

**МУЛЬДА СДВИЖЕНИЯ ПРИ ОТРАБОТКЕ ЛАВ ПО  
ДИАГОНАЛЬНЫМ К ПРОСТИРАНИЮ ПЛАСТА НАПРАВЛЕНИЯМ**

**Мухина А.С., Колесник Н.А., Козловский Г.И.**

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина*

*Рассчитаны и построены границы мульды сдвига на земной поверхности лав, обрабатываемых по диагональным к простиранию пласта направлениям с использованием компьютерных программ "Подработка", Surfer, AutoCAD.*

Определение границ влияния очистных работ на земную поверхность является одним из главных исходных факторов при прогнозе деформаций земной поверхности и проектировании мер охраны подрабатываемых объектов.

«Правилами подработки ...» [1, 2] предусмотрено определение границ мульды графически или аналитически на разрезах вкрест и по простиранию с использованием граничных углов  $\gamma_0, \beta_0, \delta_0$  в коренных породах и граничного угла  $\varphi_0$  в наносах. При этом фактический контур выемки угольного пласта заменяется равновеликим по площади прямоугольником со сторонами параллельными направлению простирания и падения пласта.

Однако нередко лавы обрабатываются по диагональным к простиранию пласта направлениям (под углом  $\epsilon$  к простиранию пласта) и тогда мульда сдвига имеет вид, представленный на рис. 1 с главными сечениями 1-2 и 3-4, соответственно перпендикулярным и параллельным линии подвигания лавы. В этом случае границы мульды должны определяться с использованием граничных углов в коренных породах  $\gamma_0^e, \beta_0^n, \delta_0^n, \delta_0^e$  в принятых нами обозначениях.

Для установления границ влияния на земную поверхность лав, обрабатываемых по диагональным к простиранию направлениям, нами, с использованием компьютерных программ "Подработка", Surfer, AutoCAD рассчитаны и построены границы мульды при замене контура I-II-III-IV выемки пласта длинными и короткими лавами по простиранию и вкрест простирания пласта (рис. 2).

Пример полученных результатов представлен на рис. 3.

Установлено:

1. На участках сторон контура выемки пласта границы мульды с уменьшением длин заменяемых лав приближаются к прямолинейным и имеют форму прямой линии под некоторым углом  $\varphi$  к линии контура выемки пласта.
2. Граница мульды при замене контура I-II-III-IV выемки пласта лавами по простиранию и вкрест простиранию пласта не совпадают между собой.

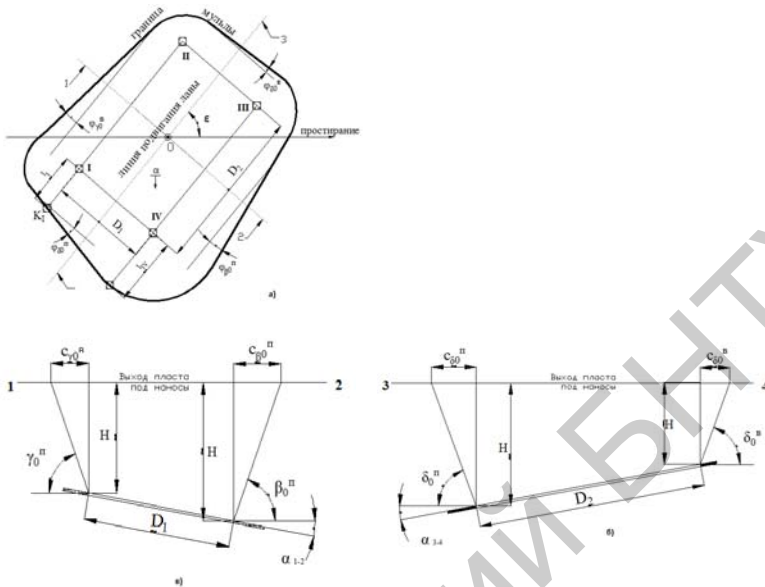


Рис. 4. Общий вид и главные сечения мульды сдвижения при отработке лавы в диагональном (под углом  $\epsilon$ ) к простиранию пласта направлению: I-II-III-IV – контур выемки угольного пласта; 1-2, 3-4 – главные сечения мульды;  $\varphi_{\gamma_0}, \varphi_{\beta_0}, \varphi_{\delta_0}^e, \varphi_{\delta_0}^n$  – углы непараллельности границ мульды к границам выемки угольного пласта: со стороны восстания и падения пласта в сечении 1-2, со стороны восстания и падения пласта в сечении 3-4;  $\gamma_0^e, \beta_0^n, \delta_0^n, \delta_0^e$  – граничные углы в главных сечениях мульды.

С учетом сказанного нами дано аналитическое определение граничных углов  $\gamma_0^e, \beta_0^n, \delta_0^n, \delta_0^e$  в коренных породах при отработке лав по диагональным к простиранию направлениям. Схема и методика расчетов для определения граничного угла  $\gamma_0^e$  (в сечении 1-2 со стороны восстания пласта) представлены на рис. 4 и в таблице 1.

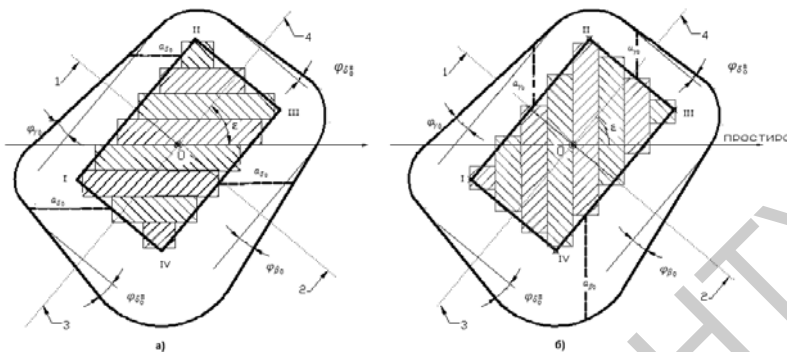


Рис. 2. Замена контура выемки пласта короткими лавами:  
 а) – лавами, обрабатываемыми по простиранию пласта;  
 б) – лавами, обрабатываемыми вкрест простирания пласта.  
 I-II-III-IV – контур выемки угольного пласта;

$\varphi_{\gamma_0}, \varphi_{\beta_0}, \varphi_{\delta_0}^6, \varphi_{\delta_0}^n$  – углы непараллельности границ мульды к границам выемки угольного пласта;

$a_{\delta_0}, a_{\gamma_0}$  – расстояние от границ коротких лав до границ мульды с использованием граничных углов  $\delta_0, \gamma_0$ .

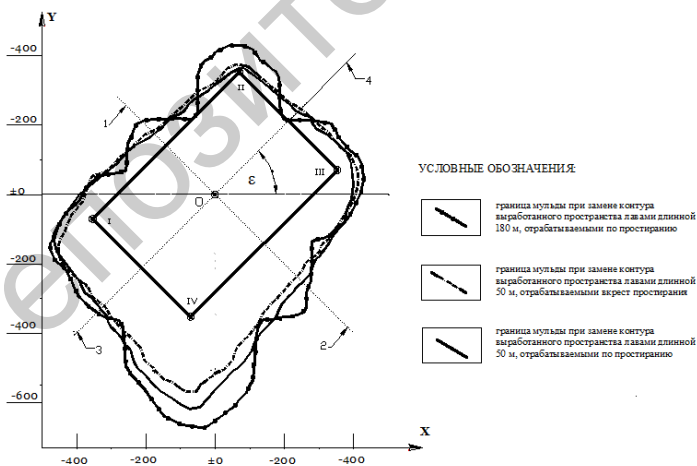


Рис. 3. Границы мульды при замене контура I-II-III-IV выемки пласта лавами вкрест и по простиранию при угле падения  $\alpha = 20^\circ$ .

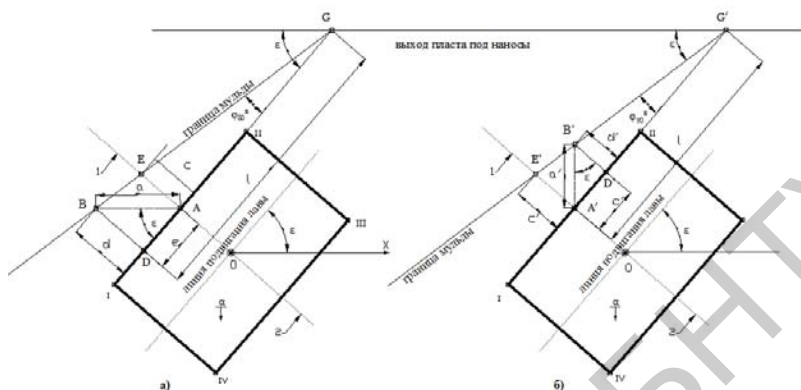


Рис. 5 - Схемы к определению граничного угла  $\gamma_0^{\epsilon}$  (со стороны восстания пласта) в сечении 1-2.  
 а) – с использованием граничного угла  $\delta_0$  ;  
 б) – с использованием граничного угла  $\gamma_0$  .

На рис. 4 сторона I-II контура выемки пласта и границы мульды продлены до пересечения в точке G под углом  $\varphi_{\gamma_0}^{\epsilon}, \varphi_{\delta_0}^{\epsilon}$  на линии выхода пласта под наносы, что равнозначно продлению выемки пласта до выхода его под наносы ( $\epsilon$  – острый угол между линией подвигания лавы и линией простираения пласта).

В таблице 1 получены две формулы для определения значений граничного угла  $\gamma_0^{\epsilon}$  и следовательно необходимо использовать их весовое значение. Анализируя вид формул и рис. 3 следует за вес  $\gamma_{0\delta_0}^{\epsilon}$  принять  $\sin \epsilon$ , а за вес  $\gamma_{0\gamma_0}^{\epsilon}$  -  $\cos \epsilon$ . В этом случае при  $\epsilon \geq 0^\circ$  основное влияние оказывает граничный угол  $\delta_0$  ; при  $\epsilon \geq 90^\circ$  основное влияние оказывает граничный угол  $\gamma_0$  ; при  $\epsilon \geq 45^\circ$  обеспечивается равное влияние граничных углов  $\delta_0$  и  $\gamma_0$  .

Таблица 3 - Определение граничного угла  $\gamma_0^e$  в коренных породах при обработке лавы по диагональному к простиранию направлению (под углом  $\varepsilon$  к простиранию пласта).

С использованием граничного угла $\delta_0$ (при замене контура выемки пласта короткими лавами по простиранию). Схема к расчету рис. 4а.	С использованием граничного угла $\gamma_0$ (при замене контура выемки пласта короткими лавами вкрест простирания). Схема к расчету рис. 4 б.
1	2
$tg\alpha_{GA} = tg\alpha \cdot \sin \varepsilon$	
$H_A = l \cdot tg\alpha \cdot \sin \varepsilon$	
$a = \frac{H_A}{tg\delta_0} = \frac{l \cdot tg\alpha \cdot \sin \varepsilon}{tg\delta_0}$	$a' = \frac{H_A}{tg\gamma_0} = \frac{l \cdot tg\alpha \cdot \sin \varepsilon}{tg\gamma_0}$
$d = \frac{l \cdot tg\alpha \cdot \sin^2 \varepsilon}{tg\delta_0}$	$d' = \frac{l \cdot tg\alpha \cdot \sin \varepsilon \cdot \cos \varepsilon}{tg\gamma_0}$
$e = \frac{l \cdot tg\alpha \cdot \sin \varepsilon \cdot \cos \varepsilon}{tg\delta_0}$	$e' = \frac{l \cdot tg\alpha \cdot \sin^2 \varepsilon}{tg\gamma_0}$
$tg\varphi_{\delta_0} = \frac{d}{l+e} = \frac{tg\alpha \cdot \sin^2 \varepsilon}{tg\delta_0 + tg\alpha \cdot \sin \varepsilon \cdot \cos \varepsilon}$	$tg\varphi_{\gamma_0} = \frac{d'}{l-e'} = \frac{tg\alpha \cdot \sin \varepsilon \cdot \cos \varepsilon}{tg\gamma_0 - tg\alpha \cdot \sin^2 \varepsilon}$
$c = l \cdot tg\varphi_{\delta_0}$	$c' = l \cdot tg\varphi_{\gamma_0}$
$tg\gamma_{0\delta_0}^B = \frac{H_A}{c} = \frac{tg\alpha \cdot \sin \varepsilon}{tg\varphi_{\delta_0}}$	$tg\gamma_{0\gamma_0}^B = \frac{H_A}{c'} = \frac{tg\alpha \cdot \sin \varepsilon}{tg\varphi_{\gamma_0}}$
$tg\gamma_{0\delta_0}^B = \frac{tg\delta_0 + tg\alpha \cdot \sin \varepsilon \cdot \cos \varepsilon}{\sin \varepsilon}$	$tg\gamma_{0\gamma_0}^B = \frac{tg\gamma + tg\alpha \cdot \sin^2 \varepsilon}{\cos \varepsilon}$

С учетом сказанного, окончательно получаем средневзвешенное значение:

$$tg\gamma_0^e = \frac{\sin \varepsilon (tg\delta_0 + tg\alpha \cdot \sin \varepsilon \cdot \cos \varepsilon)}{\sin \varepsilon (\sin \varepsilon + \cos \varepsilon)} + \frac{\cos \varepsilon (tg\gamma_0 - tg\alpha \cdot \sin^2 \varepsilon)}{\cos \varepsilon (\sin \varepsilon + \cos \varepsilon)} \quad (1)$$

Аналогично получены формулы для остальных граничных углов в коренных породах:

$$tg\beta_0^n = \frac{\sin \varepsilon(tg\delta_0 - tg\alpha \cdot \sin \varepsilon \cdot \cos \varepsilon)}{\sin \varepsilon(\sin \varepsilon + \cos \varepsilon)} + \frac{\cos \varepsilon(tg\beta_0 + tg\alpha \cdot \sin^2 \varepsilon)}{\cos \varepsilon(\sin \varepsilon + \cos \varepsilon)} \quad (2)$$

$$tg\delta_0^e = \frac{\cos \varepsilon(tg\delta_0 + tg\alpha \cdot \sin \varepsilon \cdot \cos \varepsilon)}{\cos \varepsilon(\sin \varepsilon + \cos \varepsilon)} + \frac{\sin \varepsilon(tg\gamma_0 - tg\alpha \cdot \cos^2 \varepsilon)}{\sin \varepsilon(\sin \varepsilon + \cos \varepsilon)} \quad (3)$$

$$tg\delta_0^n = \frac{\cos \varepsilon(tg\delta_0 - tg\alpha \cdot \sin \varepsilon \cdot \cos \varepsilon)}{\cos \varepsilon(\sin \varepsilon + \cos \varepsilon)} + \frac{\sin \varepsilon(tg\beta_0 + tg\alpha \cdot \cos^2 \varepsilon)}{\sin \varepsilon(\sin \varepsilon + \cos \varepsilon)} \quad (4)$$

В приведенных формулах:

$\gamma_0^e, \beta_0^n$  – граничные углы в коренных породах со стороны восстания и падения пласта в сечениях перпендикулярных линии подвигания лавы;

$\delta_0^e, \gamma_0^n$  – граничные углы в коренных породах со стороны восстания и падения пласта в сечениях параллельных линии подвигания лавы;

$\varepsilon$  – угол (от  $0^\circ$  до  $90^\circ$ ) между линией подвигания лавы и линией простирания пласта;

$\gamma_0, \beta_0, \delta_0$  – граничные углы в коренных породах в сечениях вкрест и по простиранию пласта, определяемые по «Правилами подработки» [1, 2];  
 $\alpha$  – угол падения пласта.

Пусть (для примера) требуется определить границу мульды на участке стороны I-IV от выемки пласта в контуре I-II-III-IV (рис. 1):

1. По формуле (4) вычисляют значения граничного угла  $\delta_0^n$  (со стороны падения пласта) в сечении параллельном линии подвигания лавы.

2. Определяют горизонтальные расстояния  $l_I, l_{IV}$  от контура очистной выработки пласта до границ мульды. Расстояния могут быть определены графически или аналитически. В первом случае строят вертикальные разрезы по линиям I-K<sub>I</sub> и I-K<sub>IV</sub>, с использованием граничных улов  $\delta_0^n$  и  $\varphi_0$ , соответственно в коренных породах и наносах. Глубины пласта определяют по плану горных выработок, угол падения пласта в сечениях вычисляют с учетом направления последних. Аналитически расстояния  $l_{I, K_I}, l_{IV, K_{IV}}$  определяют из выражений:

$$l_i = (H_i - h_i)ctg\delta_0^n + h_i \cdot ctg\varphi_0, \quad (5)$$

где  $H_i, h_i$  – глубина пласта и мощность наносов в точке I или IV;

$\delta_0^n, \varphi_0$  – граничный угол в коренных породах, определяемый по формуле (4) и граничный угол в наносах, определяемый по «Правилам подработки ...» [1, 2].

3. Отложив вычисленные расстояния  $l_{I-KI}$ ,  $l_{IV-KIV}$  прочерчивают границы влияния очистной выработки на земную поверхность (границу мульды) на участке I-IV (рис. 1).

#### Литература

1. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. – М.: Недра, 1981. – 288 с.
2. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом: ГСТУ 101.00159226.001 – 2003. – Введ. 01.01.2004. – К., 2004. – 128 с.
3. Маркшейдерское дело: Учеб. для вузов. – В двух частях / Под ред. И.Н. Ушакова. – 3-е изд., перераб. и доп. Часть 2. – М.: Недра, 1989. – 437 с.

УДК [658.562:662.66]:006.83

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УГЛЯ НА ШАХТЕ**

**Ниязбекова Р.К., Жарылгасова Л.А., Абилов А.А.**

*Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,  
г. Астана, Казахстан*

*Рассмотрены вопросы совершенствования технического контроля качества угля на шахте. Использовалась методология FMEA и по итогам анализа были выявлены наиболее важные несоответствия. Для устранения одного из несоответствий рекомендуется определять плавкость золы в углехимической лаборатории шахты по стандартному методу.*

Одной из основных задач системы менеджмента качества является обеспечение выявления потенциальных несоответствий (дефектов) и предотвращение их появления на всех стадиях жизненного цикла продукции [1]. Важнейшим методом решения этой задачи является анализ видов и последствий потенциальных несоответствий (FMEA). Методология FMEA позволяет оценить риски и возможный ущерб, вызванный потенциальными несоответствиями конструкции и технологических процессов на самой ранней стадии жизненного цикла продукции.

Данный метод может быть с успехом использоваться в сфере угольной промышленности, а именно в процессе технического контроля качества угля. FMEA-анализ позволяет: систематически выявлять все вероятные несоответствия; оценивать их последствия для потребителя; определять возможные причины несоответствий; проводить контроль процесса с точки зрения выявления и предупреждения несоответствий; оценивать вероятность появления, воздействия на потребителя и возможность обнаружения несоответствия, на основе чего определяется приоритетное число риска; назначить сроки мероприятий по устранению и предупреждению несоответствий и ответственные лица за их выполнение; оценивать вероят-