

устойчивости вспомогательных выработок: монтажных ниш, печей. Для рассмотрения возможности решения последнего вопроса выполнены аналитические исследования поведения и устойчивости массива пород непосредственной кровли пласта и параметров отпора крепи при поддержании печей в различных условиях ведения очистных работ. Система "горный массив - непосредственная кровля - крепь" моделировалась одно- или многослойной балкой-плитой с учетом нагружения горным давлением, отпором крепи и массой (рис. 1).

В результате решения поставленной задачи получены расчетные зависимости для определения:

- величины незакрепленных зависимых пород

$$l_1 - l = \sqrt{\frac{[\sigma]h^2}{3(\sigma_K + 0,24h)K \cos \alpha}}$$

- величины необходимой усадки крепи

$$\delta_p = \frac{6}{Eh^3} \left\{ (\sigma_K + 0,24h)K \cos \alpha \cdot [0,263 - \frac{0,2(b + 0,3)(0,0162 + b^3) + 0,1b(b + 0,24)(b^3 + e^3) - 0,2be(l_1 - l)}{(b + 0,24)(3b^2 + 0,72b + 0,072)}] + \frac{[\sigma]h^2}{6} \right\} \times$$

$$\times \frac{be(b + 0,24)(3b^2 + 0,72b + 0,072)}{2b^2(b + 0,24)(b + e) - 2b^3(b + 0,24) + b^3e + e^2(3b^2 + 0,72b + 0,072)};$$

- величины отпора крепи

$$P = 1,97(\sigma_K + 0,24h)K \cos \alpha;$$

$$P_1 = (\sigma_K + 0,24h)K \cos \alpha \left(0,04b^3 - 0,018 + \frac{0,25b^3 + 0,0162}{b + 0,24} - \right. \\ \left. \frac{(b^2 - 0,3b - 0,144)(GEI\delta_p - b^4 - 0,48b^3 + 0,11b - 0,013 + 4be(b + 0,24)(l_1 - l)^2)}{b(0,6b + 0,144)(12b^2 + 2,88b + 0,288)} \right) + \\ + 10EI \frac{(b + 0,3)\delta_p}{b^2(b + 0,24)};$$

$$P_3 = (\sigma_K + 0,24h)K \cos \alpha \left[\frac{b^3 + e^3}{24} - \frac{(l_1 - l)^2}{2e} + \frac{b^3 - 0,0162}{6b(b + 0,24)} - \right. \\ \left. - \frac{2(b + 0,24)(b + e) + be}{8be(b + 0,24)(12b^2 + 2,88b + 0,288)} (GEI\delta_p - b^4 - 0,48b^3 + 0,11b - 0,01 - \right. \\ \left. - 4be(b + 0,24)(l_1 - l)^2) \right] - 1,5EI \frac{\delta_p}{b^2(b + 0,24)};$$

$$Q = (\sigma_K + 0,24h)K \cos \alpha \left[0,04e^3 + 0,08(l_1 - l)^3 - 0,5 \frac{(l_1 - l)^2}{e} + l_1 - l - \right. \\ \left. - \frac{GEI\delta_p - b^4 - 0,48b^3 + 0,11b - 0,013 - 4be(b + 0,24)(l_1 - l)^2}{e(12b^2 + 2,88b + 0,288)} \right],$$

где a, b, d, e - расстояние между элементами крепи; l - ширина закрепного пространства; l_1 - длина зависания пород; h - мощность пород непосредственной кровли; $[\sigma], \sigma_K$ - прочность пород и кубиковая прочность угля; K - коэффициент концентрации горного давления; α - угол падения; E - модуль упругости пород; I - момент инерции слоя ($I = h^3/12$).

Полученные зависимости позволяют вести расчет параметров крепления вспомогательных выработок в конкретных условиях ведения очистных работ и были использованы для расчета осадки отпора крепи для широкого изменения входящих характеристик (рис. 2, 3).

Установленные закономерности изменения необходимого отпора устанавливаемой крепи и допустимо-достаточной ее осадки в зависимости от влияющих параметров в полной мере соответствуют физическому смыслу

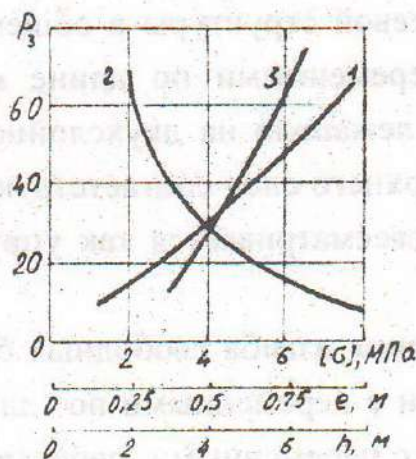


Рисунок 2

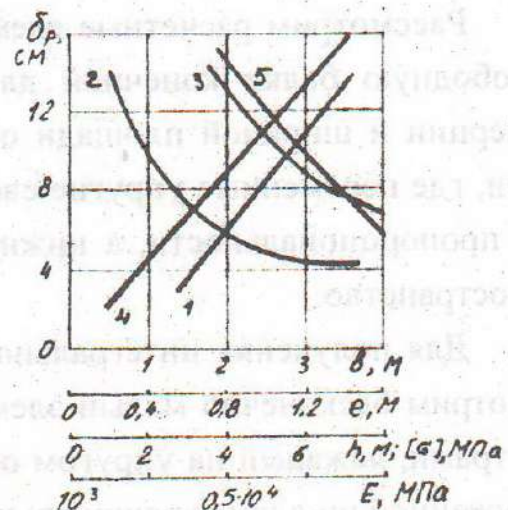


Рисунок 3

поведения системы “массив пород - крепь”, что свидетельствует об их достоверности.

Следует отметить, что для обеспечения устойчивости вспомогательных выработок нет необходимости стремиться к достижению огромных величин отпора крепи. В приведенных расчетах максимальные его значения находятся в пределах 700-1000 кН/м². Но при этом они должны обладать достаточной жесткостью с осадкой 14-20 см/м².

Таким образом, соответствующим выбором крепи с необходимыми отпорами и осадкой можно обеспечить устойчивость вспомогательных выработок и, следовательно, стабильные показатели работы добычного участка, а также как результат, эффективную работу (при обеспечении общих звеньев) шахты. Полученные зависимости позволяют получить исходные данные для такого выбора.

УДК 625.1+622.6

В.В.Говоруха

МЕТОД РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПУТЕВОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРАХ КОНСТРУКЦИИ И ОСНОВАНИЯ

Часть 1. Интегральные уравнения изгиба балок с переменными параметрами