

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ПУЧЕНИЯ ПОРОД ПОЧВЫ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Стрельников В.И. (ДонНТУ, Донецк)

Тел/Факс. +38(062) 3355798; E-mail: vadimistrelnikov@gmail.com

Abstract: *There was conducted a research on the influence of natural and technological conditions on economic efficiency while implementing measures in rock condition control around sectional opening. The software program STREK-513 for computerization was developed.*

Пучение пород почвы, выдавливание их в полость выработки, обусловлено, в основном, двумя факторами - свойствами пород почвы и величиной напряженного состояния пород в месте расположения выработки. Пучение, требующее подрывки почвы, является фактором, отрицательно влияющим на себестоимость добычи угля. С ростом глубины разработки этот фактор становится все более значимым.

В целях уменьшения пучения почвы, следовательно - затрат на ее подрывку, предложено и применяется ряд мероприятий, имеющих целью уменьшение отрицательного влияния этих факторов. Это - расположение выработки в зоне, где влияние опорного давления минимальное или отсутствует [1, 3, 5, 10, 11], проведение мероприятий по упрочнению пород почвы (например, нагнетание в почвы вяжущих материалов [4,6]), проведение мероприятий, способствующих такому перераспределению опорного давления, при котором уменьшается его влияние на породы в месте расположения выработки (например, взрывошелевая разгрузка, бурение разгрузочных скважин [2, 7]), проведение мероприятий, которые препятствуют вертикальным сдвигам пород почвы (например – создание вертикальной щели в почве выработки [9]), ряд мероприятий по физическому воздействию на почву в направлении обратном ее смещениям). Ряд таких мероприятий проверялись на практике.

Выводами промышленных испытаний явились заключения о степени уменьшения величины пучения почвы. Сам по себе такой вывод не может свидетельствовать об экономической эффективности применения данного мероприятия, так как не учитываются затраты на проведение мероприятия, длительность эффекта уменьшения смещений, условия, в которых это мероприятие применяется (размер выработки, свойства пород, глубина работ, время существования выработки и т.п.).

В ДонНТУ разработана компьютерная программа STREK-513 [12], позволяющая в заданных конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях, при заданных величинах цен и тарифов [8] рассчитать величины возможных смещений пород почвы, затраты на подрывку почвы, на проведение мероприятий по управлению состоянием пород почвы. Расчеты смещений основаны на исследованиях ВНИМИ [5].

На рис.1 для условий, когда длина выемочного поля $L=1000$ м, мощность пласта $m=1,2$ м, глубина работ $H=800$ м, прочность пород почвы $R_n=50$ МПа, скорость подвигания лавы $V_n=50$ м/месяц, скорость проведения штрека $V_{шт}=120$ м/месяц, глубине подрывки $h=300$ мм, сечении выработки $F=11,2$ м² показаны зависимости степени уменьшения работ по подрывке почвы Ψ от степени уменьшения смещений почвы N

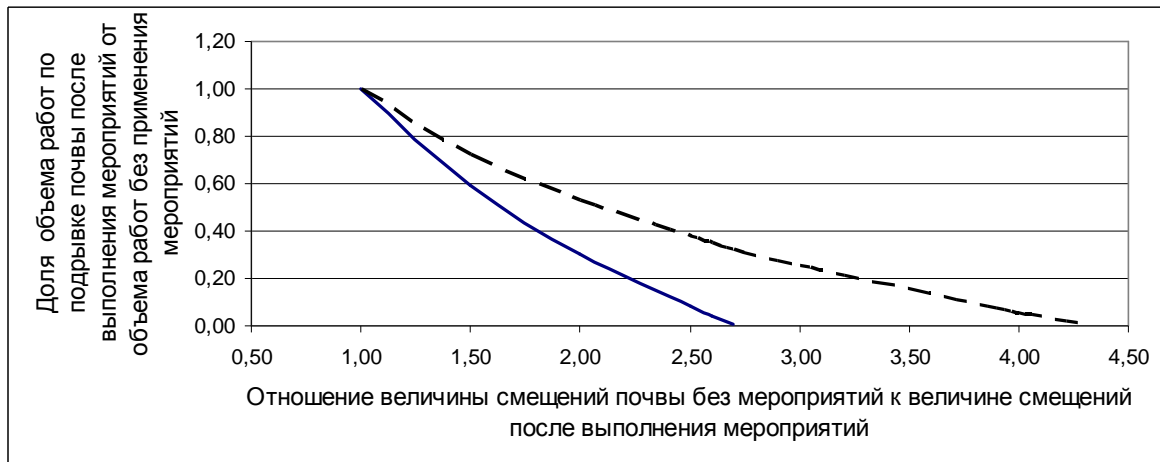


Рис.1. Влияние уменьшения смещений почвы на уменьшение объема работ по ее подрывке

(сплошная линия – транспортный штрек при столбовой системе разработки, пунктирная – если этот штрек будет использован повторно). Как видно, в данных условиях при столбовой системе разработки достаточно за счет какого-либо мероприятия уменьшить смещения пород в 2,6 раза и можно обойтись без подрывки почвы. Если штрек будет использован повторно, мероприятие должно обеспечить уменьшение смещений в 4,25 раза.

Таким образом, за счет применения мероприятий по управлению состоянием пород почвы, можно уменьшить объем работ по подрывке почвы, но такие мероприятия должны обеспечить уменьшение смещений в N раз.

Уравнения зависимостей $\psi = f(N)$ имеют вид:

для транспортного штрека при чисто столбовой системе разработки

$$\psi = 1,1 - 0,76 \ln(N) + 0,00018H - 0,1m + 0,000017L - 0,0004V_{ш} - 0,0002V_{л} + 0,0035F - 0,0026R_{п} - 0,0002h$$

для случая повторного использования этого штрека

$$\psi = 0,98 - 0,68 \ln(N) + 0,000075H - 0,007m + 0,00001L - 0,000054V_{ш} - 0,0019V_{л} + 0,0098F - 0,00016R_{п} - 0,00031h$$

Но даже, если существует или будет предложено мероприятие по управлению породами почвы, уменьшающее смещения в нужной степени, то опыт и теория показали, что каждое такое мероприятие имеет свой срок эффективного действия. Нами вычислены зависимости среднего числа обработок почвы n в зависимости от срока эффективного действия мероприятия (рис. 2) и получены расчетные формулы этой величины в зависимости от длины выработки L , скорости проведения штрека $V_{ш}$, скорости подвигания лавы $V_{л}$ и срока эффективного действия мероприятия T

транспортный штрек при столбовой системе разработки

$$n = 6,36 - 3,44T + 0,26T^2 + 118,63/V_{ш} + 118,99/V_{л} + 0,0036L$$

транспортный штрек с повторным его использованием

$$n = 4,34T - 0,75T^2 + 121,67/V_{ш} + 436,28/V_{л} + 0,0093L - 13,29$$

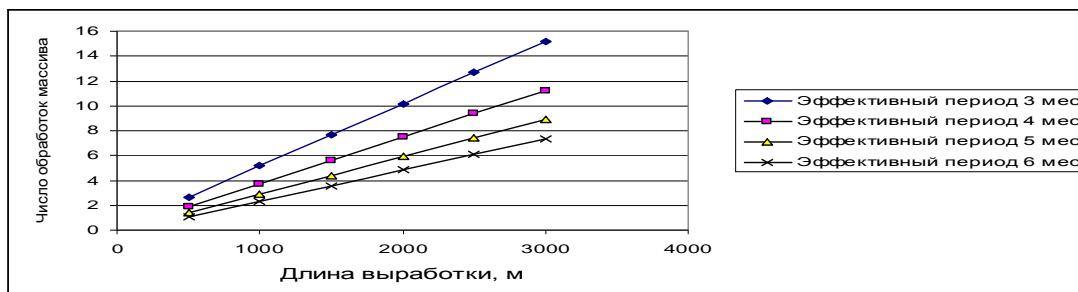


Рис. 2. Необходимое число обработок массива в зависимости от срока эффективности мероприятия и длины выработки

Таким образом, не во всех случаях можно обойтись одноразовой обработкой почвы пласта за полный срок существования выработки, повторное проведение мероприятия требует дополнительных затрат.

Затраты на одноразовую подрывку почвы в зависимости от сечения выработки и глубины подрывки колеблются от 200 грн/м до 400 грн/м, но за время существования выработки в зависимости от срока ее службы, глубины работ и прочности пород почвы количество подрывок почвы может достигать 4 – 6 раз.

Разработанные путем калькуляционного моделирования расчетные формулы затрат на проведение некоторых мероприятий по управлению состоянием пород почвы (взрывошелевая разгрузка, проведение вертикальной щели в почве вдоль выработки, бурение скважин по пласту угля, нагнетание в почву пласта вяжущих веществ) показали, что затраты на одноразовое проведение мероприятия в зависимости от параметров мероприятия колеблется от 200 грн/м (вертикальная щель вдоль выработки) до 400 грн/м (взрывошелевая разгрузка), до 800 грн/м (бурение разгрузочных скважин) и до 1500 грн/м (нагнетание вяжущих материалов). Многократное проведение мероприятий кратно увеличивает величину затрат.

Для установления в конкретных случаях экономической эффективности мероприятия по управлению состоянием породного массива необходимо учесть затраты на выполнение мероприятия, необходимое число обработок массива, необходимые затраты на подрывку почвы без проведения мероприятия и после его проведения. Расчеты можно провести по разработанной в ДонНТУ компьютерной программе STREK-513.

На рис. 3 показан частный случай результатов вычислений при прочности пород почвы 50 МПа и стоимости мероприятия около 200 грн/м.

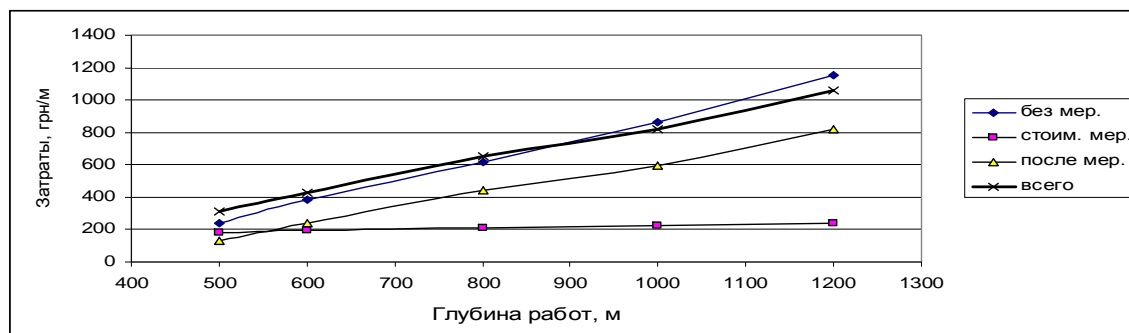


Рис. 3. Затраты на 1 м выработки после одноразового выполнения мероприятия (всего), на подрывку после разового проведения мероприятия с эффективностью 2 раза (после мер.), на проведение мероприятия (стоим. мер.) и на подрывку почвы без проведения мероприятий (без мер.)

Как видно, данное мероприятие эффективно только при глубине более 900 м. Эти же расчеты показали, что двухразовое проведение мероприятия не эффективно.

Выводы.

Проведенные исследования показали:

1. Необходимы дальнейшие эксперименты по установлению срока эффективной работы каждого мероприятия по управлению состоянием породного массива.
2. При разработке мероприятий и выдаче рекомендации об их применении желательно указывать более конкретные характеристики их воздействия на массив, а не ограничиваться качественной характеристикой действия мероприятия.
3. Мероприятия по управлению состоянием пород почвы в определенных условиях могут быть экономически эффективными. Учитывая высокую стоимость применяемых сегодня мероприятий их экономический эффект их применения может иметь место при глубинах разработки, близких к 1000 м.

Список литературы: 1. Кошелев К.В., Томасов А.Г. Поддержание, ремонт и восстановление горных выработок. М., Недра, 1985. 2. Технологические схемы снижения напряжений состояния породного массива вокруг капитальных горных выработок (взрывошелевая разгрузка) / Кошелев К.В., Стрельцов Е.В., Косков И.Г. и др. Харьков, ВНИИОМШС, 1979. 3. Крепление и охрана выработок в сложных горногеологических условиях / Кошелев К.В., Томасов А.Г., Самойлов В.Л., Бурма И.И. – К.: Техника, 1986. – 111с., ил. – Библиогр.: с. 110. 4. Методическое руководство по упрочнению неустойчивых горных пород нагнетанием магнезиального состава. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1985. 5. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. – Изд. 4-е, дополненное. Л., 1986. 222 с. (М-во угольной про-сти СССР. Всесоюз. ордена Трудового Красного Знамени науч.-исслед. ин-т горн. геомех. и маркшейд. дела). 6. Указания по упрочнению пород с целью повышения устойчивости горных выработок. Макеевка, МакИСИ, 1978, с. 41. 7. Литвинский Г.Г., Бабиюк Г.В. Временная инструкция по предотвращению пучения почвы и повышению устойчивости капитальных горных выработок активной разгрузкой и последующим упрочнением пород (АРПУ). 8. Єдині норми виробітку на гірничопідготовчі роботи для вугільних шахт, Київ, 2004. 9. Литвинский Г.Г., Бабиюк Г.В. Повышение устойчивости выработок разгрузкой горного массива от напряжений щелями: Экспресс-информ./ЦНИЭИуголь, ЦБНТИ Минуглепрома УССР, - М., 1979, - 26 с. 10. Черняк И.Л., Ярусин С.А. Управление состоянием массива горных пород: Учеб. для вузов – М.: Недра, 1995.-395 с. 11. Кошелев К.В. и др. Охрана и ремонт горных выработок. – М.: Недра, 1990. – 218 с. 12. Стрельников В.И. Практическое пособие по моделированию стоимости проведения выработки, величины смещений пород в выработку за полный срок ее существования, объемов и стоимости ремонтных работ. Программа STREK-513, Донецк, ДонНТУ, 2013, 1864 КБ.