

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА И ВЕЛИЧИНЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОЛЕБАНИЙ КРОВЛИ НА КРЕПЬ

Г.Д. Буялич***, д.т.н., проф, В.Ю. Умрихина*, аспирант

*Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева

650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28, тел. (3842)-39-69-40

** Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: gdb@kuzstu.ru

Как показывают исследования, во время вторичных осадок основной кровли особенно при отработке угольных пластов с труднообрушаемыми, нередко возникают ситуации, когда горное давление проявляется в виде динамических, ударных воздействий на крепь со стороны боковых пород [1–4]. Величина этих воздействий (амплитуда, скорость и частота) зависит от силовых и геометрических параметров крепи и определяется мощностью и физико-механическими свойствами пород.

В работах [5–10] была предпринята попытка математически описать процесс динамического воздействия блока кровли после хрупкого разрушения пород на крепь в виде сосредоточенной силы, а также в виде распределённой нагрузки в работе [12].

Колебания блока кровли при ее обрушении были описаны неоднородным дифференциальным уравнением в частных производных четвёртого порядка. Решение дифференциального уравнения было найдено численным методом в программе Maple [10–12].

В данной работе было найдено общее решение дифференциального уравнения с помощью программы Excel для реакция со стороны крепи на блок кровли в виде распределённой нагрузки. Уравнение было решено по методу Фурье, в виде произведения двух независимых функций, одна из которых зависит только от x , а другая только от t .

Для описания колебательного процесса блока кровли была принята расчетная схема представленная на рис.1и 2.

На схемах изображена равномерная пригрузка со стороны вышележащих пород и прогибы y , соответствующие деформированному блоку в момент времени, предшествующий хрупкому разрушению. Со стороны крепи на блок действует распределённая трапецеидальная нагрузка, соответствующая сопротивлению крепи.

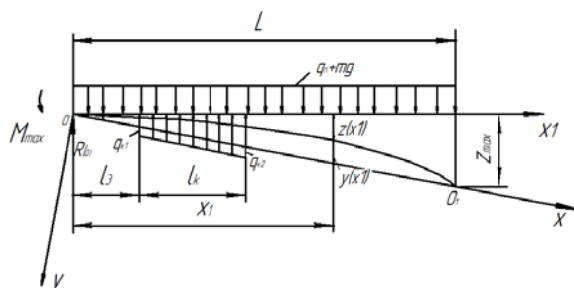


Рис. 1. Расчётная схема нагружения блока (кровли) перед его хрупким разрушением

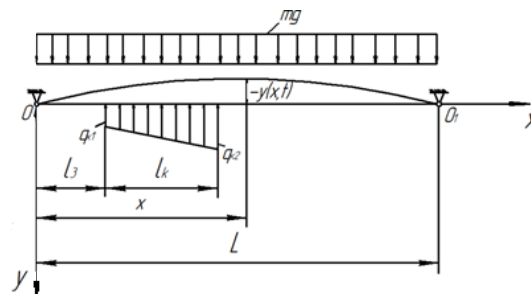


Рис. 2. Расчётная схема блока кровли после хрупкого разрушения

где q_{k1} и q_{k2} – соответственно, величина распределённой нагрузки от секции крепи со стороны забойной и завальной концов перекрытия;

l_k – длина перекрытия секции крепи;

l_3 – расстояние от забоя до забойного конца перекрытия;

q_n – величина пригрузки со стороны вышележащих пород;

mg – величина пригрузки от веса блока;

M_{max} – максимальный изгибающий момент в заделке в момент времени, предшествующий хрупкому разрушению пород кровли;

$R_{(0)}$ – реакция в заделке в момент времени, предшествующий хрупкому разрушению пород кровли;

L – длина блока кровли;

z_{max} – максимальный прогиб блока кровли в момент времени, предшествующий хрупкому разрушению пород кровли;

xI – направление оси для определения прогибов блока кровли в момент времени, предшествующий хрупкому разрушению пород кровли;

y и x – направление осей для определения параметров колебаний блока кровли в момент времени, после хрупкого разрушения пород кровли.

Колебания блока кровли описаны неоднородным дифференциальным уравнением в частных производных четвёртого порядка

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \frac{E_0 J}{m} \cdot \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = g$$

где $\partial^2 y / \partial t^2$ - вторая производная прогиба блока кровли по времени;

J - момент инерции поперечного сечения блока;

E_0 – модуль упругости первого рода пород кровли;

$\partial^4 y / \partial x^4$ - четвёртая производная прогиба блока кровли по его длине;

g - ускорение свободного падения;

m - распределённая масса блока кровли.

Для значений мощности кровли $h=5$ м, модуля упругости $E_0=3 \cdot 10^{10}$ Па, реакции крепи $qk_1=3,3 \cdot 10^6$ Н/м, $qk_2=3,3 \cdot 10^6$ Н/м, длины перекрытия секции крепи $l_k=2,0$ м, расстояния от забоя до забойного конца перекрытия $l_3=0,5$ м по результатам расчётов приведенных в программе Excel, был получен характер колебаний и опускания кровли над гидростойкой после её хрупкого разрушения на рис. 3, а характер изменения скорости и ускорения опускания кровли в этой же точке – на рис. 4 и 5.

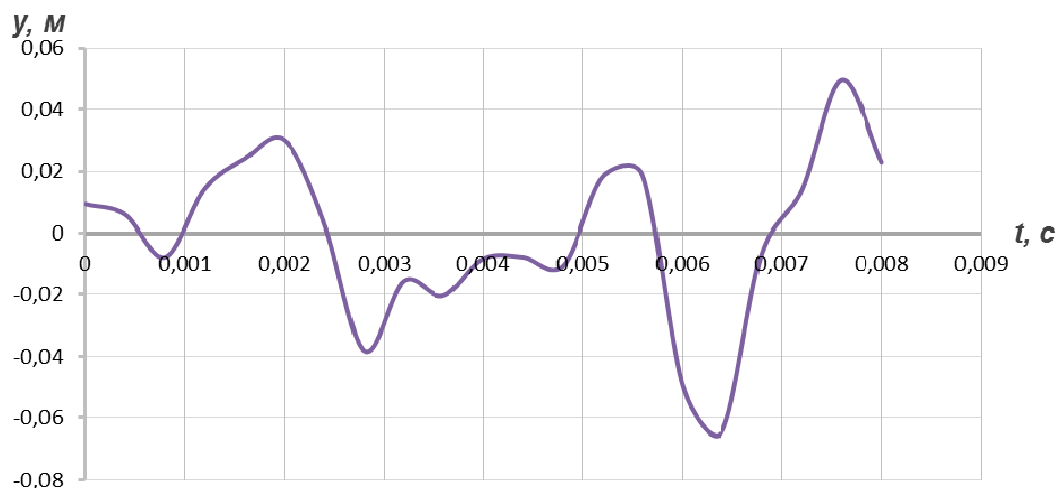


Рис. 3. Характер колебаний блока кровли над гидростойкой

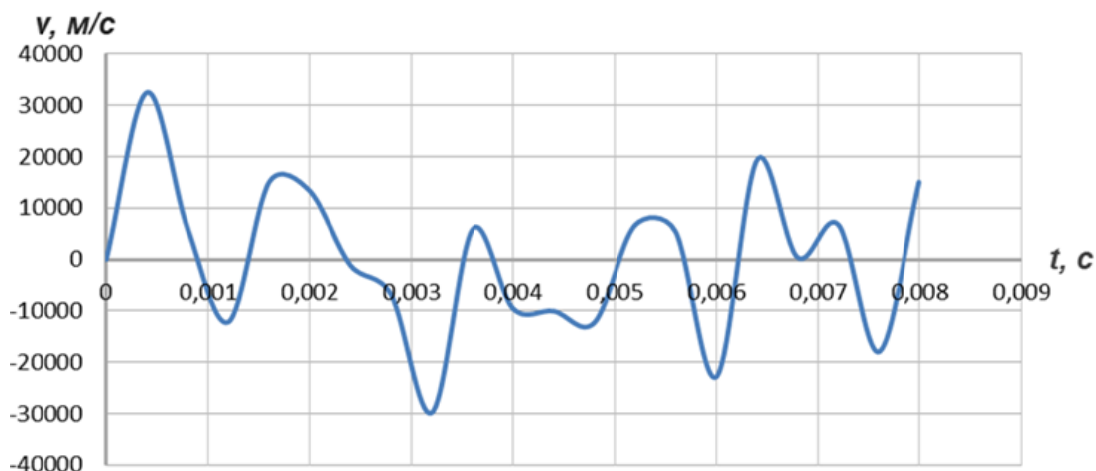


Рис. 4. Характер изменения скорости колебаний блока кровли над гидростойкой крепи

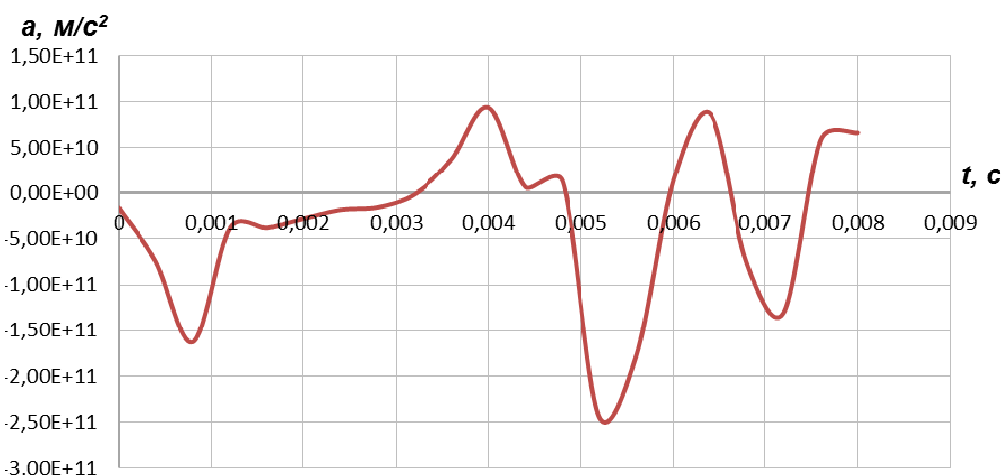


Рис. 5. Характер изменения ускорения колебаний блока кровли над гидростойкой крепи

Анализ данных уравнений и графиков найденных по методу Фурье показывает, что в периоды интенсивных и весьма интенсивных осадок основной кровли на крепь очистного забоя, крепь подвержена динамическому нагружению и на нее оказывается воздействие колебательного характера, которое определяется физико-механическими свойствами пород кровли, силовыми и конструктивными параметрами крепи, при этом период колебательного процесса по перемещению составляет порядка 0,01 с, а период изменения скорости – порядка 0,0008 с.

Полученные значения параметров колебаний (амплитуда, частота, скорость) позволяют:

- рассчитать параметры крепи и отстроить частоты собственных колебаний для заданных условий нагружения;
- оценить параметры гидростоек при различных видах нагружения.

Литература.

1. Механизм взаимодействия механизированных крепей с кровлями угольных пластов / Г. Д. Буялич, Ю. А. Антонов, В. И. Шейкин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. – Отд. вып. 3 : Горное машиностроение. – С. 122–125.
2. Буялич, Г. Д. Направления совершенствования механизированных крепей для отработки угольных пластов в сложных горно-геологических условиях // Горная техника : добыча, транспортировка и переработка полезных ископаемых : каталог-справочник. – СПб. : Славутин, 2007. – С. 10–16.
3. Буялич, Г. Д. Исследование работы предохранительного клапана ЭКП в период резких осадок кровли / Г. Д. Буялич, Ю. М. Леконцев, Б. А. Александров // Механизация горных работ : межвуз. сб. науч. тр. / Кузбас. политехн. ин-т. – Кемерово, 1978. – Вып. 2. – С. 49–55.
4. Буялич, Г. Д. Экспериментально-теоретическая оценка и обоснование параметров механизированных крепей для сложных горно-геологических условий пологих угольных пластов : автореф. ... док-ра техн. наук : 05.05.06 / Буялич Геннадий Даниилович. – Кемерово, 2004. – 32 с.
5. Александров, Б. А. Влияние начального распора механизированной крепи на частоту и интенсивность резких осадок кровли / Б. А. Александров, Г. Д. Буялич, Ю. А. Антонов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2002. – № 6. – С. 21–22.
6. Математическая модель процесса динамического обрушения / Г. Д. Буялич, Ю. А. Антонов, К. Г. Буялич, М. В. Казанцев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2012. – Отд. вып. 7 : Современные технологии на горнодобывающих предприятиях. – С. 233–237.
7. О модели динамического взаимодействия крепи с кровлей / Г. Д. Буялич, Ю. А. Антонов, К. Г. Буялич, М. В. Казанцев, В. М. Римова // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибирский курс 2012 : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., Кемерово, 1–2 нояб. 2012 г. В 2-х т. Т. 1 / КузГТУ. – Кемерово, 2012. – С. 149–153.
8. Буялич, Г. Д. Оценка характера взаимодействия крепи с труднообрушаемой кровлей // Совершенствование технологических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых : сб. науч. тр. / Ассоциация «Кузбассуглетехнология». – Кемерово, 1995. – № 9. – С. 35–37.

9. Особенности взаимодействия механизированных крепей с боковыми породами в сложных горно-геологических условиях пологих и наклонных пластов / Б. А. Александров, Г. Д. Буялич, Ю. А. Антонов, Ю. М. Леконцев, М. Г. Лупий. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2002. – 144 с.
10. Буялич, Г. Д. О форме динамических колебаний блока кровли при реакции крепи в виде сосредоточенной силы / Г. Д. Буялич, К. Г. Буялич, В. Ю. Умрихина // Перспективы инновационного развития угольных регионов России : сб. тр. IV Междунар. науч.-практ. конф. – Прокопьевск, 2014. – С. 133-134.
11. Моделирование динамических колебаний блока кровли / Г. Д. Буялич, К. Г. Буялич, В. Ю. Умрихина // Инновации в технологиях и образовании : сб. ст. II Между-нар. науч.-практ. конф., Белово, 28–29 марта 2014 г. В 4 ч. Ч. 1 / Филиал КузГТУ в г. Белово. – Белово, Велико Тырново : Изд-во филиала КузГТУ в г. Белово, изд-во ун-та «Св. Кирилла и Св. Мефодия, 2014. – С. 115–119.
12. Буялич Г. Д. О динамических колебаниях блока кровли при реакции крепи в виде распределенной нагрузки / Г. Д. Буялич, К. Г. Буялич, В. Ю. Умрихина // Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности : сб. тр. XVI Междунар. науч.-практ. конф. – Кемерово : СО РАН, КемНЦ СО РАН, Ин-т угля СО РАН, Ин-т углехимии СО РАН, Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева, новацион. фирма «Кузбасс-НИИОГР», ООО КВК «Экспо-Сибирь», 2014. – С. 108–110.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ВЫЕМОЧНО-ПОГРУЗОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА РАЗРЕЗЕ «БЕРЕЗОВСКИЙ»

С.Н. Данилов, С.В. Обанин

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева

650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

E-mail: 221223@dr.com

Месторождения Кузбасса, на которых ведется открытая разработка угля, характеризуются многообразием горно-геологических условий. Это многообразие заключается, прежде всего, в наличии свиты пластов с различным качеством (по калорийности, содержанию серы, зольности, влажности) и разномарочным составом (марки Д, Г, ДГ, КО, КСН, Ж, СС, ОС, Т) энергетических и коксующихся углей. Но для отработки таких месторождений основную сложность представляет изменчивость их строения – невыдержанность пластов угля по мощности и углу залегания, а кроме того, значительное количество пликативных и дизъюнктивных нарушений. Это касается угленасыщенных зон разрезов.

Но в границах карьерных полей, как правило, четко выделяются две зоны: угленасыщенная зона и зона так называемой «чистой» вскрыши, или безугольная зона. Ее отработка также имеет свою специфику и особенности.

Одним из ярких примеров такого карьера является разрез «Березовский», отрабатывающий участок Бунгуро-Чумышского месторождения угля (рис. 1).

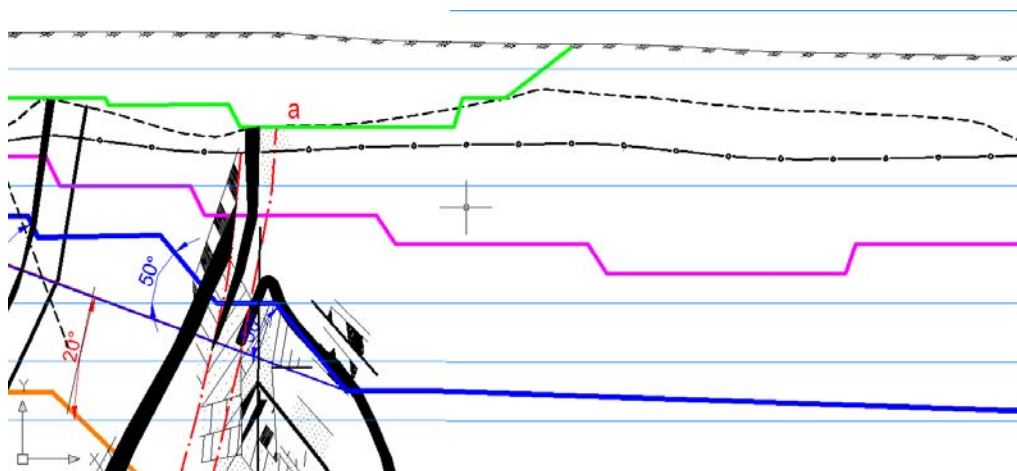


Рис. 1. Фрагмент геологического разреза по IX р.л. участка «Березовский-Восточный»