. В зависимости от высоты расположения наиболее выступающей кромки габарита допустимый зазор δ_3^x до осадки крепи проверяется по одному из двух условий:

– верхняя часть габарита

$$\delta_3^x - U_{4,5}^x \geq 0,2 \text{ (0,3 м);}$$

– нижняя часть габарита

$$\delta_3^x - 0,5(U_{4,5}^x + U_{17}^x) \geq 0,2 \text{ м (0,3 м).}$$

Третья позиция – безопасный проход людей – предполагает зазор между крепью или размещенным в выработках оборудованием и трубопроводами и наиболее выступающей кромкой габарита подвижного состава не менее 0,7 м (или 1,0 м в местах посадки людей в пассажирские вагонетки) на высоте от пешеходного настила не менее 1,8 м вне зависимости от вида транспорта. С учетом вертикальных перемещений рамы $U_{4,5}^y$ в зоне прохода людей, вдавливания

U_1^y стоек в почву и пучения почвы в боках выработки $U_{18,22}^y$ определяется вертикальная координата Y_p рамы, соответствующая отметке не менее 1,8 м

$$Y_p \geq 1,8 \text{ м} + U_{18,22}^y + U_{4,5}^y + U_1^y,$$

или, с учетом $U_{18,22}^y = K_{II}U_{20}^y$ (значения коэффициента неравномерности пучения почвы по ширине выработки такие же, как и в выражении (1)), получаем

$$Y_p \geq 1,8 \text{ м} + K_{II}U_{20}^y + U_{4,5}^y + U_1^y.$$

Отталкиваясь от отметки Y_p , ширина зазора до осадки δ_4^x для прохода людей в этом месте должна удовлетворять условию

$$\delta_4^x - U_{4,5}^x \geq 0,7 \text{ (1,0 м).}$$

Четвертая позиция – предполагает оценку выбора типового сечения выработки в свету до осадки $S_{св}$ из расчета, чтобы ее сечение в свету после осадки $S_{св}^{n.o}$ обеспечивало подачу необходимого объема свежей струи воздуха к местам горных работ. Для этого требуется, чтобы остаточное сечение выработки в свету $S_{св}^{n.o}$ было не менее расчетной величины $S_{св}^p$

$$S_{св}^{n.o} = S_{св} - \Delta S_{св} \geq S_{св}^p.$$

Таким образом, выделены четыре основных позиции надежной и безопасной эксплуатации выработки

в соответствии с требованиями нормативных документов: устойчивость рамной крепи; условия безопасного движения транспортных средств; условия безопасного прохода людей; надежная вентиляция участков шахтного поля. Для каждой из позиций записаны системы критериев, руководствуясь которыми возможно комплексно оценить выбранное проектом типовое сечение пластовой выработки в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях.

Сформулированные критерии надежной и безопасной эксплуатации выработки являются дополнением к оценке проектного решения по выбору типоразмера поперечного сечения пластовой выработки.

Список литературы

1. Ковалевская И.А., Симанович Г.А., Мамайкин А.Р. Обоснование исходных положений вычислительных экспериментов по исследованию перемещений контура пластовой выработки // Матер. междунар. конф. «Форум гірників-2008». Т. 1. – Д.: НГУ, 2008. – С. 102-107.
2. Исследование влияния геомеханических параметров углевмещающего породного массива на смещения кровли подготовительной выработки / В.И. Бондаренко, И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович, В.В. Фомичев // Матер. междунар. конф. «Форум гірників-2008». Т. 1. – Д.: НГУ, 2008. – С. 54-59.
3. Ковалевська І.А., Мамайкін О.Р., Фомичов В.В. Дослідження впливу геомеханічних параметрів вуглевміщуючого масиву слабких порід на здимання підошви виробки // Науковий вісник НГУ. – 2008. – № 7. – С. 32-35.

4. Правила безпеки у вугільних шахтах / ДНАОП. – К.: Основа, 1996. – 418 с.
5. Усаченко Б.М. Свойства пород и устойчивость горных выработок. – К.: Наук. думка, 1979. – 136 с.
6. Системная методология прогноза устойчивости пластовой выработки в слоистой углевмещающей толще / В.И. Бондаренко, И.А. Ковалевская, Г.А. Симанович, В.В. Фомичев // Матер. междунар. научн.-практ. конф. «Школа подземной разработки». – Д.: НГУ, 2007. – С. 158-165.
7. Тулуб С.Б. Підвищення стійкості підготовчих виробок з підошвою, що здимається, в умовах шахт Західного Донбасу // Науковий вісник НГУ. – 2003. – № 1. – С. 49-50.
8. Прогнозный каталог шахтопластов Донецкого угольного бассейна с характеристикой горно-геологических факторов и явлений. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1982. – 267 с.
9. Фесенко Э.В. Прогноз и закономерности пучения слоистых пород почвы горных выработок: Дис. ... канд. техн. наук. – Д.: НГУ. – 187 с.
10. Заславский Ю.З. Исследование проявлений горного давления в капитальных выработках глубоких шахт Донецкого бассейна. – М.: Недра, 1966. – 180 с.
11. Шестаков Г.П. Влияние структурно-геологических особенностей на определение напряжений и устойчивости почвы горных выработок шахт Донбасса // Сб. научн. тр.: Приложение результатов исследований полей напряжений к решению задач горного дела и инженерной геологии. – Апатиты: гор. типография, 1985. – С. 100-104.

Рекомендовано до публікації д.т.н. В.І. Бузилом 01.10.09

УДК 622-112.3:519.2

© С.К. Мещанинов, В.И. Король, 2010

С.К. Мещанинов, В.И. Король

ИМИТАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ (ИСПБУШ)

Наведено короткий опис імітаційної системи промислової безпеки вугільних шахт. Показано її переваги перед існуючою системою УТАС. Зроблено висновок про необхідність створення такої системи нового технічного рівня, що містить основні переваги існуючої системи УТАС, доповненою системою прогнозу розвитку викидонебезпечної ситуації і можливостями імітаційного моделювання.

Приведено краткое описание имитационной системы промышленной безопасности угольных шахт. Показаны её преимущества перед существующей системой УТАС. Сделан вывод о необходимости создания такой системы нового технического уровня, включающей в себя основные преимущества существующей системы УТАС, дополненной системой прогноза развития выбросоопасной ситуации и возможностями имитационного моделирования.

Short description of the imitation system of industrial safety of coal mines is resulted. Its advantages are rotined before the existent system of UTAS. A conclusion is done about the necessity of creation of such system of new technical level, plugging in itself basic advantages of the existent system of UTAS, by the complemented system of prognosis of development of outburst-prone situation and possibilities of imitation design.