

УДК 622.281 (574.32)

ХАРАКТЕР НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ПОРОД ВОКРУГ АНКЕРНЫХ КРЕПЕЙ

¹Демин В.Ф., ²Яворский В.В., ¹Демина Т.В.

¹Карагандинский государственный технический университет, Караганда, e-mail: kstu@kstu.kz;

²Карагандинский государственный индустриальный университет, Темиртау,
e-mail: yavorskiy-v-v@mail.ru

Выявленные закономерности изменения напряженно-деформированного состояния угля вмещающих породных массивов в зависимости от горно-геологических факторов позволят в конкретных условиях эксплуатации устанавливать рациональные параметры крепления боковых пород для повышения устойчивости подготовительных горных выработок.

Ключевые слова: массив горных пород, состояние, устойчивость, параметры, анкерное крепление

THE NATURE OF STRESS-STRAIN STATE OF ROCKS AROUND AN ANCHOR SHUTTERING

¹Demin V.F., ²Yavorskiy V.V., ¹Demina T.V.

¹Karaganda state industrial university, Karaganda, e-mail: kstu@kstu.kz;

²Karaganda state industrial university, Temirtau, e-mail: yavorskiy-v-v@mail.ru

Regularities of the change of stress-strain state of coal containing rock masses based on geological factors will allow in specific operating conditions, to establish a rational parameters of fastening of lateral rocks to increase the stability of preparatory mine workings.

Keywords: the rock massif, state, stability, options, anchoring

Проведено исследование НДС массива горных пород вокруг одиночных выработок в условиях шахты «Абайская» УД АО «Арселор Миттал Темиртау» для условий технологической схемы проведения выемочной подготовительной выработки (рис. 1).

Исследования, проведенные на математических моделях с использованием программного комплекса ANSYS, позволяют установить влияние горно-геологических факторов на условия эксплуатации крепей подготовительных выработок.

Моделирование выполнено для конвейерного промежуточного штрека выработки 31к₁₂-ю шахты «Абайская» при глубине разработки 390 м и геологической мощности пласта к₁₂, равной 6 м.

В программном комплексе ANSYS была построена модель массива пород вокруг горной выработки. Определение НДС массива вокруг выработки производится методом конечных элементов.

На рис. 2 представлена расчетная схема поставленной задачи. Граничные условия: на линии AB отсутствуют перемещения U_x и U_y ; на линиях AD и BC отсутствует перемещение U_z ; на линию DC действует нагрузка $\gamma H = 8,72$ МПа. Размер слоев пород выбран согласно горно-геологического паспорта. Рассмотрена выработка прямоугольного сечения площадью 15 м² (ширина 5 м и высота 3 м).

На рис. 3 показана модель, представленная конечными элементами. В виде конечного элемента выбран равносторонний треугольник с размером стороны 0,2–0,3 м. Вокруг выработки для повышения точности расчетов произведено сгущение сетки.

Исследованиями установлены следующие значения вертикальных перемещений: $U_{кр.} = 108$ мм, $U_{пч.} = 67$ мм, $U_6 = 89$ мм, соответствующих исследуемым точкам 4, 6, 5 рис. 2.

Распределение значений вертикальных напряжений (σ_y) в массиве приконтурных пород в исследуемых точках 1, 2, 3 (рис. 2), представляется зависимостью, представленной на рис. 4.

Значения вертикальных напряжений в области боковых стоек выработки симметричны и имеют следующие значения в кровле $\sigma_y = -60,22$ МПа, в боках $\sigma_y = -29,26$ МПа и в почве $\sigma_y = -68,83$ МПа.

Эта же задача рассмотрена с учетом крепления анкерами кровли выработки. Граничные условия такие же, как и в предыдущей задаче. Длина анкеров 2,4 м, диаметр – 0,022 м. Расположения анкеров в кровле – вертикальное или близкое к нему.

В результате произведенных расчетов получены следующие значения вертикальных перемещений: $U_{кр.} = 108$ мм, $U_{пч.} = 67$ мм, $U_6 = 89$ мм, соответствующих исследуемым точкам 4, 6, 5 рис. 2.

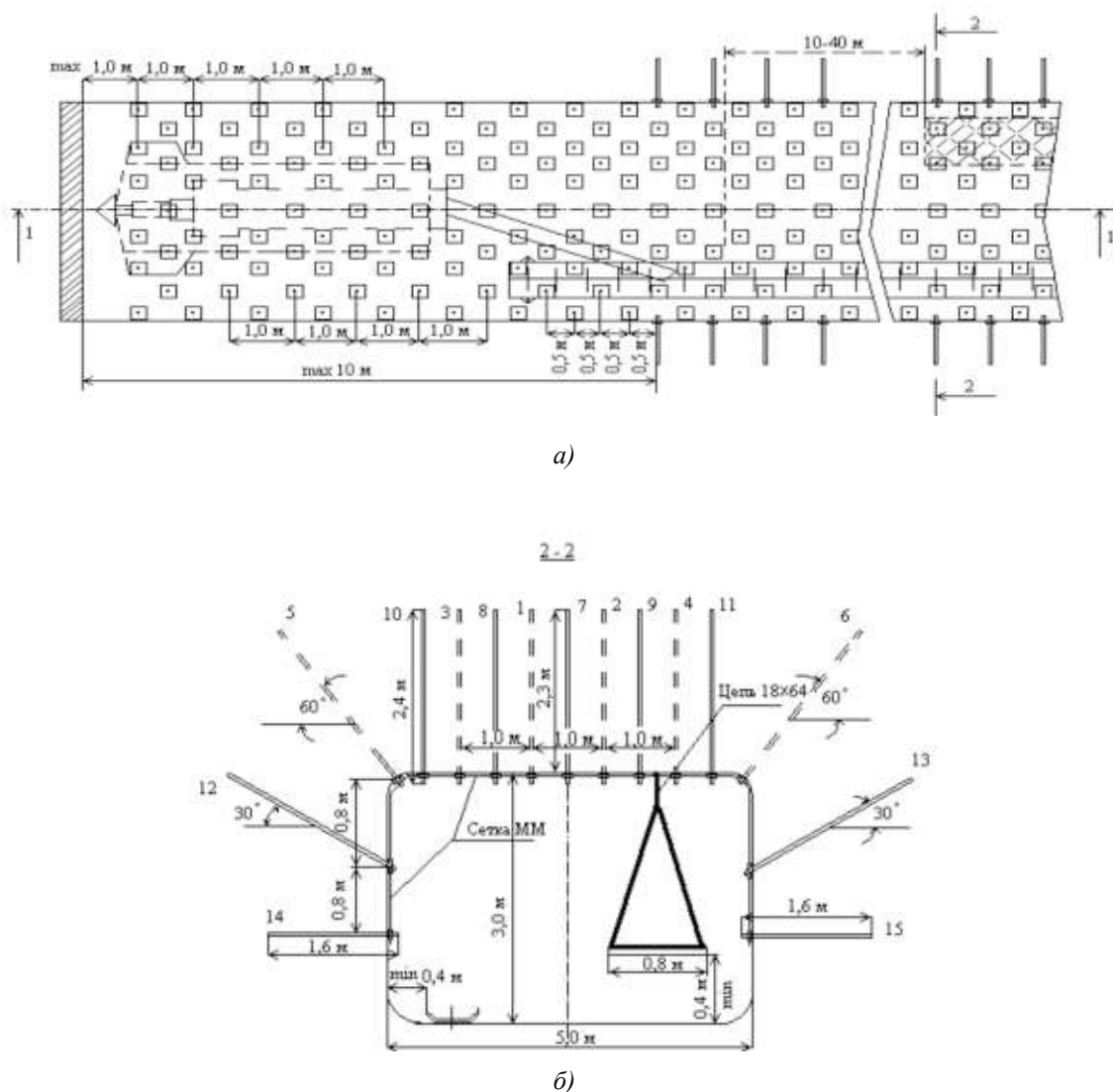


Рис. 1. Технологическая схема проведения конвейерного промежуточного штрека 31к₁₂-ю шахты «Абайская» УД АО «АрселорМиттал Темиртау»: а – продольный разрез; б – поперечное сечение

Значения нормальных напряжений у боковых стоек выработки симметричны и имеют следующие значения: в кровле $\sigma_y = -6,22$ МПа, в боку $\sigma_y = -29,78$ МПа, в почве $\sigma_y = -69,57$ МПа.

Проведенные исследования показывают, что перемещения в обеих задачах – без- и с анкерным креплением в кровле выработки в боках и почве остаются без изменения. Расчетные перемещения по паспорту проведения и крепления забоя конвейерного штрека 31к₁₂-ю шахты «Абайская» УД АО «АрселорМиттал Темиртау» составляют $U_{кр} = 106,6$ мм, $U_{пч} = 187$ мм, $U_{б.} = 84,08$ мм.^{кр.} Сравнивая данные значения с данными, полученными численным методом, можно заключить следующие: погрешность вычисления перемещений

в кровле между численным и аналитическим методом около 2%; в боках между численным и аналитическим методом около 6%; перемещения в почве, полученные аналитическим путем в 2,8 раза больше перемещений, полученных численным методом.

Из этого следует, что в условиях крепления кровли выработки анкерами напряжение σ_y по модулю уменьшилось.

Рассматривая распределения нормальных напряжений σ_y в случае, когда кровля не закреплена анкерами, произведена проверка на прочность каждого слоя боковых пород (расположение слоев показано на рис. 2):

– песчаник $\sigma_y = 14,3$ МПа $< \sigma_{сж}$
($30 < \sigma_{сж} < 150$ МПа);

– алевролит в зоне кровли выработки
 $\sigma_y = 14,3 \text{ МПа} < \sigma_{сж} (30 < \sigma_{сж} < 95 \text{ МПа});$
 – аргиллит в зоне кровли выработки
 $\sigma_y = 6,5 \text{ МПа} < \sigma_{сж} (12 < \sigma_{сж} < 70 \text{ МПа});$
 – уголь в зоне кровли выработки
 $\sigma_y = 6,5 \text{ МПа} < \sigma_{сж} (13 < \sigma_{сж} < 30 \text{ МПа}).$
 Проверяя на прочность те же слои для случая, когда кровля закреплена анкерами:

– песчаник $\sigma_y = 29,7 \text{ МПа} < \sigma_{сж}$
 $(30 < \sigma_{сж} < 150 \text{ МПа});$
 – алевролит $\sigma_y = 29,7 \text{ МПа} < \sigma_{сж}$
 $(30 < \sigma_{сж} < 95 \text{ МПа});$
 – аргиллит в зоне кровли выработки
 $\sigma_y = 3,68 \text{ МПа} < \sigma_{сж} (12 < \sigma_{сж} < 70 \text{ МПа});$
 – уголь в зоне кровли выработки
 $\sigma_y = 3,68 \text{ МПа} < \sigma_{сж} (13 < \sigma_{сж} < 30 \text{ МПа}).$

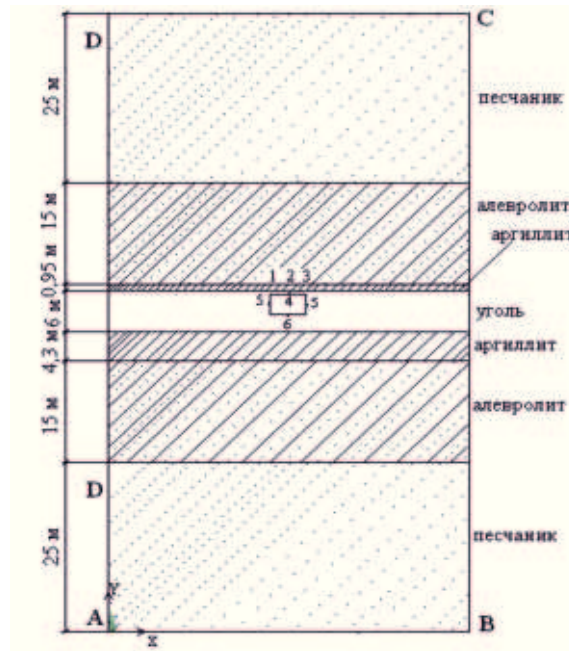


Рис. 2. Расчетная схема модели приконтурных пород вокруг горной выработки

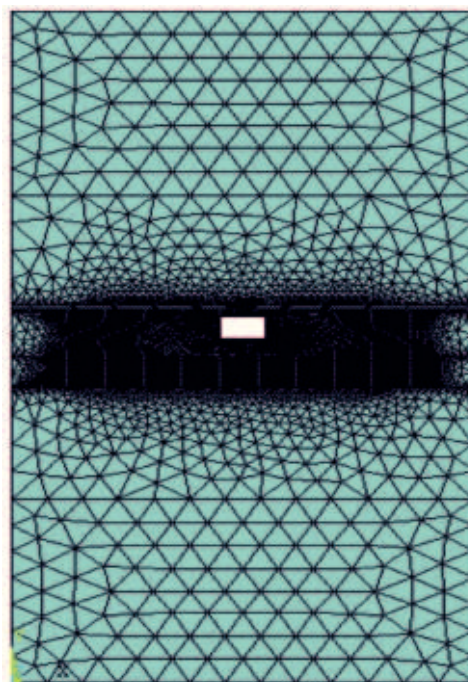


Рис. 3. Модель массива горных пород вокруг выработки, разбитая на конечные элементы

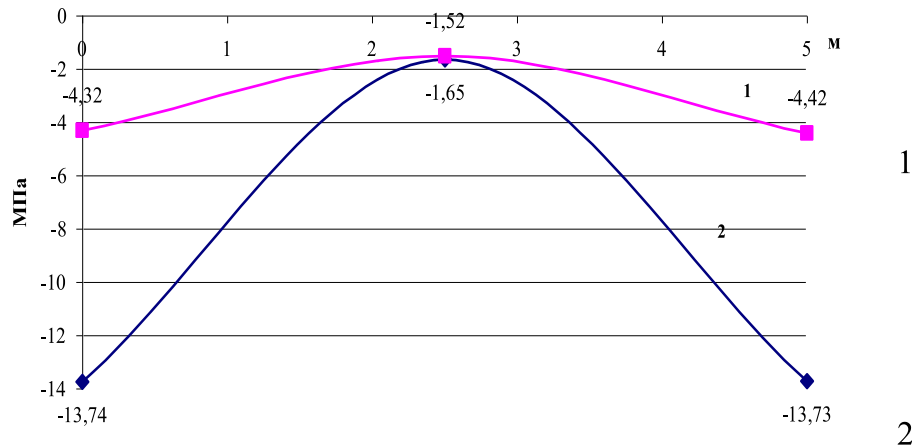


Рис. 4. Изменение напряжений при креплении массива приконтурных пород выработки анкерами:
1 – вертикальных; 2 – нормальных

Из вышеизложенного следует, что сжимающие напряжения уменьшаются. Анализ изменения сжимающих напряжений показывает, что в кровле и в почве породы весьма неустойчивы, породы в боках – наоборот достаточно устойчивы. Анкера в кровле работают на сжатие. В анкерах, направленных под углом к кровле возникают максимальные растягивающие напряжения. Максимальное напряжение располагается в точке соединения с кровлей и достигает значения 74,3 МПа. Максимальные сжимающие значения напряжений так же возникают в анкере, установленном под углом к кровле и принимает значение 160 МПа.

Сравнение расчетных и экспериментальных параметров позволило установить, что погрешность аналитического вычисление перемещений в кровле выработки составляет лишь 2, а в боках – 6%.

Выявленные закономерности изменения напряженно-деформированного состояния угля вмещающих породных массивов в зависимости от горно-геологических факторов позволят в конкретных условиях эксплуатации устанавливать рациональные параметры крепления боковых пород для повышения устойчивости поддержания подготовительных горных выработок.