

УДК 622.831.1:620.171.5

Т.И. Янина, к.т.н., доцент (КузГТУ)
А.С. Гуменный, к.т.н., доцент (КузГТУ)
В.С. Зимина, студент ГОс-161, II курс (КузГТУ)
Е.А. Штенин, студент ГЭс-141, IV курс (КузГТУ)
г. Кемерово

РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКИ В МАССИВЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПО ИЗМЕНЕНИЮ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ КАРТИНЫ С ФОТОУПРУГОГО ДАТЧИКА.

Основой экономики Кузбасса является горнодобывающая промышленность. Уголь — самый распространенный в мире энергетический ресурс. Его используют для получения электрической энергии (энергетический уголь), как сырье для металлургической (коксующийся уголь) и химической промышленности, получения редких и рассеянных элементов, производства графита.



Подземный способ добычи применяется при большой глубине залегания угольных пластов.

Способы добычи угля подземным способом включают в себя зарубку угля при помощи выемочного комбайна, врубовых машин или гидравлическим способом. При гидравлическом способе используется энергия струи воды, которая своим напором дробит уголь, смывает его и доставляет, проходя по выработкам в специальную камеру. Также используют взрывчатые вещества.

Сейчас внедряют комплексную автоматизацию добычи с применением механизированных крепей, угольных комбайнов и металлических щитов. Разрабатывается дистанционное управление всем добывающим оборудованием.

Формирование углей по глубине залегания тоже отличается по своим свойствам, чем глубже залегание пласта, тем лучше уголь и выше показатель теплоты сгорания, поэтому основная задача - постоянно следить за напряженностью горной массы, и в будущем своевременное прогнозирование опасных проявлений горного давления зависит от его решения.

Перед началом работы с горными выработками предварительно нужно рассчитать горное давление для того, чтобы определить прочность несущих элементов подземных сооружений (стенок выработок, целиков и крепей) и выбора способов управления горным давлением[1].

Деформация горных пород является наиболее распространенной формой проявления давления горной породы, что приводит к потере устойчивости, образованию нагрузки на носитель, динамическим явлениям. Поэтому, прежде чем приступить к работе с горными выработками, сначала необходимо рассчитать давление в горной породе, чтобы определить прочность несущих элементов подземных сооружений (стенки раскопок, столбов и опор) и выбор способов контроля давления горной породы [1].

Рассмотрим один из методов определения напряжений в массиве горных пород с помощью фотоупругого датчика [2,3]. О механических процессах, происходящих в толщине горных пород вблизи скважины с датчиком, можно судить по напряжениям, возникающим в чувствительном элементе этого датчика, когда он взаимодействует со стенками скважины в массе горной породы. Изменение состояния напряжения определяется по интерференционной картине, полученной с помощью сплошного фотоупругого датчика.

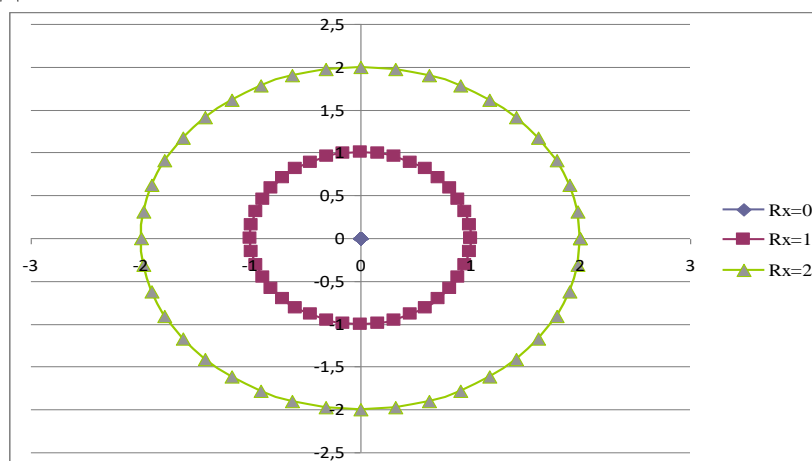


Рис 1. Интерференционная картина от сплошного фотоупругого датчика при гидравлической нагрузке

Чтобы получить интерференционную картину, к датчику направляется расходящийся пучок когерентного света от источника излучения (гелий-неоновый лазер), так что на экране в отраженном свете наблюдаются концентрические окружности.

Интерференционная картина, полученная от сплошного фотоупругого датчика, представляет собой чередующиеся эллипсы, размеры которых

увеличиваются с увеличением распределенной нагрузки (р-q) от радиуса m-го интерференционного кольца.

Рис 1. Интерференционная картина от сплошного фотоупругого датчика при гидравлической нагрузке

Во время нагрузки непрерывного фотоупругого датчика в интерференционной картине появляются новые полосы.

$$r_x = \sqrt{4 \left(n_0 + \frac{C b_1}{4} (p - q) \right)^2 L^2 - \frac{m^2 \lambda^2 L^2}{d^2}} \quad (1)$$

Выражение(1) однозначно определяет зависимость приложенной нагрузки от радиуса некоторого интерференционного кольца. Это означает, что интерференционная картина будет меняться в зависимости от механических напряжений, приложенных к датчику, что позволяет использовать сплошные фотоупругие датчики в системах непрерывного контроля напряженного состояния массы горных пород.

Из формулы (1) выразим зависимость распределенной нагрузки р-q:

$$p - q = 4 \cdot \frac{\sqrt{\frac{m^2 \lambda^2}{4 d^2} + \frac{r_x^2}{4 L^2}} - n_0}{C b_1} \quad (2)$$

Исходные данные для расчета распределенной нагрузки р-q:

- Показатель преломления датчика без нагрузки $n_0 = 1,5$;
- Оптическая постоянная материала по напряжениям $C = 2,65 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{Н}$;
- Расчетный коэффициент $b_1 = 2,19$;
- Расстояние от источника до датчика $L = 1 \text{ м}$;
- Порядковый номер интерференционного кольца $m = 94918$;
- Длина волны $\lambda = 632 \text{ нм}$;
- Толщина датчика $d = 0,02 \text{ м}$;
- Размер интерференционного кольца задавался от 0мм до 10мм, с шагом 1мм

Выражение(2) позволяет определить равномерно распределенную нагрузку на сплошной фотоупругий датчик в зависимости от радиуса m-ого интерференционного кольца. Если сплошной фотоупругий датчик установлен в скважину, пробуренную в массиве горных пород, то напряжения, действующие на массив, передаются на сплошной фотоупругий

датчик, что позволяет определять изменение распределенной нагрузки на сам массив.

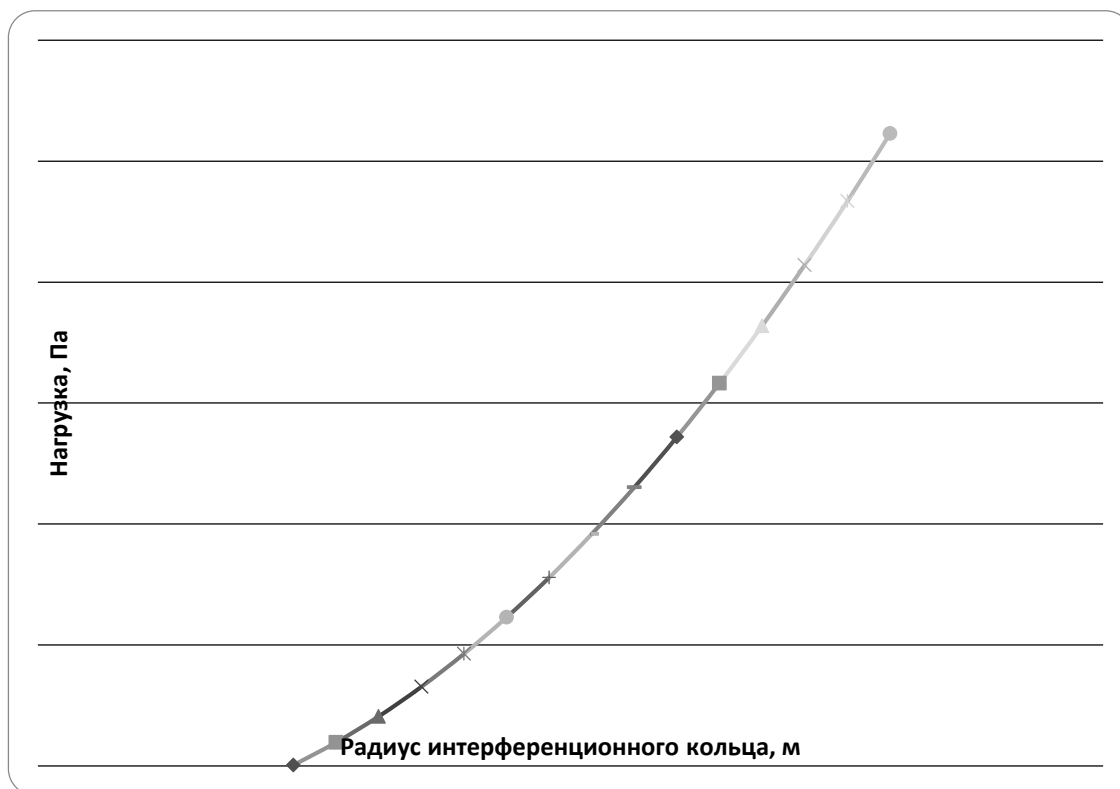


Рис.2. Расчет распределенной нагрузки при изменении радиуса интерференционного кольца ($p-q$)

Литература:

1. Гуменный, А.С. Зависимость параметров интерференционной картины сплошного фотоупругого датчика от механических напряжений // А. С. Гуменный, В.В. Дырдин, Т.И. Янина // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2011. – № 2. – С. 69–72.
2. Гуменный, А. С. Оценка напряжений в краевых зонах массива горных пород с помощью сплошного фотоупругого датчика / А. С. Гуменный, В. В. Дырдин, Т. И. Янина // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 11. – С. 103–107.
3. Изменение интерференционной картины фотоупругого датчика при одноосной нагрузке/ В.С.Зими́на// Материалы IX Всероссийской науч.-практич. Конференции молодых ученых «Россия Молодая».- Кемерово: КузГТУ, 18-21 апреля 2017 г.