

УДК 622.28

Леонов А.А., к.т.н., доц., Леонов Е.А., студ. гр. ГС-09-м, ДонГТУ, г. Алчевск, Украина

АДАПТИВНАЯ КРЕПЬ СО СТЯЖКОЙ

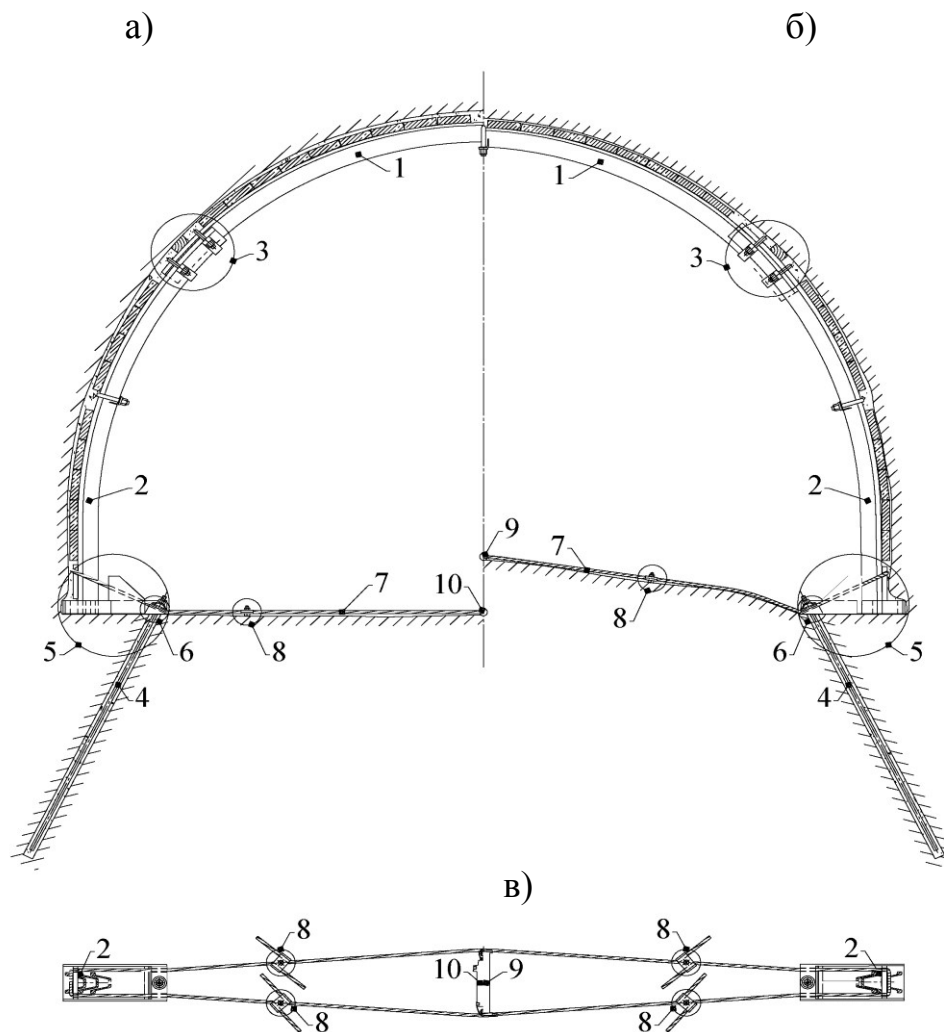
Пучение пород – это один из наиболее распространенных видов проявления горного давления в выработках. Величина пучения пород зависит от большого числа горно-геологических и горнотехнических факторов. Основная идея работы состоит в использовании смещений пород почвы выработки для управления усилиями в арочной металлической крепи.

В настоящее время известна крепь выемочных выработок [1], которая с помощью гибких стяжек воздействует на почву выработки для предотвращения пучения пород. В состав крепи входит металлическая податливая арка, состоящая из верхняка, двух стоек и гибкого лежня из сплошного отрезка металлического каната, который устанавливают в почве выработки и закрепляют в виде двух ветвей на стойках с помощью хомутов, планок и гаек. Такая крепь предназначена для противодействия пучению пород почвы выработки. Однако недостатком этой крепи является небольшое сопротивление смещениям пород почвы, отсутствие податливости канатов и контроля их натяжения в процессе эксплуатации, возможность вдавливания стоек в мягкие породы почвы и, вследствие этого, передвижение хомутов для закрепления канатов вверх по стойкам.

Цель работы состояла в разработке такой крепи горной выработки, которая за счет установки податливой стяжки на уровне почвы выработки могла бы не только противостоять пучению пород, но и одновременно обеспечивать управление усилиями в крепи во время эксплуатации выработки, а также за счет использования закрепленных анкерами башмаков с разгружающими консолями могла бы создавать в арке внутренние усилия в направлении, противоположном действию сил горного давления. Это позволит управлять состоянием выработки во время ее эксплуатации путем адаптации параметров крепи к изменчивым горно-геологическим и горнотехническим условиям, а также даст возможность одновременно снизить затраты материалов на крепление выработок и повысить их надежность.

Предлагаемая адаптивная крепь с гибкой стяжкой представлена на рис. 1. Ее конструкция защищена патентом на полезную модель [2]. Крепь состоит из отдельных арок, в состав которых входят верхняк и две стойки, соединенные внахлест узлами податливости, а также гибких стяжек из металлического каната. Стяжки устанавливают в почве выработки и закрепляют на стойках, которые шарнирно опираются на опорные башмаки с разгружающими консолями.

Опорные башмаки прикреплены анкерами к почве выработки с возможностью перемещения стоек между упорами в поперечном направлении для создания в арке за счет предварительного распора стяжки и пучения подошвы выработки напряжений, которые противостоят усилиям от горного давления. При этом гибкая регулирующая стяжка из металлического каната контактирует с почвой выработки и создает механический отпор перемещениям пород почвы. Стяжку оснащают узлами податливости, соединяющими две тяги между собой, и закрепляют на опорных башмаках и стойках без возможности передвижения по арке во время пучения почвы.



- 1 – верхняк; 2 – стойка; 3 – узел податливости; 4 – анкер; 5 – башмак;
 6 – опорная плита; 7 – канат; 8 – узел податливости стяжки;
 9 – распорка; 10 – гидродомкрат

Рис. 1. Общий вид крепи после ее монтажа (а) и пучения пород почвы выработки (б), а также вид сверху на регулирующую стяжку (в)

Регулирующая стяжка на опорных башмаках закреплена с помощью опорной плиты анкера, которая состоит из двух накладок с канавками под канаты, а на стойках с помощью плиты, которая приварена к полкам спецпрофиля стойки в месте опирания на башмак и имеет отверстия для пропуска канатов. Опорный башмак с разгружающими консолями изготовлен из швеллера и оснащен в месте контакта с торцом стойки арки приваренными упорами в виде отрезков спецпрофиля и ребром жесткости в месте контакта с наружной стороной днища спецпрофиля. Анкер для фиксации башмака и стяжки размещают под углом к поверхности почвы выработки в пределах диапазона изменения направления действия равнодействующей силы от натяжения веток каната при пучении пород почвы.

Расчет крепи выполнен методом конечных элементов с помощью программного комплекса «Лира» [3], предназначенного для расчета строительных конструкций, путем сопоставления крепи без и со стяжкой, которые имели идентичные геометрические параметры. Предлагаемая расчетная схема арки (рис. 2) очерчена по окружности $R=2,6$ м; высота стоек $h=1$ м. На крепь действует вертикальная распределенная нагрузка $q_v=50$ кН/м.

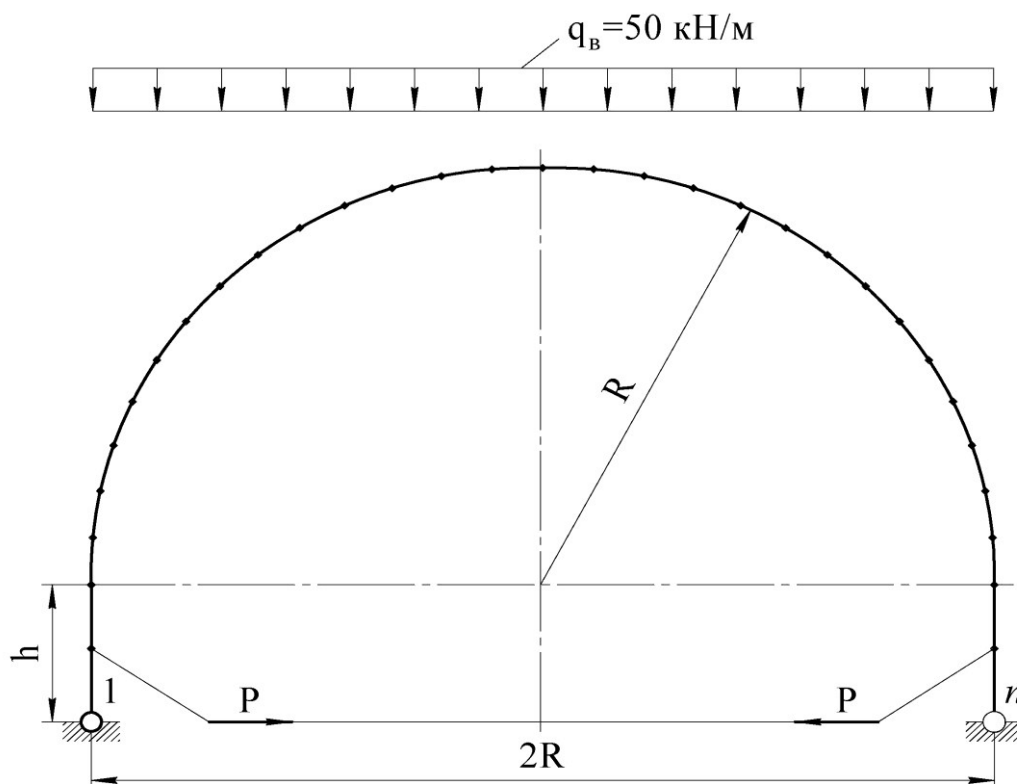


Рис. 2. Расчетная схема арки

Результаты расчетов приведены на рис. 3 в виде распределения продольных сил N (кН), поперечных сил Q (кН) и изгибающих моментов M (кН*м) на развертке контура крепи, где n – номер узла.

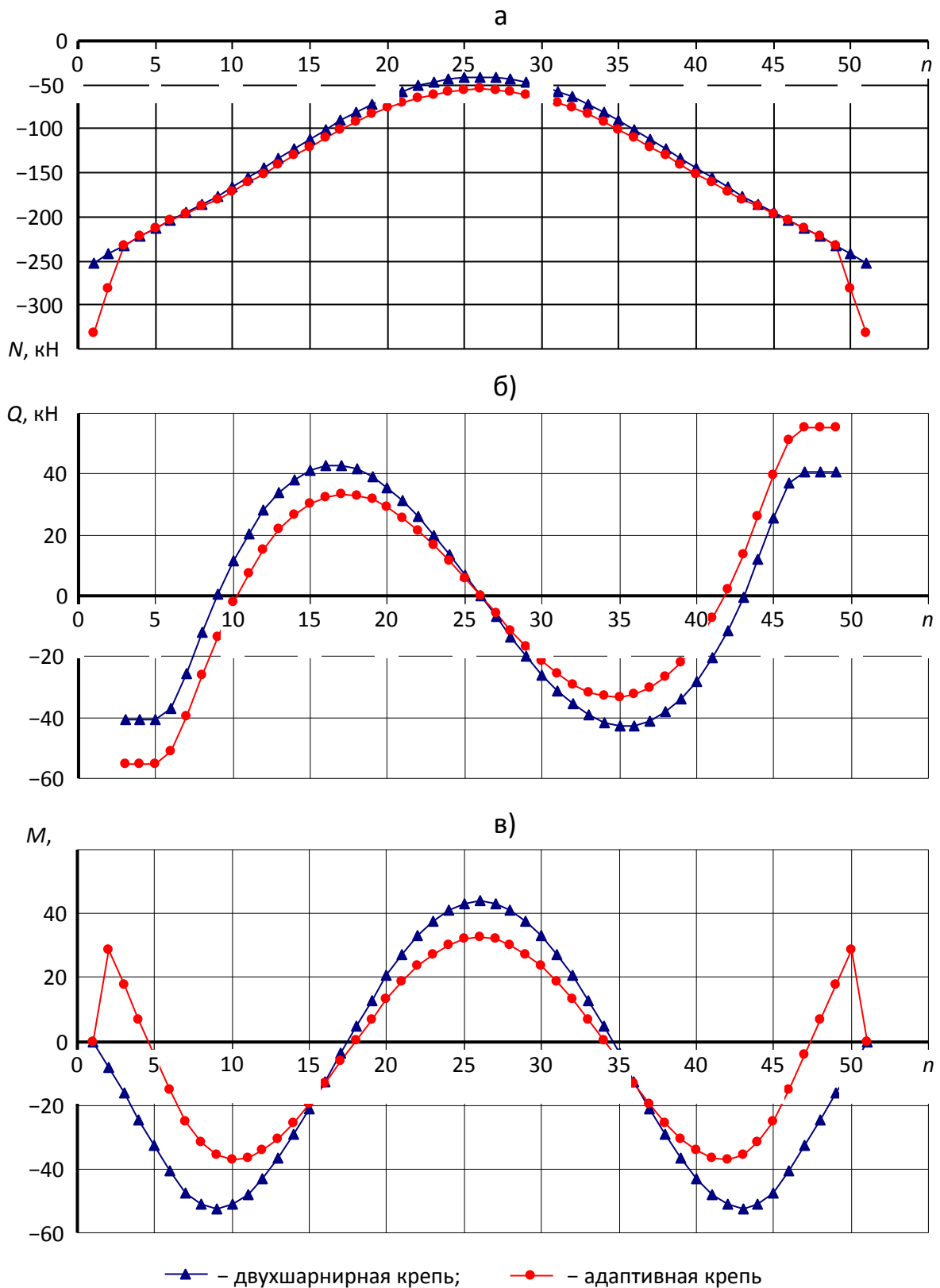


Рис. 3. Графики сравнения эюр продольных (а), поперечных (б) усилий и изгибающих моментов (в) в двухшарнирной и адаптивной крепях

Из приведенных результатов следует, что в адаптивной арочной крепи со стяжкой поперечные и продольные усилия увеличились в местах закрепления

стяжки и опорном башмаке, которые будут восприняты ребрами жесткости и швеллером башмака. Изгибающий момент в кровле адаптивной крепи уменьшился 1,4 раза, а в стойках – 1,6 раза, что позволит применять спецпрофиль меньшего типоразмера и, следовательно, уменьшит расход крепежных материалов.

Проведенный расчет продемонстрировал, что с помощью стяжки арочную крепь можно приспособить к проявлениям горного давления, избегая повышенных внутренних усилий путем их рационального перераспределения. Однако следует заметить, что выполненный расчет не учитывает взаимодействие крепи с породами. Поэтому для отражения реальных условий эксплуатации крепи необходимо выполнить расчет с учетом пассивного отпора пород, что является задачей дальнейших исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Негрій С.Г. Обґрунтування параметрів механічного опору породам підшви виробок при відпрацюванні лав зворотним ходом: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.15.12 «Підземна розробка родовищ корисних копалин» / С.Г. Негрій – Донецьк, 2007. – 22 с.

2. Патент на корисну модель №63549. Адаптивне кріплення зі стяжкою / Г.В. Бабіюк, А.О. Леонов, Є.А. Леонов (Україна); заявник і патентовласник Донбас. держ. техн. ун-т. – и 201103575; заявл. 25.03.2011; опубл. 10.10.2011, Бюл. №19.

3. Литвинский Г.Г. Расчет крепи горных выработок на ЭВМ: Учебное пособие / Г.Г. Литвинский, Э.В. Фесенко, Е.В. Емец. – Алчевск: ДонГТУ, 2011. – 174 с.