

УДК 622:51:001572

А.Н. Воробьев, М.В. Павленко

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ КОЛЕБАНИЙ ПЛАСТА (МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ)

Приведены расчеты собственных колебаний угольного пласта на примере моделей. При определенных параметрах угольного пласта реально определить собственные колебания, что позволит воздействовать на него вынужденными частотами с целью вызова резонанса, что и создает в пласте дополнительную сеть газопроводящих трещин.

Ключевые слова: колебания, пласт, мощность, частота, параметр, модель, форма, консоль.

Разработка угольного пласта связана с выделением большого количества метана в горные выработки. Для снижения газовыделения из пласта необходимо проводить дополнительные мероприятия по извлечению метана из угольного массива. С этой целью применяются ряд способов по заблаговременной дегазации пласта. Решающая роль принадлежит способам, способствующим увеличению количества и протяженности трещин в угольном пласте. В этом случае увеличивается проницаемость угольного пласта, а она определяется прежде своего раскрытием трещин и их объемной плотностью. Известные силовые способы воздействия на угольный массив создают дополнительную трещиноватость в угольном пласте для удаления метана, однако подчас этого не достаточно для заблаговременной подготовки месторождения к безопасной и эффективной выемки. Тем не менее, разрабатываются новые способы для проведения направленного изменения состояния массива и эффективной дегазации угольного пласта.

Таким способом является волновое вибрационное воздействие (ВВВ)

на угольный массив с целью увеличения трещиноватости разрабатываемого пласта. Для создания необходимого вибрационного воздействия с определенной частотой требуется знать собственную частоту конкретного угольного участка пласта с целью получения резонанса на участке воздействия.

Рассмотрим участок угольного пласта с конкретными параметрами. Где проводится волновое вибровоздействие через подземные скважины (рис. 1).

Для определения собственных колебаний угольного пласта на примере модели, рассмотрим при этом модель постоянной толщины (мощности) h , причем толщина ее полагается малой по сравнению с другими размерами.

Приняв с определенными допущениями и условностями участок пласта и предложенную модель, рассмотрим решение задачи - определение собственных колебаний.

Возьмем в качестве участка пласта модель прямоугольной формы с геометрическими параметрами рис. 2. и предположим, что прогибы малы по сравнению с толщиной h .

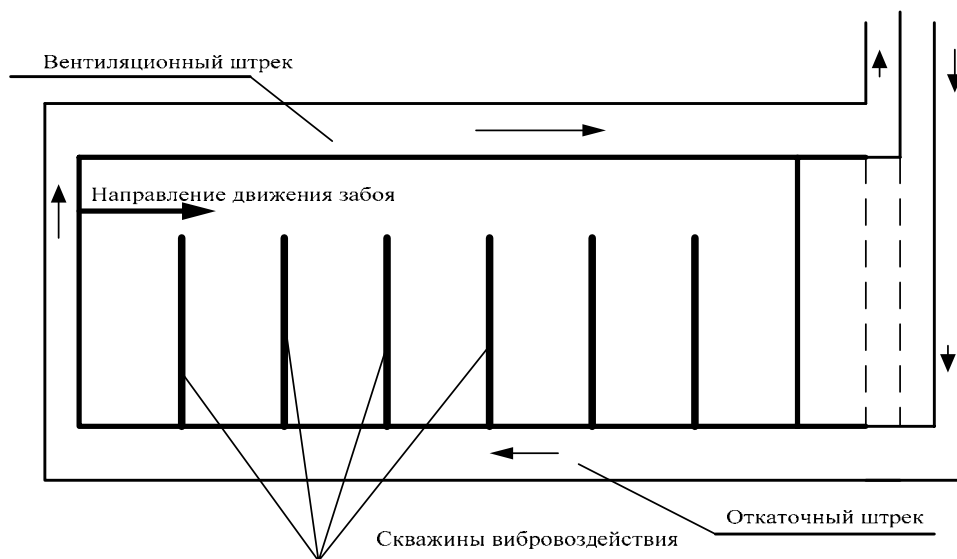


Рис. 1. Вибрационное воздействие на выемочном участке

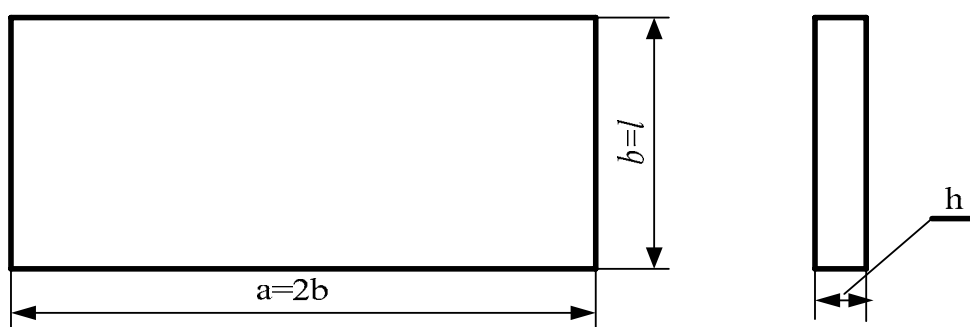


Рис. 2. Геометрические параметры выделенной части пласта (модель)

Рассмотрим собственные частоты колебания тонкого слоя малого элемента угольного пласта имеющего конкретные геометрические параметры.

Собственная частота пласта определяется из следующего выражения с учетом его основных параметров

$$\omega = \sqrt{\frac{C_i \cdot E \cdot J}{m \cdot l^3}} \left[\frac{1}{c} \right] \quad (1)$$

где m - масса рассматриваемого участка пласта (кг); l - длина пласта (модель балки), (м); E - модуль упругости,

[Па = н/м²]; J - момент инерции [м⁴]; C_i - коэффициент пропорциональности, зависящий от характера закрепления балки (модель пласта).

Однако гораздо более сложными являются задачи исследования собственных колебаний пласта, все стороны которых не закреплены или жестко зашлемлены.

Эти закрепления можно представить следующими формами, что определяет соответствующие коэффициенты C_i .

Характер закрепления определяется следующими коэффициентами, которые представлены следующим образом на приведенных рисунках.

При шарнирном закреплении (правая часть) и подвижном (левая часть) рис. 3.

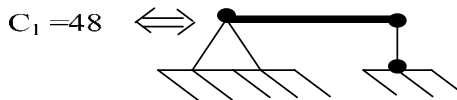


Рис. 3

При жестком закреплении (правая часть) и подвижном (левая часть) рис. 4.

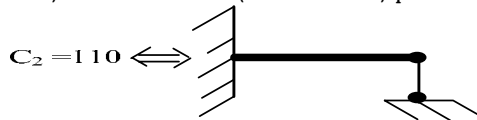


Рис. 4

При жестком закреплении (правая часть) и жестком (левая часть) рис. 5.

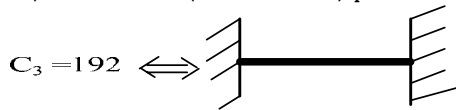


Рис. 5

При жестком закреплении (правая часть) и правая балка - консоль рис. 6.

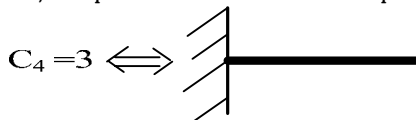


Рис. 6

$$J = \frac{bh^3}{12} = \frac{lh^3}{12}; \quad (2)$$

$$m = b \cdot a \cdot h \cdot \rho; \quad (3)$$

где ρ - удельный вес угля [кг/м³]; $\rho = 1,35 \cdot 10^3$ кг/м³; b - ширина пласта (модель), м; a - длина пласта (модель), м; h - мощность пласта (модель), м; ρ - плотность разрабатываемого угля, [кг/м³], в нашем случае $\rho = 1,35$ т/м³;

Для систем, имеющих плоскость симметрии, формы собственных колебаний принимаются как симметричные относительно этой плоскости.

С учетом проведенных преобразований получим формулу расчета частоты собственных колебаний угольного пласта в удобной форме:

$$\omega = \frac{h}{l^2} \sqrt{\frac{C_i \cdot E}{a \cdot \rho \cdot 12}} = \frac{h}{l^2} D_i; \quad (4)$$

где $D_i = \sqrt{\frac{C_i \cdot E}{12 \cdot \rho \cdot a}}; \quad (5)$

Для сокращения вычислений и понижения упрощения степени рассматриваемого уравнения целесообразно рассматривать эти виды колебаний отдельно. Покажем это на числовых примерах.

Проведем расчет определения собственных колебаний для следующих геометрических параметров угольного пласта ($a = 20$ м; $b = 10$ м).

Для первого варианта закрепления пласта (рис.3)

$$D_1 = \sqrt{\frac{48 \cdot 0,2 \cdot 10^{11}}{12 \cdot 20 \cdot 1,35 \cdot 10^3}} =$$

$$= 10^4 \cdot 0,172 \left[\frac{\text{м}^{\frac{1}{2}}}{\text{с}} \right];$$

Для второго варианта закрепления пласта (рис. 4)

$$D_2 = 10^4 \sqrt{\frac{110 \cdot 0,2 \cdot 10^{11}}{12 \cdot 20 \cdot 1,35 \cdot 10^3}} =$$

$$= 10^4 \cdot 0,26 \left[\frac{\text{м}^{\frac{1}{2}}}{\text{с}} \right];$$

Для третьего варианта аналогично рассчитываем (рис. 5)

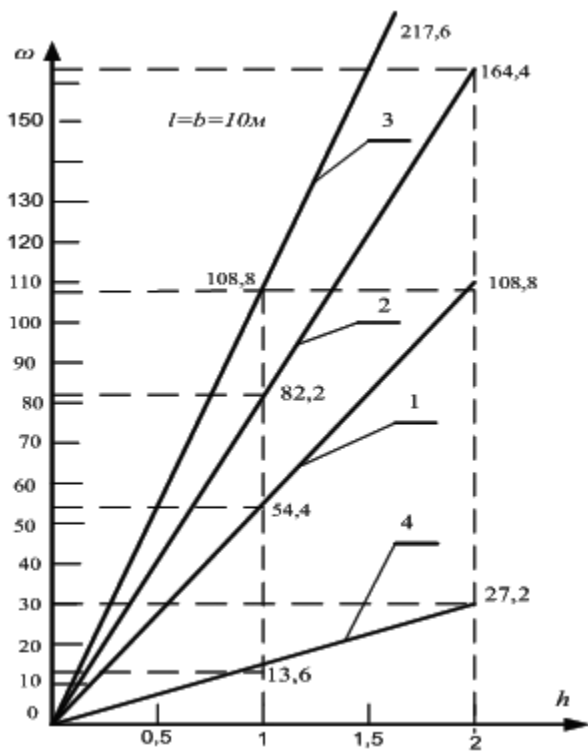


Рис. 7. Диаграмма зависимости частоты собственных колебаний угольного пласта (модель) в зависимости от типа закрепления и его мощности: 1, 2, 3 и 4 – типы закреплений; собственная частота, Гц; h – мощность пласта, м

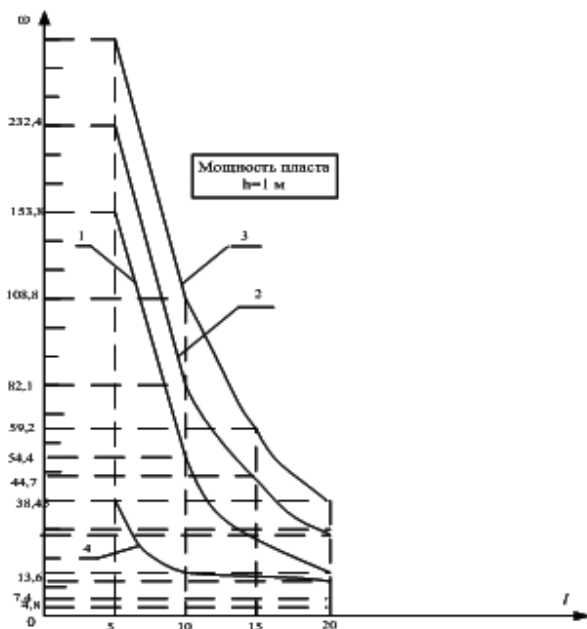


Рис. 8. Диаграмма зависимости частоты собственных колебаний от ширины блока рассматриваемого пласта (модель) при мощности пласта $m=1$ м: 1, 2, 3 и 4 – типы закреплений; ω – собственная частота, Гц; l – длина участка пласта, м

$$D_3 = 10^4 \cdot 0,344 \left[\frac{M^{\frac{1}{2}}}{c} \right];$$

Для четвертого варианта при аналогичном расчете имеем (рис.6)

$$D_4 = 10^4 \cdot 0,043 \left[\frac{M^{\frac{1}{2}}}{c} \right];$$

Значение D_4 меньше значений предыдущих, т.к. при этой схеме закрепления коэффициент трения наименьший.

Следовательно, полученные диаграммы (рис. 7 и 8) позволяют определить частоту собственных колебаний для конкретного пласта при заданных его геометрических параметрах.

Рассматривая формы закрепления в моделях и

соответствующие им значения, видим, что приведенные выше расчеты в равной степени применимы и к угольным пластам. Таким образом, зная параметры угольно пласта, может быть решена задача по определению собственных колебаний участка пласта с различными приведенными закреплениями. Следует отметить, что

при определении собственных колебаний прямоугольной формы пласта и при различных закреплениях (рис. 3-6), необходимо руководствоваться, что предшествует таким вариантам, а именно пройдена вблизи исследуемого пласта выработка, подработан ли пласт или он перебурен скважиной большого диаметра и т.д. **ТАБ**

Коротко об авторах

Воробьев А.Н. – доктор технических наук, профессор кафедры Сопротивление материалов, E-mail: anat56@yandex.ru

Павленко М.В. – кандидат технических наук, доцент кафедры Аэрология и охрана труда, E-mail: mihail_mggy@mail.ru

Московский государственный горный университет,
Moscow State Mining University, Russia, ud@msmu.ru



РУКОПИСИ,

ДЕПОНИРОВАННЫЕ В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Левин Р.Н. Старший преподаватель Шахтинского института (филиала) ГОУ ВПО ЮРГТУ (НПИ) **НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ БОЛЕЗНИ ПНЕВМОКОНИОЗОМ НА ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ ПРЕДПРИЯТИЙ** (754/05-10 от 16.02.10 г.) 7 с.

Многие производственные процессы сопровождаются пылевыведением. Наибольшую опасность для работающих представляет пыль, содержащая свободную двуокись кремния SiO_2 и имеющая размер до 2,5 мкм. Воздействие производственной пыли на организм приводит к развитию пневмокониозов. С целью профилактики пневмокониозов проводится комплекс различных мероприятий, которые, однако, не обеспечивают полного обеспыливания вдыхаемого человеком воздуха. Нами предлагается новый метод профилактики пневмокониозов.

Ключевые слова: аэрозоль, пневмокониоз, альвеола, пылеуловитель, респиратор.

Levin R.N.

NEW DIRECTION IN PREVENTING SICKNESS RATE OF PNEUMOCONIOSIS IN DANGEROUS INDUSTRIAL OBJECTS

Many production processes are accompanied with dust emission.

The greatest danger for workers is the dust containing spare silicon dioxide SiO_2 and having the dimension till 2.5 m.mc. Production dust influence on an organism evokes pneumoconiosis development. With the purpose of prevention pneumoconiosis's the complex of various measures are carried out which, however, does not provide with the entire dustlessness of the air inhaled by a human being. A new method of preventing pneumoconiosis's is suggested by us.

Key words: aerosol, pneumoconiosis, alveole, dust catcher, respirator.