

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD)
по специальности 6D070700 – «Горное дело»

Томилова Александра Николаевича

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ АНКЕРНОГО КРЕПЛЕНИЯ

Диссертационная работа посвящена проблеме обеспечения крепления подготовительных горных выработок с использованием технологии анкерного крепления.

Актуальность работы. С переходом на большую глубину разработки в Карагандинском угольном бассейне, усложнились горно-геологические и горнотехнические условия, существенно увеличились размеры зон опорного давления в окрестностях очистных выработок и интенсивность проявлений горного давления в выработках внутри выемочных полей.

Более 60% вмещающих пород непосредственной кровли угольных пластов подземных горных выработок на шахтах Карагандинского угольного бассейна находятся в неустойчивом состоянии, а породы непосредственной почвы – подвержены к вздутию. Ввиду этого кратность перекрепления поддерживаемых выработок достигает двух-трех кратного значения в течение срока эксплуатации и более 25% их ежегодно подвергается ремонту и комплексу работ по повышению их устойчивости со значительными материальными затратами и трудоемкостью.

Технологии одно-, двухуровневого, комбинированного анкерного крепления подготовительных горных выработок в последнее время находят все большее применение по всему миру. На шахтах Карагандинского угольного бассейна, практика её эксплуатации констатировала ряд серьезных недостатков, которые приводят к деформациям подготовительных горных выработок: смещения породного контура, вывалы из кровли и боков выработки.

Основное влияние на выбор и параметры анкерного крепления горных выработок оказывают горно-геологические и горнотехнические факторы для конкретных условий эксплуатации. В связи с эти задача расчета параметров анкерных крепей для конкретных условий эксплуатации с учетом влияющих факторов для сохранения устойчивости горных выработок различного технологического назначения является актуальной и востребованной.

Цель работы – обоснование параметров технологии анкерного крепления горных выработок с учетом влияющих факторов условий эксплуатации, обеспечивающих повышение рентабельности и безопасности отработки угольных пластов.

Идея работы. Создание условий для расширения области применения одно-, двухуровневого, комбинированного анкерного крепления горных

выработок различного технологического назначения, с учетом влияющих факторов условий эксплуатации.

Объект исследования. Горные выработки, различного технологического назначения, проводимые и поддерживаемые в конкретных условиях эксплуатации горно-геологического и горнотехнического характера.

Методы исследования. Решение поставленных задач осуществляется методом анализа отечественного и зарубежного опыта в области расчета и применения параметров анкерной технологии крепления подготовительных горных выработок, с учетом комплекса влияющих факторов, натуральных наблюдений. математического и компьютерного обоснования параметров анкерного крепления горных выработок, апробацией результатов в промышленных условиях эксплуатации шахт Карагандинского угольного бассейна.

Научная новизна заключается в:

- структурной схеме обоснования и расчета параметров анкерного крепления горных выработки, проводимых в массиве и поддерживаемых вне зоны, в зоне влияния очистных работ, охраняемых за лавой целиком, погашаемых за лавой, позволяющей расширить область применения технологии анкерного крепления горных выработок на угольных шахтах;

- закономерностях изменения параметров анкерного крепления горных выработок от глубины заложения, ширины выработки, сопротивления пород кровли на сжатие для шахт Карагандинского бассейна, позволяющих выбирать и создавать обоснованный вариант вида технологии анкерного крепления;

- программе расчета параметров анкерного крепления горных выработок различного технологического назначения, адаптивной к конкретным условиям эксплуатации шахт угольного бассейна, позволяющей увеличивать производительность и эффективность труда технологических служб шахт при разработке схемы и паспорта проведения горных выработок.

Объем и структура работы. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, 10 приложений. Содержит 141 страниц машинописного текста, 58 рисунков, 102 таблиц, список использованных источников, включающий 107 наименований и 9 приложений.

Содержание работы. Во введении приводится краткое обоснование актуальности, решаемой прикладной научно-технической проблемы, связанной с креплением горных выработок с использованием технологии анкерного крепления для повышения рентабельности и безопасности отработки угольных пластов, сформулированы цель и основные задачи диссертационной работы, приводятся методика выполнения работы и практическая ценность диссертации, указывается практическая значимость темы.

В первом разделе проведены исследования и определены влияющие факторы на параметры анкерной крепи горной выработки, проведена оценка устойчивости горных выработок шахт Карагандинского бассейна, анализ конструкций анкерных крепей и условий их применения на угольных шахтах.

Выполнены натурные наблюдения за смещениями породного массива вблизи горных выработок шахты им. Костенко УД АО «АрселорМиттал Темиртау». Произведен анализ научно-технических достижений применения анкерной технологии.

Применение одно-, двухуровневой, комбинированной технологий анкерного крепления на угольных шахтах обеспечило бы повышение рентабельности и безопасности отработки угольных пластов.

Во втором разделе выполнен обзор методов расчета анкерного крепления горных выработок в практике отечественного и ближнего зарубежья. Представлена разработанная методология и структурная схема выбора схемы и расчета параметров одноуровневой, комбинированной, двухуровневой анкерной технологии крепления горных выработок, адаптивной к влияющим факторам горно-геологического и горнотехнического характера угольных шахт.

В третьем разделе представлена разработанная методика автоматизированного расчета параметров анкерной технологии крепления горных выработок различного технологического назначения, актуальных для условий эксплуатации шахт Карагандинского угольного бассейна и реализованная в формате Программы для ЭВМ. Методика автоматизированного расчета параметров анкерного крепления позволяет обеспечить точность и качество принимаемых проектных решений при построении паспортов крепления, за счет выполнения расчёта на всех этапах в строгом соответствии с разработанной структурной схемой по расчету параметров анкерного крепления, с нормативными документами и учетом накопленного опыта применения анкерного крепления на шахтах Карагандинского угольного бассейна.

Четвертый раздел посвящен разработке технических решений по выбору схемы и расчету параметров крепления горных выработок с использованием технологии анкерного крепления для условий эксплуатации шахт «Шахтинская», им. Костенко Карагандинского угольного бассейна. Выполнено обоснование выбора анкерного крепления подземных горных выработок по стоимостному фактору. Разработаны закономерности изменения параметров анкерного крепления от влияющих факторов условий эксплуатации горных выработок.

В заключении автор подводит итоги по проделанной работе в рамках диссертации.

Результаты работы. На основании выполненных исследований получены следующие результаты:

– оценена устойчивость горных выработок Карагандинского угольного бассейна, выявлены влияющие факторы условий разработки шахт бассейна на выбор схемы и параметры анкерного крепления и обоснована методология расчета параметров анкерного крепления горных выработок, проводимых и поддерживаемых в различных горно-геологических и горнотехнических условиях эксплуатации;

- обоснованы виды крепления и выполнен расчет параметров анкерного крепления горных выработок различного технологического назначения;
- установлены закономерности изменения параметров одно-, двухуровневого, комбинированного анкерного крепления горных выработок от глубины заложения, ширины выработки, смещения пород кровли выработки;
- разработана программа для ЭВМ расчета параметров технологии анкерного крепления подготовительных горных выработок различного технологического характера.

Практическая значимость полученных результатов заключается в:

- в выборе схемы и методологии расчета параметров анкерного крепления горных выработок шахт Карагандинского угольного бассейна;
- в обосновании выбора технологии анкерного крепления горных выработок различного технологического назначения для конкретных условий эксплуатации шахт Карагандинского угольного бассейна;
- в закономерностях изменения параметров технологии анкерного крепления от влияющих факторов условий эксплуатации горных выработок. Закономерности позволят технологическим службам шахт моделировать параметры крепления горных выработок и выбирать обоснованные варианты видов анкерного крепления;
- в разработке программы для ЭВМ автоматизированного расчета параметров анкерного крепления.

Основные научные положения и результаты исследований, выносимые на защиту:

- методология расчета параметров одно-, двухуровневого, комбинированного анкерного крепления горных выработок, основанной на теории грузонесущего моста и подвешивания к устойчивым горным породам, что позволит обеспечить устойчивость приконтурного горного массива;
- закономерности изменения параметров анкерного крепления горных выработок от глубины заложения, ширины выработки, сопротивления пород кровли на сжатие, что позволит создать технологические схемы и паспорт проведения горных выработок.

Реализация работы в промышленности. В рамках хоздоговорных исследований разработаны технические решения по выбору вида и расчету параметров анкерного крепления горных выработок для условий эксплуатации шахт им. Костенко, «Шахтинская» Карагандинского угольного бассейна. Технические решения в настоящее время проходят опытно-промышленную проверку на шахтах УД АО «АрселорМиттал Темиртау». Методология расчета параметров анкерного крепления включена в переработанную инструкцию по расчету и применению анкерных крепей на шахтах Карагандинского угольного бассейна.

Личный вклад соискателя заключается в проведении как теоретических, так и в натурных наблюдениях, направленных на достижение цели диссертационной работы, в подготовке публикаций по теме исследования и в получении охранных документов. Соискатель разработал структурную схему

расчета параметров анкерного крепления подготовительных горных выработок для условий эксплуатации шахт Карагандинского угольного бассейна; разработал методику автоматизированного расчета параметров анкерного крепления. Также с его непосредственным участием разработаны технические решения по обоснованию параметров анкерного крепления горных выработок различного технологического назначения для шахт им. Костенко, «Шахтинская» Карагандинского угольного бассейна, с учетом влияющих факторов условий эксплуатации шахт угольного бассейна, выявлены закономерности изменения параметров анкерного крепления от влияющих факторов условий эксплуатации горных выработок.

Апробация результатов диссертации. Основные положения работы докладывались и получили одобрение:

- на научных семинарах КарГТУ;
- в работе международных научно-практических конференциях «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации», г. Караганда, КарГТУ: Сагиновские чтения №9, 22-23 июня 2017 г., Сагиновские чтения №10, 14-15 июня 2018 г., Сагиновские чтения №11, 14-15 июня 2019 г.;

- в работе международной научно-практической конференциях «Развитие технических наук в современном мире», г. Воронеж (11 декабря 2017 г.);

- в работе МАТЕС Web of Conferences «Information and Measuring Equipment and Technologies», г. Томск, 2018 г.;

- в работе международной научной конференции «Найновите научни постижения», г. София (12-13 марта 2018г.);

- в работе Conference Proceedings «Sixth International Conference on Advances in Computing, Communication and Information Technology – CCIT 2018», Швейцария, 2018г.

Основные научные результаты докторской диссертации опубликованы в 19 научных трудах, в том числе, 1 монографией, 2 статьях и 2 докладах на конференциях, проиндексированных в базе данных Scopus, 3 статьях, опубликованных в изданиях, рекомендованных ККСОН МОН РК. Новизна результатов подтверждена одним патентом на изобретение, двумя свидетельствами о внесении в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом.

Наиболее значимые публикации и патенты:

1 Демин В.Ф., Томилов А.Н. Проблемы разработки технологических схем крепления выработок в условиях угольных шахт // Труды университета 2017. – Караганда: КарГТУ, 2017. – Вып. 1. – С. 42-45.

2 Томилов А.Н., Демин В.Ф. Разработка эффективных способов крепления подготовительных выработок с использованием анкерного крепления // Труды университета 2017. – Караганда: КарГТУ, 2017. – Вып. 3. – С. 44-47.

3 Томилов А.Н., Демин В.Ф. Разработка автоматизированной системы проектирования технологических схем проведения горных выработок // Труды университета 2018. – Караганда: КарГТУ, 2018. – Вып. 4. – С. 58-62.

4 В. Ф. Демин, В. В. Яворский, Т. В. Демина, А. Н. Томилов. Разработка эффективных способов борьбы с пучением пород почвы в подготовительных выработках угольных шахт // Горный журнал 2018. – Москва, 2018. 10.7580/gzh.2018.04.10

5 Демин В.Ф., Мусин Р.А., Демина Т.В., Томилов А.Н. Упрочение массива законтурными анкерами для снижения пучения пород почвы // Горный журнал Казахстана 2018. – Вып. 7. – С. 34-38.

6 Сертификат СИС № 224 от 18.10.2018г «Программа для ЭВМ. «Автоматизированная система проектирования технологических схем проведения горных выработок «Anker.KZ». Авторы: Демин В. Ф., Томилов А.Н., Журов В.В.

7 Сертификат СИС № 2265 от 13.03.2019г «Программа для ЭВМ. «Автоматизация выбора схемы и расчета параметров крепления горных выработок». Авторы: Томилов А.Н., Жолнеров Д.И.

8 Патент на изобретение № 31096 Республики Казахстан. Сетчатая затяжка / Ибатов М.К., Исагулов А.З., Демин В.Ф., Мусин Р.А., Ахматнуров Д. Р., Исабек Т. К., Томилов А. Н. – № 2018/0515.1; заявл.23.07.2018; опубл.26.12.2019.

9 Демин В.Ф., Исабек Т.К., Томилов А.Н. Разработка алгоритмов для расчета параметров горного производства: монография. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 110 с.

10 В. Ф. Демин, А. Т. Батырханова, А. Н. Томилов, А. Е. Жумабекова, У. Е. Абеков. Разработка технологических схем проведения горных выработок с управлением устойчивостью контуров при многоуровневом креплении // «Научный вестник национального горного университета», – Днепропетровск, 2019. – №3. – С. 22-28.

Томилов Александр Николаевичтің

6D070700 – «Тау-кен ісі» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алуға ұсынылған «**Анкерлік бекіту технологиясын пайдалана отырып тау-кен қазбаларын жүргізу параметрлерін негіздеу**» докторлық диссертациялық жұмысының

АҢДАТПАСЫ

Диссертациялық жұмыс анкерлік бекіту технологиясын қолдана отырып, дайындық тау-кен қазбаларын бекітуді қамтамасыз ету мәселесіне арналды.

Зерттеу өзектілігі. Қарағанды көмір бассейнінде игерудің үлкен тереңдігіне көшумен тау-кен-геологиялық және тау-кен техникалық жағдайлар күрделене түсті, тазарту қазбаларының маңайындағы тірек қысым аймақтарының көлемі және кен алу алқаптарының ішіндегі қазбалардағы тау қысымының көріну қарқындылығы елеулі ұлғайды.

Қарағанды көмір бассейнінің шахталарындағы жер асты тау-кен қазбаларының көмір қабаттары тікелей шатырының сыйымды жыныстарының 60% астамы тұрақсыз күйде, ал тікелей топырақтың жыныстары ісінуге бейім. Осыған байланысты қолдау көрсетілетін қазбаларды қайта бекіту еселігі пайдалану мерзімі ішінде екі-үш еселік мәнге жетеді және олардың 25% астамы жыл сайын елеулі материалдық шығындармен және еңбек сыйымдылығымен олардың тұрақтылығын арттыру бойынша жөндеу және жұмыстар кешеніне ұшырайды.

Дайындық тау-кен қазбаларының бір, екі деңгейлі, біріктірілген анкерлік бекіту технологиялары жақында бүкіл әлемде кеңінен қолданыла бастады. Қарағанды көмір бассейнінің шахталарында оны пайдалану тәжірибесінде дайындық тау-кен қазбаларының деформациясына әкелетін жыныс контурының жылжуы, қазбаның төбесі мен бүйірінен шығып кетуі секілді бірқатар елеулі кемшіліктер анықталды.

Тау-кен қазбаларын анкерлік бекітуді таңдау мен параметрлеріне нақты пайдалану жағдайлары үшін тау-кен-геологиялық және тау-кен техникалық факторлар әсер етеді. Осыған байланысты әртүрлі технологиялық мақсаттағы тау-кен қазбаларының тұрақтылығын сақтау үшін әсер етуші факторларды ескере отырып, нақты пайдалану жағдайлары үшін анкерлік бекітпелердің параметрлерін есептеу міндеті өзекті және сұранысқа ие болып табылады.

Жұмыстың мақсаты – көмір қабаттарын қазудың пайдалылығы мен қауіпсіздігін арттыруды қамтамасыз ететін пайдалану жағдайларының әсер етуші факторларын ескере отырып, тау-кен қазбаларын анкерлік бекіту технологиясының параметрлерін негіздеу.

Жұмыстың идеясы. Пайдалану жағдайларының әсер етуші факторларын ескере отырып, әртүрлі технологиялық мақсаттағы тау-кен қазбаларын бір, екі деңгейлі, аралас анкерлік бекітуді қолдану саласын кеңейту үшін жағдай жасау.

Зерттеу нысаны. Тау-кен-геологиялық және тау-кен техникалық сипаттағы нақты пайдалану жағдайларында жүргізілетін және қолдау көрсетілетін әртүрлі технологиялық мақсаттағы тау-кен қазбалары.

Зерттеу әдістері. Қойылған мәселелерді шешу әсер етуші факторлар кешені мен заттай бақылауларды ескере отырып, дайындық тау-кен қазбаларын бекітудің анкерлік технологиясының параметрлерін есептеу және қолдану саласындағы отандық және шетелдік тәжірибені талдау, тау-кен қазбаларын анкерлік бекіту параметрлерін математикалық және компьютерлік негіздеу, Қарағанды көмір бассейнінің шахталарын пайдаланудың өнеркәсіптік жағдайларында нәтижелерді апробациялау әдістері арқылы жүзеге асырылады.

Ғылыми жаңашылықтары келесілерден тұрады:

– тау-кен қазбаларын анкерлік бекіту технологиясын көмір шахталарында қолдану аясын кеңейтуге мүмкіндік беретін, тұтас лаваның артында қорғалатын тазарту жұмыстарының әсер ету аймағында массивте жүргізілетін және аймақтан тыс жерде сақталатын тау-кен қазбаларын анкерлік бекіту параметрлерін негіздеу мен есептеудің құрылымдық сызбасы;

– Қарағанды бассейнінің шахталары үшін тау-кен қазбаларын анкерлік бекіту параметрлерінің орналасу тереңдігінен, қазбаның енінен, анкерлік бекіту технологиясы түрінің негізделген нұсқасын таңдауға және жасауға мүмкіндік беретін шатыр жыныстарының қысылуға кедергісінен өзгеру заңдылықтары;

– тау-кен қазбаларын жүргізу схемасы мен паспортын әзірлеу кезінде шахталардың технологиялық қызметтерінің өнімділігі мен еңбек тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін көмір бассейні шахталарын пайдаланудың нақты жағдайларына бейімделген әртүрлі технологиялық мақсаттағы тау-кен қазбаларының анкерлік бекіту параметрлерін есептеу бағдарламасы.

Жұмыстың құрамы мен көлемі. Жұмыс кіріспеден, төрт бөлімнен, қорытындыдан, 10 қосымшадан тұрады. Онда 141 бет машинамен басылған мәтін, 58 сурет, 102 кесте, 107 атау мен 9 қосымшадан тұратын пайдаланылған әдебиеттер тізімі бар.

Жұмыстың мазмұны. Кіріспеде көмір қабаттарын қазудың рентабельділігі мен қауіпсіздігін арттыру үшін анкерлік бекіту технологиясын пайдалана отырып, тау-кен қазбаларын бекітуге байланысты шешілетін қолданбалы ғылыми-техникалық мәселенің өзектілігінің қысқаша негіздемесі келтіріледі, диссертациялық жұмыстың мақсаты мен негізгі міндеттері тұжырымдалады, жұмысты орындау әдістемесі мен диссертацияның практикалық құндылығы келтіріледі, тақырыптың практикалық маңыздылығы көрсетіледі.

Бірінші бөлімде зерттеулер жүргізді және тау-кен қазбаларының анкерлік бекітпесінің параметрлеріне әсер ететін факторларды анықтады, Қарағанды бассейні шахталарының тау-кен қазбаларының тұрақтылығына баға берді, анкерлік бекітпелердің конструкцияларына және оларды көмір шахталарында қолдану жағдайларына талдау жасады.

«АрселорМиттал Теміртау» АҚ ҚД-нің Костенко атындағы шахтаның тау-кен қазбаларына жақын жердегі жыныстық массивінің жылжуын заттай

бақылау жүргізілді. Анкерлік технологияны қолданудың ғылыми-техникалық жетістіктеріне талдау жасалды.

Көмір шахталарында анкерлік бекітудің бір, екі деңгейлі, аралас технологияларын қолдану көмір қабаттарының пайдалылығы мен қауіпсіздігін арттыруды қамтамасыз етеді.

Екінші бөлімде отандық және жақын шетел тәжірибесінде тау-кен қазбаларының анкерлік бекітілуін есептеу әдістеріне шолу жасалды. Көмір шахталарының тау-кен-геологиялық және тау-кен техникалық сипатының әсер етуші факторларына бейімделген тау-кен қазбаларын бекітудің бір деңгейлі, аралас, екі деңгейлі анкерлік технологиясының параметрлерін есептеу және схеманы таңдаудың әзірленген әдістемесі мен құрылымдық схемасы ұсынылды.

Үшінші бөлімде Қарағанды көмір бассейнінің шахталарын пайдалану жағдайларына өзекті және ЭЕМ-ге арналған бағдарлама форматында іске асырылған әртүрлі технологиялық мақсаттағы тау-кен қазбаларын бекітудің анкерлік технологиясының параметрлерін автоматтандырылған есептеудің әзірленген әдістемесі ұсынылды. Анкерлік бекітудің параметрлерін автоматтандырылған есептеу әдістемесі барлық кезеңдерде анкерлік бекітудің параметрлерін есептеу бойынша әзірленген құрылымдық сызбаға, нормативтік құжаттарға және Қарағанды көмір бассейнінің шахталарында анкерлік бекітуді қолданудың жинақталған тәжірибесін ескере отырып қатаң сәйкестікте есептеуді орындау есебінен бекіту паспорттарын құру кезінде қабылданатын жобалық шешімдердің дәлдігі мен сапасын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Төртінші бөлім Қарағанды көмір бассейнінің Костенко атындағы «Шахтинская» шахталарын пайдалану шарттары үшін анкерлік бекіту технологиясын қолдана отырып, тау-кен қазбаларын бекіту параметрлерін есептеу және схеманы таңдау бойынша техникалық шешімдерді әзірлеуге арналған. Жер асты тау-кен қазбаларының анкерлік бекітуін құндық фактор бойынша таңдау негіздемесі орындалды. Тау-кен қазбаларын пайдалану жағдайларының әсер етуші факторларынан анкерлік бекіту параметрлерінің өзгеру заңдылықтары әзірленді.

Қорытындылай келе, автор диссертация аясында жасалған жұмыстың нәтижелерін шығарады.

Жұмыс нәтижелері. Орындалған зерттеулер негізінде мынадай нәтижелер алынды:

– Қарағанды көмір бассейнінің тау-кен қазбаларының тұрақтылығы бағаланды, анкерлік бекітудің схемасы мен параметрлерін таңдауға бассейн шахталарын әзірлеу жағдайларының әсер ететін факторлары анықталды және әртүрлі тау-кен-геологиялық және тау-кен техникалық пайдалану жағдайларында жүргізілетін және қолдау көрсетілетін тау-кен қазбаларының анкерлік бекітілуінің параметрлерін есептеу әдіснамасы негізделді;

– бекітудің түрлері негізделді және әртүрлі технологиялық мақсаттағы тау-кен қазбаларының анкерлік бекітілуінің параметрлері есептелді;

– тау-кен қазбаларының бір, екі деңгейлі, аралас анкерлік бекітілу параметрлерінің орналасу тереңдігінен, қазбаның енінен, қазбаның төбесі

жынысының ығысуынан өзгеру заңдылықтары анықталды;

– әртүрлі технологиялық сипаттағы тау-кен қазбаларын анкерлік бекіту технологиясының параметрлерін есептеу үшін компьютерлік бағдарлама жасалды.

Алынған нәтижелердің практикалық маңыздылығы:

– Қарағанды көмір бассейні шахталары тау-кен қазбаларының анкерлік бекітілу параметрлерін есептеу схемасы мен әдіснамасын таңдау;

– Қарағанды көмір бассейнінің шахталарын пайдаланудың нақты жағдайлары үшін әртүрлі технологиялық мақсаттағы тау-кен қазбаларын анкерлік бекіту технологиясын таңдауды негіздеу;

– тау-кен қазбаларын пайдалану жағдайларының әсер етуші факторларынан анкерлік бекіту технологиясы параметрлерінің өзгеру заңдылықтары. Бұл заңдылықтар шахталардың технологиялық қызметтеріне тау-кен қазбаларын бекіту параметрлерін модельдеуге және анкерлік бекіту түрлерінің негізделген нұсқаларын таңдауға мүмкіндік береді;

– ЭЕМ-ге арналған анкерлік бекіту параметрлерін автоматтандырылған есептеу бағдарламасын әзірлеу.

Қорғауға ұсынылатын негізгі ғылыми ережелер мен зерттеулердің нәтижелері:

- контурлық тау массивінің тұрақтылығын қамтамасыз ететін жүк көтергіш көпір теориясына негізделген және тұрақты тау жыныстарына ілінетін тау-кен қазбаларының бір, екі деңгейлі, аралас анкерлік бекітілуінің параметрлерін есептеу әдістемесі;

- тау-кен қазбаларын жүргізудің технологиялық сызбалары мен паспортын жасауға мүмкіндік беретін тау-кен қазбаларын анкерлік бекіту параметрлерінің орналасу тереңдігінен, қазбаның енінен, шатыр жыныстарының қысылуға кедергісінен өзгеру заңдылықтары.

Жұмыстың өнеркәсіпте іске асырылуы. Шаруашылық келісімшарттағы зерттеулер аясында Костенко атындағы Қарағанды көмір бассейнінің «Шахтинская» шахталарын пайдалану шарттары үшін тау-кен қазбалары анкерлік бекітуінің түрін таңдау және параметрлерін есептеу бойынша техникалық шешімдер әзірленді. Техникалық шешімдер қазіргі уақытта «АрселорМиттал Теміртау» АҚ ҚД шахталарында тәжірибелік-өнеркәсіптік тексеруден өтуде. Анкерлік бекітудің параметрлерін есептеу әдістемесі Қарағанды көмір бассейнінің шахталарында анкерлік бекітпелерді есептеу және қолдану бойынша қайта өңделген нұсқаулыққа енгізілген.

Ізденушінің қосқан жеке үлесі диссертациялық жұмыстың мақсатына жетуге бағытталған теориялық және заттай бақылаулар жүргізуде, зерттеу тақырыбы бойынша жарияланымдар дайындау және қорғау құжаттарын алуда жатыр. Ізденуші Қарағанды көмір бассейнінің шахталарын пайдалану шарттары үшін дайындық тау-кен қазбаларының анкерлік бекітілу параметрлерін есептеудің құрылымдық сызбасын әзірледі; анкерлік бекітудің параметрлерін автоматтандырылған есептеу әдістемесін әзірледі. Сондай-ақ оның тікелей қатысуымен шахталар үшін әртүрлі технологиялық мақсаттағы тау-кен қазбаларын анкерлік бекіту параметрлерін негіздеу бойынша техникалық

шешімдерді әзірледі. Костенко атындағы Қарағанды көмір бассейнінің «Шахтинская» шахталарын пайдалану жағдайларының әсер етуші факторларын ескере отырып, тау-кен қазбаларын пайдалану жағдайларының әсер етуші факторларынан анкерлік бекіту параметрлерінің өзгеру заңдылықтарын анықтады.

Диссертация нәтижелерінің апробацияласы. Жұмыстың негізгі ережелері келесі жерлерде баяндалды және мақұлданды:

- ҚарМТУ ғылыми семинарларында;
- «Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы – ұлт Жоспарын жүзеге асырудың негізі» атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференциялардың жұмысында, Қарағанды қ., ҚарМТУ: Сағынов оқулары №9, 22-23 маусым 2017 ж., Сағынов оқулары №10, 14-15 маусым 2018 ж., Сағынов оқулары №11, 14-15 маусым 2019 ж.;
- «Қазіргі әлемдегі техникалық ғылымдардың дамуы» атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференция жұмысында, Воронеж қ. (11 желтоқсан 2017 ж.);
- МАТЕС Web of Conferences «Information and Measuring Equipment and Technologies» жұмысында, Томск қ., 2018 ж.;
- «Найновите научни постижения» атты Халықаралық ғылыми конференция жұмысында, София қ. (12-13 наурыз 2018ж.);
- Conference Proceedings «Sixth International Conference on Advances in Computing, Communication and Information Technology-CCIT 2018» атты конференциясы жұмысында, Швейцария, 2018ж.

Докторлық диссертацияның негізгі ғылыми нәтижелері 19 ғылыми еңбекте, оның ішінде 1 монография, 2 мақала және Scopus деректер базасында индекстелген конференцияларындағы 2 баяндамада, ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған басылымдарда жарық көрген 3 мақалада жарияланды. Нәтижелердің жаңалығы өнертабысқа бір патентпен, авторлық құқықпен қорғалатын объектілерге құқықтардың мемлекеттік тізіліміне енгізу туралы екі куәлікпен расталды.

Ең маңызды жарияланымдар мен патенттер:

1 Демин В.Ф., Томилов А.Н. көмір шахталары жағдайында қазбаларды бекітудің технологиялық схемаларын әзірлеу мәселелері // Университет еңбектері 2017. – Қарағанды: ҚарМТУ, 2017. – 1-ші шығарылым. – Б.42-45.

2 Томилов А.Н., Демин В.Ф. Разработка эффективных способов крепления подготовительных выработок с использованием анкерного крепления // Труды университета 2017. – Караганда: КарГТУ, 2017. – Вып. 3. – С. 44-47.

3 Томилов А.Н., Демин В.Ф. Разработка автоматизированной системы проектирования технологических схем проведения горных выработок // Труды университета 2018. – Караганда: КарГТУ, 2018. – Вып. 4. – С. 58-62.

4 В. Ф. Демин, В. В. Яворский, Т. В. Демина, А. Н. Томилов. Разработка эффективных способов борьбы с пучением пород почвы в подготовительных выработках угольных шахт // Горный журнал 2018. – Москва, 2018. 10.7580/gzh.2018.04.10

5 Демин В.Ф., Мусин Р.А., Демина Т.В., Томилов А.Н. Упрочение массива

законтурными анкерами для снижения пучения пород почвы // Горный журнал Казахстана 2018. – Вып. 7. – С. 34-38.

6 Сертификат СИС № 224 от 18.10.2018г «Программа для ЭВМ. «Автоматизированная система проектирования технологических схем проведения горных выработок «Anker.KZ». Авторы: Демин В. Ф., Томилов А.Н., Журов В.В.

7 Сертификат СИС № 2265 от 13.03.2019г «Программа для ЭВМ. «Автоматизация выбора схемы и расчета параметров крепления горных выработок». Авторы: Томилов А.Н., Жолнеров Д.И.

8 Патент на изобретение № 31096 Республики Казахстан. Сетчатая затяжка / Ибатов М.К., Исагулов А.З., Дёмин В.Ф., Мусин Р.А., Ахматнуров Д. Р., Исабек Т. К., Томилов А. Н. – № 2018/0515.1; заявл.23.07.2018; опубл.26.12.2019.

9 Демин В.Ф., Исабек Т.К., Томилов А.Н. Разработка алгоритмов для расчета параметров горного производства: монография. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 110 с.

10 В. Ф. Демин, А. Т. Батырханова, А. Н. Томилов, А. Е. Жумабекова, У. Е. Абеков. Разработка технологических схем проведения горных выработок с управлением устойчивостью контуров при многоуровневом креплении // «Научный вестник национального горного университета», – Днепрпетровск, 2019. – №3. – С. 22-28.

ABSTRACT

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD)
in the specialty 6D070700 – «Mining»

Tomilova Alexander Nikolaevich

SUBSTANTIATION OF PARAMETERS OF MINE WORKINGS USING ANCHORING TECHNOLOGY

Substantiation of parameters of mine excavation using anchorage
technology

The dissertation is devoted to the problem of securing the preparatory mine workings using the technology of anchorage.

Research actuality. With the transition to a greater depth of development in the Karaganda coal basin, mining and geological and mining technical conditions have become more complicated, the size of the bearing pressure zones in the vicinity of the workings and the intensity of the manifestations of rock pressure in the workings inside the excavation fields have significantly increased.

More than 60% of the enclosing rocks of the immediate roof of coal seams of underground mine workings in the mines of the Karaganda coal basin are in an unstable state, and the rocks of the immediate soil are prone to swelling. In view of this, the multiplicity of reinforcement of the supported workings reaches two to three times during the service life, and more than 25% of them are annually repaired and a set of works to increase their stability with significant material costs and labor intensity.

Technologies of one-, two-level, combined anchoring of preparatory mine workings have recently been increasingly used around the world. In the mines of the Karaganda coal basin, the practice of its operation has stated a number of serious shortcomings that lead to deformations of the preparatory mine workings: displacement of the rock contour, fallouts from the roof and sides of the workings.

The main influence on the choice and parameters of anchoring of mine workings is exerted by mining-geological and mining-technical factors for specific operating conditions. In this regard, the problem of calculating the parameters of anchor supports for specific operating conditions, taking into account the influencing factors for maintaining the stability of mine workings for various technological purposes, is relevant and in demand.

The purpose of the research work is to substantiate the parameters of the technology of anchoring of mine workings, taking into account the influencing factors of the operating conditions, which ensure an increase in the profitability and safety of mining coal seams.

The idea of the research work. Creation of conditions for expanding the area of application of one-, two-level, combined anchorage of mine workings for various

technological purposes, taking into account the influencing factors of operating conditions.

Object of research. Mine workings for various technological purposes, carried out and maintained in specific operating conditions of a mining-geological and mining-technical nature.

Research methods. The solution of the set tasks is carried out by the method of analysis of domestic and foreign experience in the field of calculation and application of the parameters of anchor technology for securing preparatory mine workings, taking into account a set of influencing factors, field observations. Mathematical and computer justification of the parameters of anchoring of mine workings, testing the results in the industrial operating conditions of the mines of the Karaganda coal basin.

Scientific novelty lies in:

- a structural scheme for substantiating and calculating the parameters of anchorage of mine workings carried out in the massif and supported outside the zone, in the zone of influence of mining operations, guarded entirely behind the longwall, repaid behind the longwall, which makes it possible to expand the scope of application of the technology of anchoring mine workings in coal mines;

- the regularities of changes in the parameters of anchorage of mine workings from the depth of laying, width of the workings, the resistance of roof rocks to compression for the mines of the Karaganda basin, allowing you to choose and create a reasonable version of the type of anchorage technology;

- a program for calculating the parameters of anchoring of mine workings for various technological purposes, adaptable to the specific operating conditions of coal mines, which allows increasing the productivity and efficiency of labor of technological services of mines when developing a scheme and a passport for carrying out mine workings.

Volume and structure of work. The work consists of an introduction, four chapters, conclusions, 10 appendices. Contains 141 pages of typewritten text, 58 figures, 102 tables, a list of sources used, including 107 titles and 9 applications.

The content of the work. The introduction provides a brief substantiation of the relevance of the applied scientific and technical problem, which is being solved, related to the fastening of mine workings using anchorage technology to increase the profitability and safety of mining coal seams, formulates the goal and main objectives of the dissertation work, provides a methodology for performing the work and the practical value of the dissertation the practical significance of the topic is indicated.

In the first section conducted research and determined the influencing factors on the parameters of the rock bolting of the mine workings, assessed the stability of the mine workings of the mines of the Karaganda basin, analyzed the structures of the rock bolts and the conditions for their use in coal mines.

Field observations of rock mass displacements near the mine workings of the mine named after Kostenko Delegation Department of JSC ArcelorMittal Temirtau. The analysis of scientific and technical achievements in the use of anchor technology has been carried out.

The use of one-, two-tier, combined anchoring technologies in coal mines would increase the profitability and safety of mining coal seams.

The second section provides an overview of methods for calculating the anchoring of mine workings in the practice of domestic and neighboring countries. The developed methodology and structural scheme for choosing a scheme and calculating the parameters of a single-level, combined, two-level anchor technology for securing mine workings, adaptive to the influencing factors of the mining-geological and mining-technical nature of coal mines, is presented.

The third section presents the developed methodology for the automated calculation of the parameters of the anchor technology for securing mine workings for various technological purposes, which are relevant for the operating conditions of the mines of the Karaganda coal basin and implemented in the format of a computer program. The method of automated calculation of the parameters of anchor fastening allows ensuring the accuracy and quality of the design decisions made when constructing fastening passports, by performing the calculation at all stages in strict accordance with the developed structural diagram for calculating the parameters of anchor fastening, with regulatory documents and taking into account the accumulated experience of using anchor fastening on mines of the Karaganda coal basin.

The fourth section is devoted to the development of technical solutions for choosing a scheme and calculating the parameters of securing mine workings using anchorage technology for the operating conditions of the Shakhtinskaya mines, named Kostenko of the Karaganda coal basin. The substantiation of the choice of anchorage for underground mine workings by cost factor has been made. Regularities have been developed for changing the parameters of anchorage from the influencing factors of the operating conditions of mine workings.

In conclusion, the author summarizes the work done in the framework of the dissertation.

Results of the research work. Based on the studies performed, the following results were obtained:

- the stability of the mine workings of the Karaganda coal basin was assessed, the influencing factors of the mining conditions of the basin on the choice of the scheme and parameters of the anchoring were identified, and the methodology for calculating the parameters of the anchoring of the mine workings carried out and maintained in various mining-geological and mining-technical operating conditions was justified;

- the types of fastening were substantiated and the calculation of the parameters of anchoring of mine workings for various technological purposes was performed;

- regularities of changes in the parameters of one-, two-level, combined anchoring of mine workings from the depth of laying, width of the workings, displacement of the roof rocks of the workings have been established;

- a computer program has been developed for calculating the parameters of the technology of anchoring of preparatory mine workings of various technological nature.

The practical significance of the results obtained is:

- in choosing a scheme and methodology for calculating the parameters of anchoring of mine workings in the mines of the Karaganda coal basin;
- in the substantiation of the choice of anchorage technology for mine workings of various technological purposes for specific operating conditions of the mines of the Karaganda coal basin;
- in the patterns of changes in the parameters of the anchoring technology from the influencing factors of the operating conditions of mine workings. Regularities will allow the technological services of mines to model the parameters of fastening of mine workings and choose reasonable options for the types of anchor fastening;
- in the development of a computer program for the automated calculation of the parameters of anchorage.

The main scientific provisions and research results submitted for defense:

- methodology for calculating the parameters of one-, two-level, combined anchorage of mine workings, based on the theory of a load-bearing bridge and suspension from stable rocks, which will ensure the stability of the border rock mass;
- the regularities of changes in the parameters of anchorage of mine workings from the depth of laying, the width of the workings, the resistance of the roof rocks to compression, which will make it possible to create technological schemes and a passport for carrying out mining workings

Implementation of work in industry. Within the framework of economic contractual studies, technical solutions have been developed for the choice of the type and calculation of the parameters of anchoring of mine workings for the operating conditions of the mines named after Kostenko, "Shakhtinskaya" of the Karaganda coal basin. Technical solutions are currently being tested at the mines of UD JSC "ArcelorMittal Temirtau". The methodology for calculating the parameters of anchorage is included in the revised instructions for the calculation and use of rock bolts in the mines of the Karaganda coal basin.

The personal contribution of the applicant is to conduct both theoretical and field observations aimed at achieving the goal of the dissertation work, in the preparation of publications on the research topic and in obtaining titles of protection. The applicant has developed a structural scheme for calculating the parameters of anchoring of preparatory mine workings for the operating conditions of the mines of the Karaganda coal basin; developed a methodology for the automated calculation of anchoring parameters. Also, with his direct participation, technical solutions were developed to substantiate the parameters of anchoring of mine workings for various technological purposes for the mines named after V. Kostenko, "Shakhtinskaya" of the Karaganda coal basin, taking into account the influencing factors of the operating conditions of the mines of the coal basin, the regularities of the change in the parameters of anchorage from the influencing factors of the operating conditions of mine workings were revealed.

Approbation of the dissertation results. The main provisions of the work were reported and approved:

- at scientific seminars of KSU;

- in the work of international scientific and practical conferences "Integration of science, education and production as a basis for the implementing the National Plan", Karaganda, KSTU: Saginov Readings No. 9, June 22-23, 2017, Saginov Readings No. 10, June 14-15 2018, Saginov Readings No. 11, June 14-15, 2019;

- in the International Scientific and Practical Conferences "Development of technical sciences in the modern world", Voronezh (December 11, 2017);

- in the work of MATEC Web of Conferences "Information and Measuring Equipment and Technologies", Tomsk, 2018;

- in the work of the International Scientific Conference "Find scientific comprehension", Sofia (March 12-13, 2018);

- in the Conference Proceedings "Sixth International Conference on Advances in Computing, Communication and Information Technology - CCIT 2018", Switzerland, 2018.

The main scientific results of the doctoral dissertation were published in 19 scientific works, including 1 monograph, 2 articles and 2 reports at conferences indexed in the Scopus database, 3 articles published in publications recommended by the CCSES MES RK. The novelty of the results is confirmed by one patent for an invention, two certificates of entry into the state register of rights to objects protected by copyright.

The most significant publications and patents:

1 Демин В.Ф., Томилов А.Н. Проблемы разработки технологических схем крепления выработок в условиях угольных шахт // Труды университета 2017. – Караганда: КарГТУ, 2017. – Вып. 1. – С. 42-45.

2 Томилов А.Н., Демин В.Ф. Разработка эффективных способов крепления подготовительных выработок с использованием анкерного крепления // Труды университета 2017. – Караганда: КарГТУ, 2017. – Вып. 3. – С. 44-47.

3 Томилов А.Н., Демин В.Ф. Разработка автоматизированной системы проектирования технологических схем проведения горных выработок // Труды университета 2018. – Караганда: КарГТУ, 2018. – Вып. 4. – С. 58-62.

4 В. Ф. Демин, В. В. Яворский, Т. В. Демина, А. Н. Томилов. Разработка эффективных способов борьбы с пучением пород почвы в подготовительных выработках угольных шахт // Горный журнал 2018. – Москва, 2018. 10.7580/gzh.2018.04.10

5 Демин В.Ф., Мусин Р.А., Демина Т.В., Томилов А.Н. Упрочение массива законтурными анкерами для снижения пучения пород почвы // Горный журнал Казахстана 2018. – Вып. 7. – С. 34-38.

6 Сертификат СИС № 224 от 18.10.2018г «Программа для ЭВМ. «Автоматизированная система проектирования технологических схем проведения горных выработок «Anker.KZ». Авторы: Демин В. Ф., Томилов А.Н., Журов В.В.

7 Сертификат СИС № 2265 от 13.03.2019г «Программа для ЭВМ. «Автоматизация выбора схемы и расчета параметров крепления горных выработок». Авторы: Томилов А.Н., Жолнеров Д.И.

8 Патент на изобретение № 31096 Республики Казахстан. Сетчатая

заявка / Ибатов М.К., Исагулов А.З., Дёмин В.Ф., Мусин Р.А., Ахматнуров Д. Р., Исабек Т. К., Томилов А. Н. – № 2018/0515.1; заявл.23.07.2018; опубл.26.12.2019.

9 Демин В.Ф., Исабек Т.К., Томилов А.Н. Разработка алгоритмов для расчета параметров горного производства: монография. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 110 с.

10 В. Ф. Демин, А. Т. Батырханова, А. Н. Томилов, А. Е. Жумабекова, У. Е. Абеков. Разработка технологических схем проведения горных выработок с управлением устойчивостью контуров при многоуровневом креплении // «Научный вестник национального горного университета», – Днепропетровск, 2019. – №3. – С. 22-28.