

*д.т.н. Клишин Н.К.,
к.т.н. Касьян С.И.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МОДЕЛИ ТОЛЩИ ПОРОД В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ЛАВЫ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

Обоснована сложная структура модели толщи пород в зоне влияния лавы при компьютерном моделировании для условий Донецкого бассейна.

Ключевые слова: структура угленородной толщи, компьютерное моделирование, очистная выработка.

Проблема и связь ее с научными и практическими задачами.

Под влиянием разработки угольных пластов длинными очистными забоями в сдвигение приходят огромные массы пород вплоть до земной поверхности. Три объекта исследования: лава, подготовительные выработки ее обслуживающие, земная поверхность являются основными, в окрестности которых происходят изменения напряжений, деформаций, смещений. Эти проявления горного давления влияют на состояние кровли в лавах, на устойчивость подготовительных выработок, зданий и сооружений на поверхности, что актуально для производства.

Для расчета параметров проявлений горного давления в настоящее время широко применяют метод конечных элементов (МКЭ), одним из достоинств которого является возможность учета реального строения массива, их свойств. Точность расчета зависит от размеров модели, учета механизма сдвига пород при отработке длинными очистными забоями, а трудоемкость определяется количеством моделей, при максимальном охвате условий залегания угольных пластов Донбасса.

Известное решение проблемы для условий Западного Донбасса на основании изучения свойств и структуры массивов горных пород пригодно для подготовительных выработок, для которых разработаны три схемы структуры углевмещающей толщи пород вокруг одиночных пластовых выработок [1]. В них учтены мощ-

ности слоев в кровле и в почве пласта, их прочности и силы сцепления между слоями по плоскостям напластования. Методом конечных элементов решены задачи исследования напряжений вокруг выработки. Размеры этих схем в кровле и почве пластов по 18 м, что практически совпадает с 20 м толщами по стандарту [2].

В формировании напряженно-деформированного состояния массива принимает участие вся толщина пород, структура массива которого различна от пласта и до земной поверхности, от забоя до места уплотнения обрушенных пород в выработанном пространстве. Таким образом, решение для отдельного участка массива в окрестности подготовительной выработки пригодно для массива, не испытывающего влияния очистной выработки [1], и поэтому необходимы исследования для условий Донбасса в зоне влияния лавы.

Постановка задачи. Задачей настоящей работы является обоснование структуры модели толщи пород в зоне влияния лавы.

Задачи - обосновать структуры моделей толщи пород для: одиночной подготовительной выработки и лавы в области призабойного пространства; выработанного пространства; всей толщи пород от пласта до земной поверхности.

Изложение материала и его результаты. Первая задача решена на основании классификации боковых пород угольных пластов ДонУГИ [3] и кадастра [4]. Так, кровля угольных пластов представлена тремя схемами.

1. Над пластом расположены легкообрушающиеся породы мощностью 5 - 8 мощностей пласта, с пределом прочности на сжатие пород менее 40 МПа (категория А₁ по обрушаемости), выше слой более прочной породы (алевролит, песчаник).

2. Над пластом расположен слой легкообрушающиеся пород мощностью до 5 мощностей пласта, выше слой песчаника, алевролита прочность которых от 40 до 60 МПа (категория А₂).

3. Непосредственно над пластом расположен песчаник, предел прочности на сжатие которого 60 - 100 МПа.

Для обоснования структур почв угольных пластов проанализированы данные, представленные в «Кадастре ... [4]. Установлено, что непосредственная почва представлена аргиллитом (30%), алевролитом (60 %), песчаником (10 %).

Для 51 шахтопласта второй слой почвы представлен аргиллитом (30%), алевролитом (20%), песчаником (50%). На пяти шахтопластах кровля и почва представлена песчаниками.

По устойчивости верхнего слоя почвы разделены на 3 категории: П₁ (35%); П₂ (42%); П₃ (23%).

Разработанные схемы структуры массива показаны на рисунке 1. Размеры массивов по 20 м в кровле и в почве пласта. Распространение схем на шахтопластах: 1 - 13%; 2 - 65%; 3 - 22%.

Таким образом, для Донецкого бассейна три структуры массива, приведенные на рисунке 1, пригодны для одиночных выработок, которые не подвержены влиянию очистного забоя.

Структура пород в окрестности лавы существенно отличается от структуры пород в окрестности подготовительных выработок, так как необходимо учитывать всю толщу пород до земной поверхности и изменения, вызванные выемкой угля, обрушением пород в выработанном пространстве, взаимодействие зависших пород с обрушенными в выработанном пространстве.

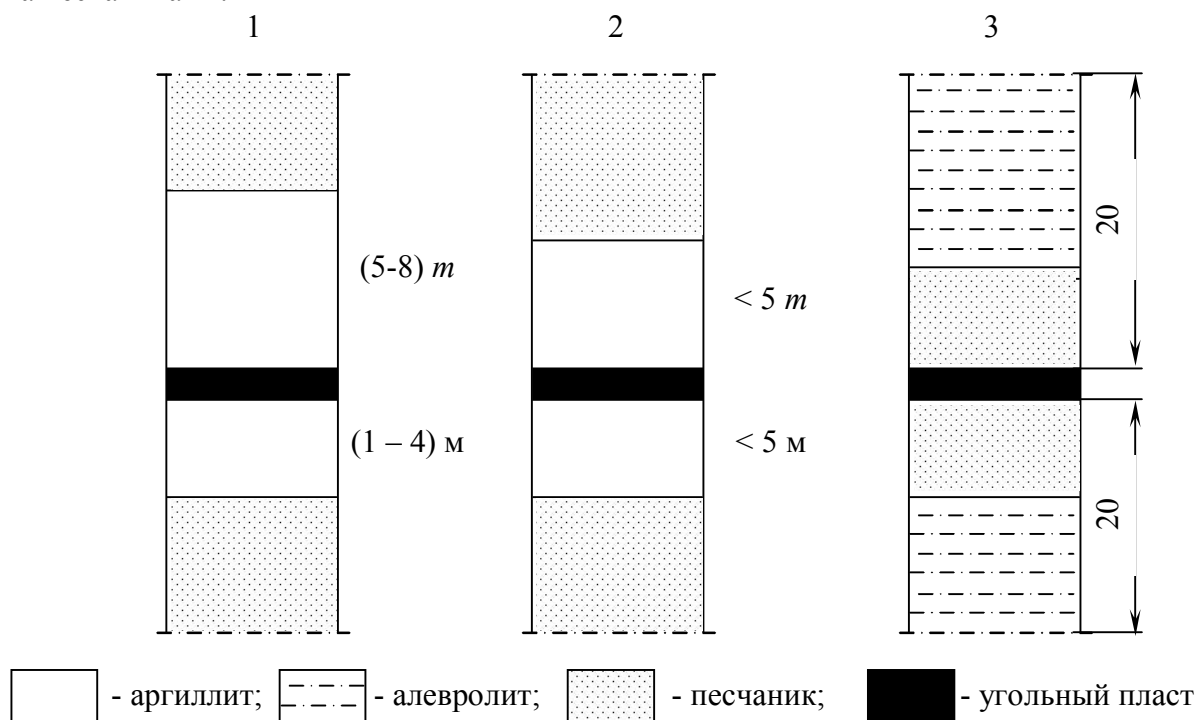


Рисунок 1 – Структурные схемы углевмещающего массива для пологих пластов Донбасса

Для ответа на вопрос как предоставить структуру модели толщи пород, определяющую оседание, деформацию, наклоны земной поверхности при отработке пласта лавами, рассмотрим классификацию угольных бассейнов, месторождений. Основной классификационный признак разделения на группы - средневзвешенный коэффициент крепости всей толщи пород (f_{cp}), дополнительные критерии для условий Донбасса – марка угля и процентное содержание в толще песчаников, известняков (С) [5]. Классификация приведена в таблице 1.

Главная проблема – как учесть свойства десятков слоев пород от пласта до земной поверхности.

Решены 5 объемных задач МКЭ: для групп: 1 – VI, 2 – VII, 3 – VIII; 4 – усредненных свойств пород без учета групп; 5 – детальный учет свойств отдельных слоев. Для 5-й задачи свойства отдельных слоев: мощность, прочность пород взяты по данным разведочной скважины в условиях ш/у Луганское.

От угольного пласта до земной поверхности массив сложен 59 слоями пород, в том числе: аргиллитами - 17 слоев, алевролитами - 14, известняками - 10, песчаниками - 11, пропластками угля - 6, мергелем -

1 слой от земной поверхности. Суммарная мощность прочных пород 100 м, что составляет 15%. Марки угля „ДГ” и „Г”.

Размеры объемных моделей 1100 x 1000 x 1145 м; мощность толщи над пластом 665 м. Модель включала рабочую лаву длиной 200 м, выше которой по восстанью расположено выработанное пространство второй 200 метровой лавы, ниже – массив угля.

Анализировали напряжение в передней и в боковой зоне опорного давления по линиям А - А, Б - Б, В - В, Г – Г, показанным на рисунке 2.

В таблице 2 приведены сведения о максимальных напряжениях в угольном пласте.

Согласно таблице 2 максимальные напряжения впереди лавы с увеличением прочности от 40 МПа до 70 МПа уменьшаются на 0,8 – 1,6 % в зависимости от расстояния до конвейерного штрека; в боковой зоне опорного давления - от 0,4 до 0,6 %. При задании усредненных значений по сравнению с детализированными наибольшая разница (1,8 %) для средней части лавы (линия В – В).

Распределение напряжений в угольном пласте впереди лавы показано на рисунке 3 только для 1-й задачи.

Таблица 1 – Классификация пород Донбасса

Группа	Коэффициент крепости, f_{cp}	Бассейн
VI	4	Донбасс, марки угля Д, Г (С <30%)
VII	5	Донбасс, марки угля Д, Г (С >30%), марки угля Ж, К, ОС, Т, А (С <30%)
VIII	7	Донбасс, марки угля Ж, К, ОС, Т, А (С >30%)

Таблица 2 – Сравнение максимальных напряжений в угольном пласте

Линии разреза	Относительные максимальные напряжения				
	1	2	3	4	5
А - А	100,3	100,1	99,5	99,7	100
Б - Б	101,3	101,1	100,5	100,7	100
В - В	103	102,6	101,4	101,8	100
Г - Г	102,8	102,6	102,2	102,3	100

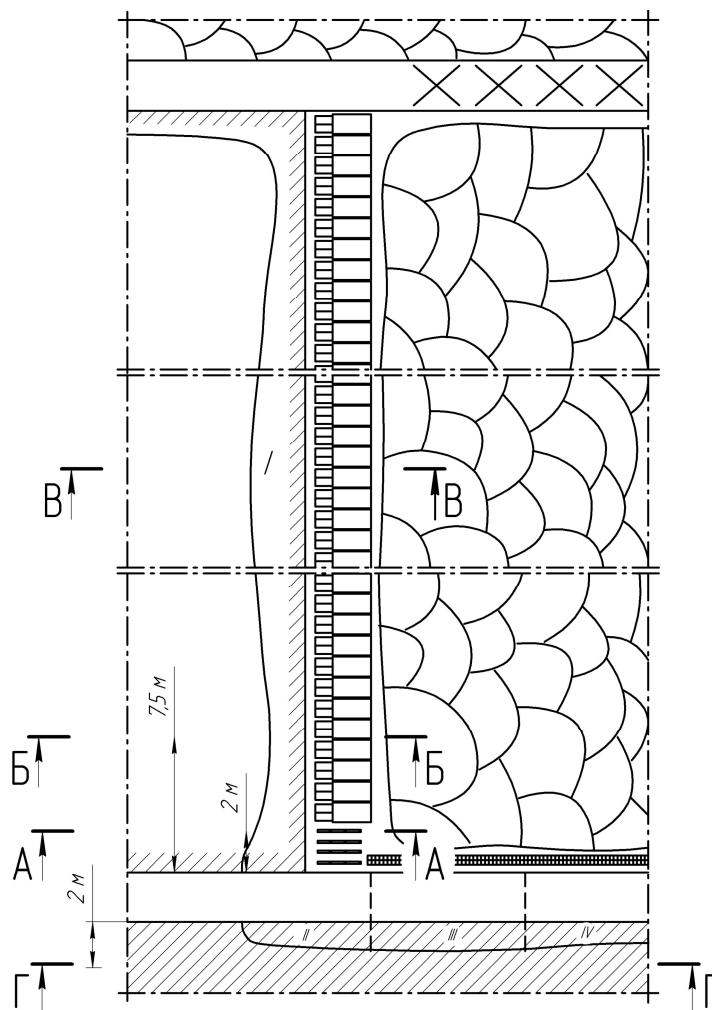


Рисунок 2 – Распределение опорного давления в окрестности лавы

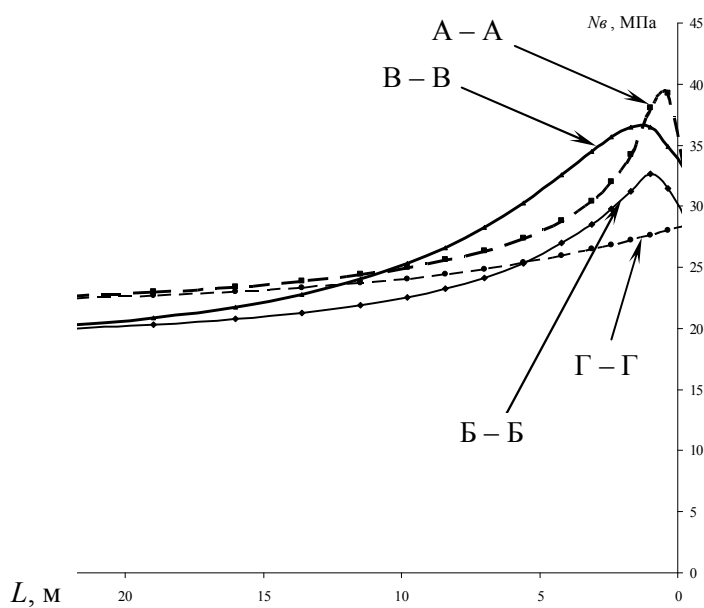


Рисунок 3 – Распределение напряжений в массиве впереди лавы

Наибольшие напряжения (40 МПа) получены на расстоянии 2 м от выработки (А – А), затем наблюдался их спад на расстоянии 7,5 м (Б – Б), в средней части лавы напряжения - 37 МПа; минимальные в боковой зоне (Г – Г).

На расстоянии 40 м впереди лавы напряжения уменьшились практически до гидростатических, а на расстоянии 20 м они на 15 % больше.

Относительное оседание земной поверхности составило при решении задач: 1 – 116,9 %; 2 – 114,1 %; 3 – 105,4 %; 4 – 115,7 %; 5 – 100 %.

На основании полученных данных при решении пяти задач установлено:

- максимальные напряжения в массиве пород практически не зависят от его прочности, а определяются весом зависших над выработанным пространством породы с учетом опоры на породы, которые передали свой вес на почву пласта в выработанном пространстве;

- сдвигание земной поверхности зависит от прочности толщи пород; наибольшее при слабых породах, т.е. V группы массива пород в Донбассе.

Методический подход определения структуры и свойств пород в выработанном пространстве изложен в работе С.Н. Комиссарова [6].

В выработанном пространстве структура при полном обрушении кровли представлена разрушенными породами, которые уплотняются на расстоянии 80 – 100 м за лавой. Модуль деформации этих пород изменяется от $0,755 \cdot 10^3$ МПа сразу после обрушения до $3,347 \cdot 10^3$ МПа после уплотнения и зависит от глубины разработки, коэффициента разрыхления и мощности угольного пласта. Коэффициент Пуассона для обрушенных пород принимают равным нулю.

Выводы и направление дальнейших исследований.

Обоснована сложная структура массива в окрестности лавы, содержащая структуру массива вне зоны влияния лавы, всей массы пород от пласта до земной поверхности и пород в выработанном пространстве.

Направления дальнейших исследований: обоснование размеров объемной модели, учет горно-геологических и горнотехнических свойств отработки пластов Донбасса при отработке моделей.

Библиографический список

1. В.И. Бондаренко. Компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния мелкослоистого породного массива вокруг пластовой выработки. Книга 1. Допредельное деформирование системы «порода-крепь». Монография / Бондаренко В.И., Ковалеская И.А., Симанович Г.А., Фомичев В.В. – Днепропетровск: «Системні технології», 2006. – 172 с.
2. Підготовчі виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони. СОУ 10.1.00185790.011: 2007. Мінвуглепром України. – К.: 2007. – 113 с.
3. Управление кровлей и крепление в очистных забоях на угольных пластах с углом падения до 35°. Руководство КД 12.01.01.503 – 2001. – К.: – 141 с.
4. Кадастр угольных пластов, предусмотренных к отработке шахтами и разрезами Госуглепрома Украины с характеристикой горно-геологических, горнотехнических условий и показателей качества угля. – Донецк: ДонУГИ. – 125 с.
5. Петухов И.М. Теория защитных пластов / И.М. Петухов, А.М. Линьков, В.С. Сидоров, И.А. Фельдман. – М.: «Недра», 1976. – 224 с.
6. Комиссаров С.Н. Управление массивом горных пород вокруг очистных выработок. - М.: Недра, 1983. – 237 с.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Борзыхом А. Ф.

Статья поступила в редакцию 13.06.13.

д.т.н. Клішин М.К., к.т.н. Касьян С.І. (ДонДТУ, м. Алчевськ, Україна)

ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ МОДЕЛІ ТОВЩИ ПОРІД В ЗОНІ ВПЛИВУ ЛАВИ ПРИ КОМП'ЮТЕРНОМУ МОДЕЛЮВАННЮ

Обґрунтована складна споруда моделі товщі порід у зоні впливу лави при комп'ютерному моделюванні в умовах Донецького басейну.

Ключові слова: споруда вуглепородної товщі, комп'ютерне моделювання виїмкова виробка.

Klishin N.K., Kasyan S.I. (DonSTU, Alchevsk, Ukraine)

RATIONALE FOR THE STRUCTURE OF THE MODEL LAYER OF ROCKS WITHIN THE LONGWALL FACES BY COMPUTER SIMULATION

Proved a complex structure of the model of the earth formation in the zone of influence of lava in computer simulation for the conditions of the Donets Basin.

Key words: structure of the coal mass thickness, computer simulation, making wastewater treatment.