

## **ОТЗЫВ**

*официального оппонента д.т.н., профессора РАН Еременко В.А. на диссертационную работу Будникова Павла Михайловича «Обоснование параметров и совершенствование технологии крепления устьев наклонных стволов металлической арочной крепи с монолитным бетоном», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)»*

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, изложена на 141 страницах машинописного текста, содержит 54 рисунка, 13 таблиц, 3 приложения и список использованной научной литературы из 89 наименований.

### **1. Актуальность темы диссертационной работы**

Угольная промышленность Российской Федерации занимает значительное место в экономике страны. Основным угледобывающим регионом является Кузбасс.

Вскрытие шахтных полей в основном осуществляется наклонными стволами, устья которых сооружаются открытым способом и крепятся монолитной железобетонной крепью, как правило, с обратным сводом, арочной или сводчатой формы поперечного сечения.

Выявлено, что применяемые в настоящее время конструкции крепей устьев наклонных стволов имеют ряд конструктивных и технологических недостатков, приводящих к увеличению материалоемкости конструкции крепи и трудоемкости ее возведения.

В связи с этим тема диссертационной работы Будникова П.М., направленная на обоснование параметров и совершенствование технологии крепления устьев наклонных стволов металлической арочной крепи с монолитным бетоном, является актуальной.

Работа выполнена по гранту АО «СУЭК-Кузбасс» на проведение научных исследований по приоритетным направлениям развития науки, техники и технологии в области рационального природопользования.

### **2. Научная значимость и новизна диссертационной работы**

Полученные в диссертационной работе результаты исследований обладают научной новизной и практической значимостью. Новизна исследований заключается в совершенствовании металлической арочной крепи с монолитным бетоном, где максимальные изгибающие моменты возникают в середине вертикальных и криволинейных верхних частях крепи, а нулевые значения - в зоне между концами армирующих сеток и узлов сопряжений элементов металлической арочной крепи с монолитным бетоном, причем максимальные растягивающие напряжения возникают только в армирующих сетках, что позволяет уменьшить размер спецпрофиля и коли-

чество рам крепи. Разработка новой конструкции крепи и технологии её возведения подтверждается патентами на полезные модели.

Наиболее существенными представляются следующие результаты исследований полученные диссертантом:

1. Установлено, что несущая способность металлической арочной крепи с монолитным бетоном обеспечивается классом бетона на 20%, толщиной бетона на 6%, шагом и номером спецпрофиля СВП на 40%, классом арматурной сетки на 11% и площадью гибкой арматуры на 23%.

2. Установлено, что с заменой прямолинейных стоек на криволинейные несущая способность всей рамы увеличивается от 6,8 до 19,1%, при прочих равных условиях.

3. Выявлено, что уменьшение несущей способности металлических рамных крепей до 21,4%, при прочих равных условиях, происходит с увеличением площади поперечного сечения выработки, при этом удельная масса рамы претерпевает незначительные изменения в большую на 10,5% или в меньшую сторону на 22,1%, а прогиб верхняка увеличивается с возрастанием площади поперечного сечения выработки до 34,7%.

4. Разработана конструкция металлической арочной крепи с монолитным бетоном.

Новизна выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается положительными результатами практического применения разработанной арочной металлической крепи с монолитным бетоном и технологии ее возведения при строительстве устья наклонного ствола участка Магистральный Шахтоуправления имени А.Д. Рубана АО «СУЭК-Кузбасс».

### ***3. Обоснованность научных результатов и выводов диссертационной работы***

Основные научные результаты работы отражены в трех научных положениях, выносимых на защиту.

Защищаемые научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертационной работе, в целом обоснованы ссылками на апробированные источники.

Научные положения, вынесенные на защиту, полностью коррелируют с поставленными задачами и сформулированы по результатам их решения.

Первое защищаемое научное положение – определяет несущую способность металлической арочной крепи с монолитным бетоном, обеспеченную классом бетона, его толщиной, номером спецпрофиля СВП, классом арматурной сетки и площадью гибкой арматуры в установленном при проведении научных исследований диапазоне значений параметров элементов системы крепления.

Второе защищаемое научное положение – определяет места размещения арматурной сетки в зонах растягивающих деформаций без потери несущей способности металлической арочной крепи со значительным снижением металлоемкости системы крепления.

Третье защищаемое научное положение – связано с применением циклично-поточной технологии возведения металлической арочной крепи с монолитным бетоном.

Таким образом, обоснованность и достоверность научных положений подтверждается корректной постановкой задач исследований, теоретическими расчетами и достаточным объемом экспериментальных исследований, положительным внедрением разработок на практике и последующей успешной эксплуатацией запроектированного с применением разработок автора участка наклонного ствола Магистральный Шахтоуправления имени А.Д. Рубана АО «СУЭК-Кузбасс».

#### ***4. Практическая ценность результатов диссертационной работы***

Полученные в диссертационной работе результаты исследований обладают практической ценностью. Установлены соотношения несущей способности металлической арочной крепи с монолитным бетоном для устьев наклонных столов в зависимости от толщины крепи, шага и номера спецпрофиля СВП (СВПУ), площади и класса гибкой арматуры и от класса бетона. Определены опытным путем несущая способность в жестком режиме металлических рамных крепей с изменением прямолинейных стоек на криволинейные. Применена циклично-поточная технология возведения металлической арочной крепи с монолитным бетоном, которая позволяет повысить эффективность строительства устья наклонного ствола.

Для практического применения результатов выполненных исследований разработаны «Рекомендации по технологии крепления устьев наклонных стволов металлической арочной крепью с монолитным бетоном», которые утверждены и приняты к использованию АО «СУЭК-Кузбасс» и ООО «Сибирский Институт Горного Дела».

Результаты выполненных исследований используются в учебном процессе Шаньдунского научно-технического университета (КНР) для подготовки специалистов по шахтному и подземному строительству.

Научные результаты, а именно разработанная конструкция крепи устьев наклонных столов принята к использованию в проектах строительства наклонных стволов на шахтах КНР.

## 5. *Общая оценка диссертационной работы*

Первая глава диссертационной работы содержит анализ современного состояния строительства устьев наклонных стволов, выводы и постановку цели и задач исследований.

Вторая глава посвящена расчету параметров железобетонных крепей с целью выявления несущей способности каждого конструктивного элемента в отдельности: толщины крепи, шага и номера спецпрофиля СВП (СВПУ), площади гибкой арматуры, классов гибкой арматуры и бетона железобетонной крепи.

В третьей главе рассмотрены подходы к определению нагрузки на крепь подземных выработок, базирующиеся на расчетных схемах взаимодействия массива горных пород с подземными сооружениями, дан анализ основным методикам расчета крепей устьев наклонных стволов. Проведенные испытания позволили определить предельную вертикальную нагрузку на раму в жестком режиме, прогиб верхняка. Испытания также позволили выявить изменения несущей способности рамы с заменой прямолинейных стоек на криволинейные. Проведенные испытания крепи легли в основу разработки унифицированных типовых сечений горных выработок площадью свыше  $18 \text{ м}^2$  с металлической рамной крепью.

В четвертой главе разработана технология возведения железобетонной крепи, рассмотрены основные технологические процессы. Приведено экономическое сравнение по основным технологическим процессам.

Таким образом, в диссертации соблюдаются следующие принципы соответствия:

- полученные результаты соответствуют поставленным задачам в достижении цели исследований;
- автореферат в полной мере отражает суть диссертации;
- опубликованные работы автора подтверждаются методичностью выполнения работы для достижения поставленной цели, высоким уровнем тематики выносимой на обсуждение.

Объем и содержание диссертации позволяют считать, что работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Обоснованность и достоверность результатов подтверждается большим объемом исследований, наблюдений и внедрением рекомендаций автора в производство.

По теме диссертации опубликовано 14 научных работ, в т.ч. 1 монография и 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России по специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)». Получено 2 патента РФ на полезную модель. Автореферат полностью раскрывает научные положения, вынесенные на защиту, и написан в требуемом объеме. Результаты диссертационного исследования прошли апробацию на представительных международных конференциях и симпозиумах.

В целом диссертация П. М. Будникова является законченным исследованием, представляет решение актуальной задачи, в результате решения которой разработана металлическая арочная крепь с монолитным бетоном, позволяющая уменьшить размер спецпрофиля и количество рам крепи, и технология строительства устьев наклонных стволов открытым способом, основанная на параллельном выполнении монтажа арматурного каркаса, секций инвентарной опалубки, укладки бетонной смеси, устройства гидроизоляции и последовательном выполнении отрывки котлована и обратной засыпки.

Качество оформления, стиль и язык изложения диссертационной работы соответствуют предъявляемым требованиям.

Автореферат и опубликованные работы достаточно полно отражают основное содержание диссертации, характеризуют результаты проведенных исследований.

Уровень решаемых задач представляется соответствующим требованиям, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Содержание диссертации соответствует специальности 25.00.22 – «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)».

## **6. Замечания по диссертационной работе**

1. В главе 2.3 «Расчет железобетонных элементов крепи по наклонным сечениям» представлена методика расчета и формулы, которые использует диссертант, но нет ссылки на источник(и) литературы, где представлена данная информация.

2. В диссертационной работе основные расчеты нагрузок на элементы крепи и выводы основаны на результатах моделирования в программном комплексе «ЛИРА-САПР-2013». Любая модель несовершенна и требует калибровки, непонятно из диссертационной работы какой диапазон точности представленных моделей, и как они калибруются с учетом проведенных натурных исследований и ретроспективного анализа деформаций и разрушений приконтурного массива, вмещающего устья наклонных стволов. Отсутствует также ссылка на программу, непонятна ее статусность.

3. Несмотря на то, что автор сделал ссылку на систему Беньявски, в работе абсолютно не рассматриваются современные методики определения нагрузок на крепь и системы крепления в целом, а также классификации качества породного массива. Например, система Бартона позволяет эффективно оценивать состояние массива, что легко делать в наклонных стволах, которые имеют выход на поверхность и достаточно неглубокие, а также эффективно определять нагрузки на крепь (зоны возможного обрушения).

Данный подход позволяет учитывать достаточно полные характеристики массива, а не то, что утверждает диссертант в главе 3.1 на стр. 42 во втором абзаце.

4. Природная трещиноватость массива - очень важная характеристика, оказывающая непосредственное влияние на формирование зон деформирования вмещающего выработки массива, соответственно определяет степень нагрузки на крепь. Каким образом диссертантом учитывался данный фактор в расчетах, например, по формулам 3.2 и 3.3.

5. Рассматриваемый приповерхностный массив, в котором проходятся устья наклонных стволов, в основном является пластичным или упруго-пластичным. Соответственно, нагрузка на крепь по высоте выработки формируется неодинаковая. За счет формирования призм сползания, максимальные нагрузки возникают в нижней части устья наклонного ствола. Из диссертационной работы непонятно, как учитывался характер распределения нагрузок по высоте от действия гравитации на вмещающий массив выработок.

6. В автореферате и диссертации не пронумерованы научные положения.

7. Непонятно из диссертационной работы как определялся характер работы крепи в продольном направлении выработки.

8. При разработке нового типа крепления расстояние между рамами податливой крепи необоснованно фиксированное. При решении задачи по достижению экономического эффекта за счет уменьшения массы металла, используемого при креплении, не раскрыт вопрос о возможности уменьшения доли арочной крепи в общей конструкции за счет увеличения расстояния между рамами.

9. Почему в работе используется термин «крепь», а не «система крепления». Более корректно называть «системой крепления», так как она состоит из нескольких типов крепи: металлическая арочная, монолитная бетонная, арматурная сетка и др.

*Данные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.*

Диссертация П.М. Будникова «Обоснование параметров и совершенствование технологии крепления устьев наклонных стволов металлической арочной крепью с монолитным бетоном» является завершенной научно-квалификационной работой, которая по содержанию, объему и оформлению выполненных исследований соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней и ученых званий» (утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, – а её автор, Будников Павел Михайлович, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.22 «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)».

Официальный оппонент,  
доктор технических наук, профессор РАН,  
ведущий научный сотрудник Федерального  
государственного бюджетного учреждения науки  
Институт проблем комплексного освоения недр  
им. академика Н.В. Мельникова  
Российской академии наук

В.А. Еременко

Подпись официального оппонента, ведущего научного сотрудника отдела №3 освоения месторождений твердых полезных ископаемых на больших глубинах Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, доктора технических наук, профессора РАН В.А. Еременко заверяю:

Заведующая отделом кадров  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Институт проблем комплексного освоения недр  
им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук



Т.В. Уварова

16.09.2019г.

Я, Еременко Виталий Андреевич, автор отзыва, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Еременко Виталий Андреевич

Адрес: 111020, Россия, г. Москва, Крюковский тупик, 4

Тел/факс: (495) 8-495-360-07-40

E-mail: ipkon-dir@ipkonran.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова

Российской академии наук