

УДК 622.28

Драченко М. С., студ. гр. ГС-09-м ДонГТУ, г. Алчевск, Украина

ДВУХПЛАНОЧНОЕ ЗАМКОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Проблема крепления горных выработок является одной из самых важных в общем комплексе вопросов строительства угольных предприятий. Арочная (рамная) податливая крепь применяется в широком диапазоне горно-геологических условий и сечений выработок. Работоспособность и деформационно-силовые характеристики стальных рамных крепей, область их эффективного применения во многом зависят от принятой конструкции замков узлов несущих звеньев, их числа и месторасположения.

В горнодобывающей и угольной промышленности нашли применение в основном два типа замков узлов податливости: болтового и клинового типов[1].

Цель работы состояла в том, что с учетом недостатков замков болтового типа трех известных видов ЗПП, ЗСД и ЗПКм [2,3,4] разработать новый узел податливости металлической рамной податливой крепи из шахтных спецпрофилей, который был бы способен сохранять заданное положение замков при работе крепления под нагрузкой в податливом режиме, предотвратить перекося замка, обеспечить надежную фиксацию замка в заданном положении, оптимальное направление действия равнодействующей силы и нужную величину рабочего сопротивления узла во всем интервале конструктивной податливости крепи. Решение этой проблемы стало возможным за счет разработки нового двухпланочного замкового соединения[5].

Конструкция двухпланочного замкового соединения, представлена на рис. 1. Узел состоит из трех соединительных замков что показано на рис. 2, один (1) из которых при монтаже располагают у конца стойки 2 крепления на расстоянии 50мм от торца спецпрофиля, второй (3) – у конца верхняка 4 крепления на расстоянии 50 мм от торца спецпрофиля, а третий (5) помещают в середине нахлеста на расстоянии 200 мм от крайних замков, т.е. общая длина нахлеста составляет 500 мм. Крайние замки (1 и 3) прикрепляют согласно внутреннего спецпрофиля стойки 2 и внешнего спецпрофиля верхняка 4 с помощью болтов 6 и 7 с возможностью совместного перемещения вместе со звеньями крепления. Благодаря этому увеличивается конструктивная податливость крепи и возрастает сопротивление узла в податливом режиме работы, причем появляется возможность повысить его до предельной несущей способности крепления. При проскальзывании спецпрофилей крайние замки (1 и 3) сохраняют заданное положение относительно торцов спецпрофиля, а промежуточный замок (5) остается посередине нахлеста. При этом оси замков ориентируются по нормали к продольной оси звеньев крепления, спецпрофили

не расходятся, а поверхность их контакта даже увеличивается, что позволяет обеспечить плавность работы узла и увеличение сопротивления по мере роста смещений.

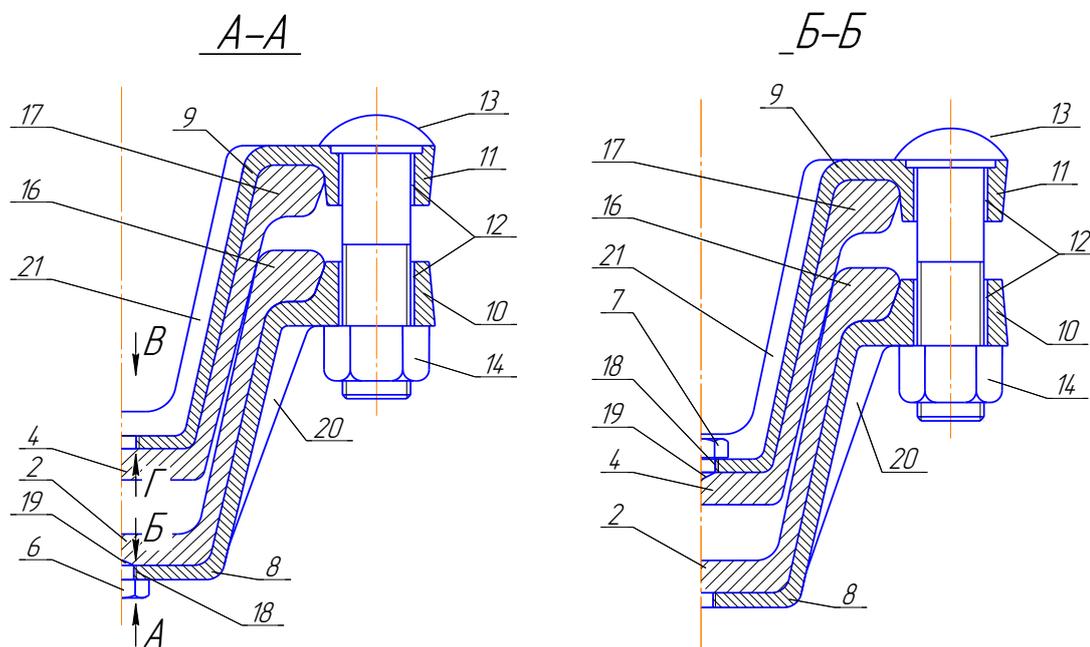


Рис. 1. Поперечное сечение двухпланочного узла податливости:
 2, 4 – внешний и внутренний спецпрофиль; 6, 7 – болты; 8, 9 – фигурные планки; 10, 11 – полки; 12 – отверстия; 13 – болт; 14 – гайка; 16, 17 – фланцы спецпрофиля; 18 – отверстие с резьбой; 19 – паз; 20, 21 – рёбра жесткости.

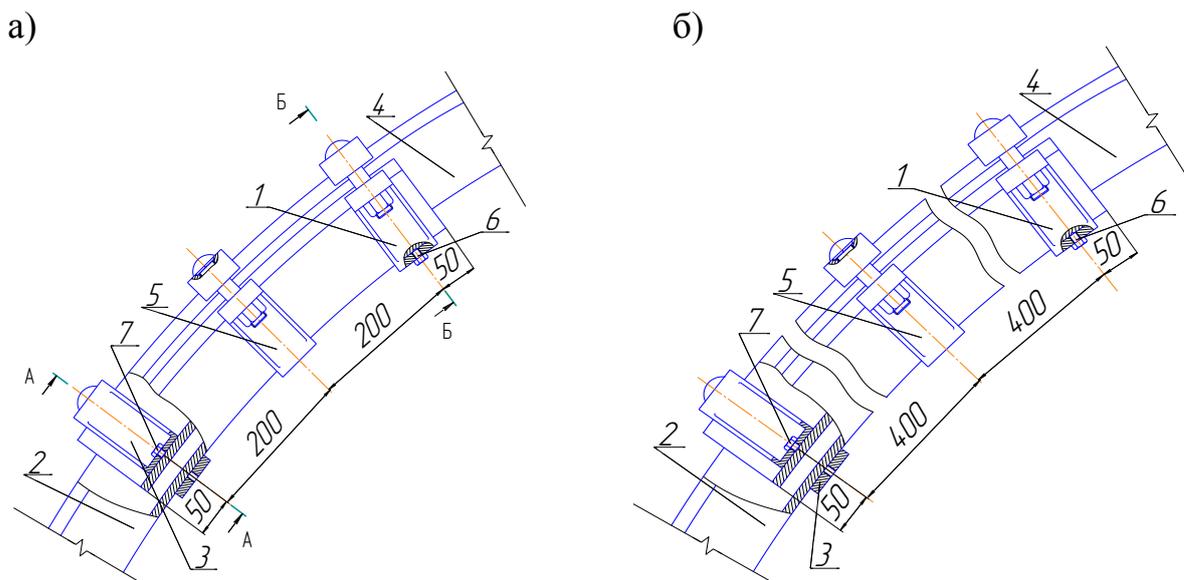


Рис. 2. Двухпланочный узел податливости металлической податливой крепл в начальный момент (а) и при работе в податливом режиме (б).

Для математического обоснования изобретения, было произведено компьютерное моделирование. Математическое моделирование производилось

с использованием интегрированной в систему T-Flex CAD среды конечно-элементных расчетов [6]. Исходя из стендовых испытаний, произведённых в ДонУГИ рис. 3, мы видим, что подавляющее преимущество над другими типами замков узлов податливости имеет замок ЗПКм, следовательно, замок ЗПКм является более конкурентоспособным замковому соединению нового типа.

Цель исследования состояла в анализе работоспособности узлов податливости путем получения информации о контактном взаимодействии профилей при фиксации их замками для последующего обоснования более эффективного узла податливости.

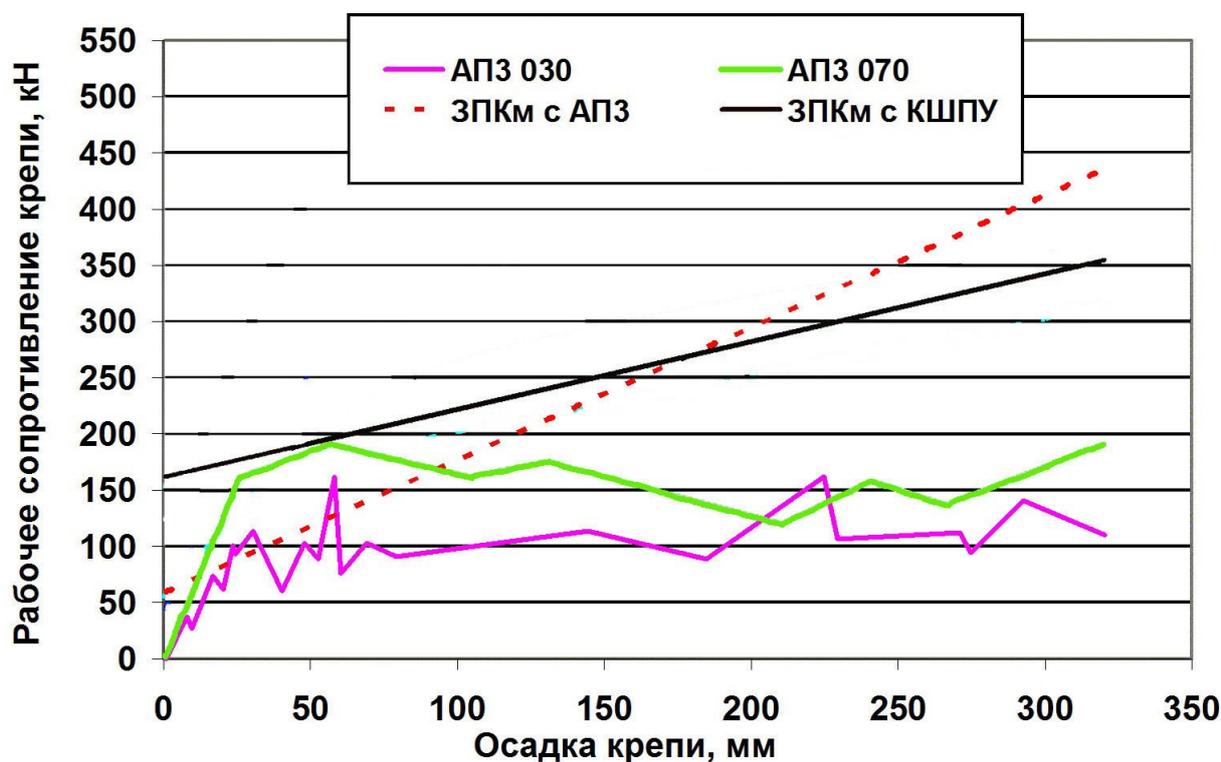


Рис. 3. Зависимость рабочего сопротивления металлической арочной крепи с разными типами замковых соединений от осадки крепи (по данным испытаний ДонУГИ)

Данные полученные при моделировании анализировались по напряженному состоянию модели. Для этого на контактом участке были созданы 4 линии датчиков расположенные в нейтральном слое тела. Датчики предназначены для измерения результатов расчета задачи в заданной точке.

Для оценки качества контакта между соединяемыми замковым соединением отрезками спецпрофиля использовали относительные эквивалентные напряжения, вычисляемые из компонентов тензора напряжений по формуле:

$$\sigma_{\text{экс}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy} + \tau_{yz} + \tau_{xz})^2} \quad (1)$$

где: σ_x – нормальное напряжение в направлении оси ОХ глобальной системы координат;

σ_y – нормальное напряжение в направлении оси ОУ глобальной системы координат;

σ_z – нормальное напряжение в направлении оси ОZ глобальной системы координат;

τ_{xy} – касательное напряжение в направлении оси ОУ глобальной системы координат, действующее на площадке с нормалью параллельной оси ОХ;

τ_{xz} – касательное напряжение в направлении оси ОZ глобальной системы координат, действующее на площадке с нормалью параллельной оси ОХ;

τ_{yz} – касательное напряжение в направлении оси ОZ глобальной системы координат, действующее на площадке с нормалью параллельной оси ОУ.

Произведенный анализ показал, что контактное усилие взаимодействия профилей существенно превышает по своим показателям контактное усилие замка типа ЗПКМ рис. 4.

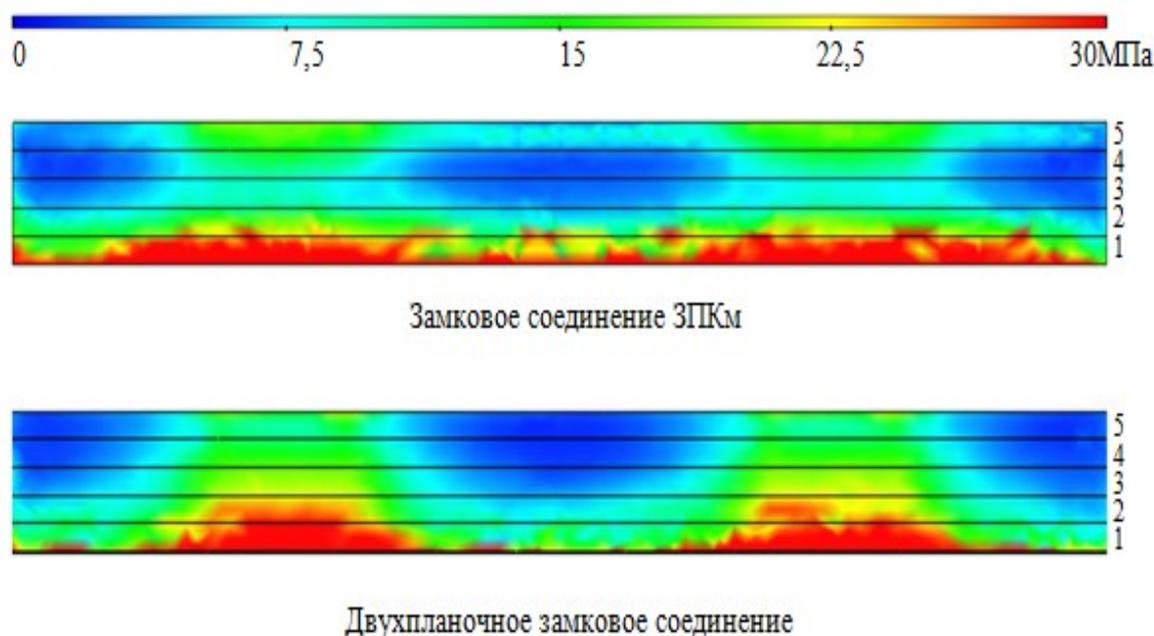


Рис. 4. Изополя эквивалентных напряжений в контактном теле

Подводя итог можно констатировать что, проведенное моделирование, подтвердило целесообразность разработки двухпланочного узла податливости, и хоть анализ производился с двумя замковыми соединениями из анализа графиков показанных на рис. 5 можно сделать вывод об увеличении

контактного усилия по центру установки планок приблизительно на 30% по сравнению с замком типа ЗПКМ.

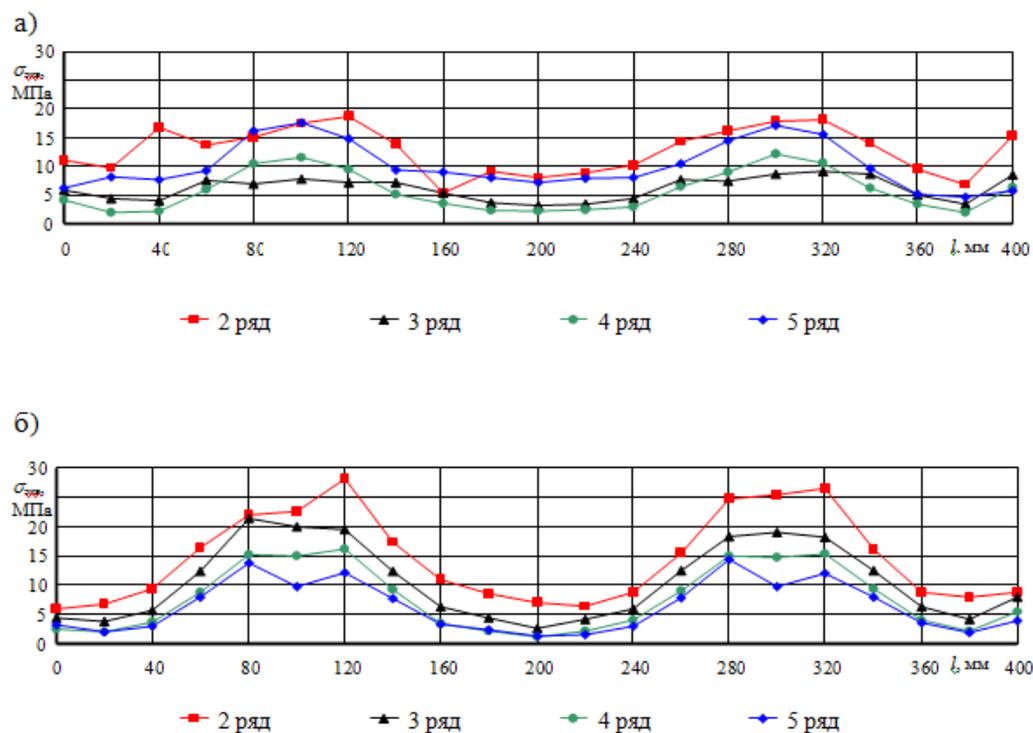


Рис. 5. Графики распределения эквивалентных напряжений в контактном теле (СВП-22) для замкового соединения ЗПКМ (а) и нового двухпланочного замкового соединения (б)

Косвенный экономический эффект сводится к уменьшению затрат по доставке материалов, увеличение скорости проведения горных выработок, экономия материальных, людских и денежных ресурсов, обеспечение очистных забоев достаточным количеством воздуха за счет сохранения сечения подготавливающих выработок, уменьшение расхода электроэнергии вентиляторов главного проветривания за счет уменьшения депрессии горных выработок, увеличение фондоотдачи горных выработок как объекта основных фондов за счет увеличения срока их службы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маркович Б.А. Шахтная металлическая крепь и способы ее массового производства. - М.: Недра, 1974.
2. Каретников В.Н. Крепление капитальных и подготовительных горных выработок. Справочник/ В.Н.Каретников, Б.Клейменов, А.Г.Нуждихин. - М.: Недра, 1989. - 571 с.

3. Рамные крепи горных выработок». Обзорная информация и справочные материалы. Донецк: ЦБНТИ, ДонУГИ, 1992.

4. Литвинский Г.Г. Стальные рамные крепи горных выработок/ Г.Г.Литвинский, Г.И.Гайко, Н.И.Кулдыркаев.- К.: Техника, - 1999. - с. 204

5. Пат. 87930 Україна, МПК Е21Д 11/14. Вузол піддатливості металевого рамного піддатливого кріплення з шахтних спецпрофілів/ Бабиюк Г.В., Леонов А.Ф., Пунтус В. Ф., Пупков В.С., Драченко М.С., Міщенко П.Є. (Україна); заявник і патентовласник Донбас. держ. техн. ун-т. - u201310752, заявл. 06.09.2013, опубл. 25.02.2014, Бюл. №4.

6. <http://www.sapr.ru/Article.aspx?id=7973>