

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

эксперта диссертационного совета **Д 25.19.587** при Институте геомеханики и освоения недр и Жалал-Абадском государственном университете по защите диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по диссертации **Акматалиевой Минажат Сабыровны** на тему «**Обоснование ультразвукового метода определения остаточных напряжений в горных породах**», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 - «Геомеханика, разрушение пород взрывом, рудничная аэrogазодинамика и горная теплофизика».

эксперт диссертационного совета: доктор технических наук, профессор, Мамбетов Шергазы Асанбаевич, рассмотрев кандидатскую диссертацию Акматалиевой М. С. на тему «Обоснование ультразвукового метода определения остаточных напряжений в горных породах» по специальности 25.00.20 - «Геомеханика, разрушение пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» представил следующее заключение:

1. Соответствие работы специальности, по которой дано право диссертационному совету проводить защиту.

Рассматриваемая кандидатская диссертация Акматалиевой М. С. на тему «Обоснование ультразвукового метода определения остаточных напряжений в горных породах» соответствует профилю диссертационного совета.

В диссертационной работе приведены результаты экспериментальных исследований механических свойств и остаточных напряжений, разработан новый поляризационно-акустический метод определения остаточных напряжений в горных породах, что в полной мере отвечает паспорту специальности 25.00.20 - «Геомеханика, разрушение пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

Целью диссертационной работы является *разработка ультразвукового метода определения остаточных напряжений в горных породах, основанного на применении поперечных поляризованных волн*.

Для достижения цели решены следующие задачи:

- 1.Исследование скорости распространения ультразвуковой поляризованной сдвиговой (поперечной) волны в горных породах и технических материалах;
- 2.Исследование акустических показателей остаточных напряжений твердых материалов, в том числе горных пород с разными механическими свойствами;
- 3.Разработка ультразвукового метода определения остаточных напряжений в горных породах с использованием поперечных поляризованных волн;
- 4.Определение механических свойств и остаточных напряжений горных пород и технических материалов.

Объект исследования диссертационной работы составляют горные породы рудных месторождений, расположенных в сейсмоактивных регионах и технические твердые материалы, содержащие остаточные напряжения в объеме модельных образцов.

Предмет исследования:

1. Диссидентом выявлено, что остаточные напряжения горных пород и технических материалов, измеренные общеизвестным методом разгрузки, имеют значительно низкие значения, чем фактическое напряжение, что обусловлено не полной разгрузкой остаточных напряжений при образовании новых поверхностей вследствие их внутренней связанности, что приводит к неточности определения остаточных напряжений известными методами.
2. Установлено, что при наличии нарушений сплошности в виде трещины или поровой пустоты и в случае отсутствия остаточных напряжений, в плоской модели скорости поляризованных поперечных волн в параллельном и перпендикулярном к плоскости направлениях одинаково уменьшаются в зоне нарушения, и по этому их разность равно нулю, а при наличии остаточных напряжений данная разность изменяется значительно, причем может иметь как положительное, так и отрицательное значение, указывая на знак напряжения в модели.
3. Выявлена зависимость, отражающая закономерность изменения относительной величины скорости ультразвуковой поляризованной сдвиговой волны от изменения величины и знака остаточного напряжения в горных породах, заключающаяся в том, что изменение остаточного напряжения приводит к пропорциональному изменению относительной величины скорости поляризованной сдвиговой ультразвуковой волны.
4. Экспериментально и теоретически обоснован новый поляризационно-акустический метод, позволяющий определять знак и величину остаточных напряжений в горных породах, с разными механическими свойствами.

Это соответствует требованиям к исследованию по специальности 25.00.20 - «Геомеханика, разрушение пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

2. Актуальность темы диссертации.

В сейсмоактивных регионах Кыргызской Республики напряженное состояние массива горных пород неоднородное, часто горизонтальная составляющая напряжения значительно превышает вертикальную составляющую. Это, главным образом, обусловлено наличием в горных породах неоднородных генетических остаточных напряжений. Как фактор неоднородности, генетические остаточные напряжения оказывают существенное влияние на общее напряженное состояние породного массива и на процессы деформирования и разрушения горных пород. Для формирования остаточных напряжений необходимы особые термо - механические условия и поэтому зоны их высокой концентрации характерны только для определенных

горно-геологических условий. Малоизученность остаточных напряжений в горных породах в определенной мере связана с нерегулярностью их распределения в земной коре и трудностью их инструментального определения существующими методами. Несмотря на то, что остаточные напряжения в технических материалах изучено достаточно детально, в горных породах закономерности их пространственного распределения остается еще малоизученной. В связи с трудоемкостью существующих методов определения остаточных напряжений, а также недостаточной точностью и надежностью известных методов, мало изученностью этих напряжений в горных породах, важностью их учета при решениях инженерных задач горного производства, работа посвященная разработке ультразвукового метода определения остаточных напряжений в горных породах, основанного на применении поперечных поляризованных волн представляет собой актуальную научно-техническую задачу, которая решалась диссертантом.

3. Научные результаты.

В работе представлены следующие новые научно обоснованные экспериментальные результаты, совокупность которых имеет существенное значение для развития горной науки:

Результат 1. Установлено, что при наличии нарушений сплошности в виде трещины или поровой пустоты и в случае отсутствия остаточных напряжений, в плоской модели скорости поляризованных поперечных волн в параллельном и перпендикулярном к плоскости направлениях одинаково уменьшаются в зоне нарушения, и по этому их разность равно нулю, а при наличии остаточных напряжений данная разность изменяется значительно, причем может иметь как положительное, так и отрицательное значение, указывая на знак и величину напряжения в модели (раздел 2, подраздел 2.1).

Результат 2. Предложен лабораторный метод определения нового механического показателя твердых материалов, называемого волновым модулем напряжения горных пород и технических материалов, характеризующий их структуры, свойства упругости и пластичности (раздел 3, подраздел 3.2).

Результат 3. Выявлена зависимость, отражающая закономерность изменения относительной величины скорости ультразвуковой поляризованной сдвиговой волны от изменения величины и знака остаточного напряжения в горных породах, заключающаяся в том, что изменение остаточного напряжения приводит к пропорциональному изменению относительной величины скорости поляризованной сдвиговой ультразвуковой волны. (раздел 3, подраздел 3.1, 3.3).

Результат 4. Экспериментально установлено, что в горных породах угол между направлением нормального максимального и нормального минимального остаточного напряжения составляет 90° градусов, что согласуется с

положением классической механики о взаимной перпендикулярности главных (максимальных и минимальных) нормальных напряжений твердых материалов (раздел 3, подраздел 3.3).

Результат 5. Экспериментально и теоретически обоснован новый поляризационно-акустический метод, позволяющий определять знак и величину остаточных напряжений в горных породах, с разными механическими свойствами (раздел 3, подраздел 3.3).

4. Степень обоснованности и достоверности каждого результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации.

Результат 1. Обоснован измерениями скорости поляризованных поперечных волн в плоских моделях, изготовленных из эпоксидной смолы ЭД-б и проведением сравнений с картиной изохром известного метода фотоупругости.

Результат 2. Достоверность данного научного результата подтверждается постоянством волнового модуля напряжения в пределах упругости горных пород и других твердых материалов, экспериментальными данными, полученными на образцах различных горных пород и других твердых материалов с различными механическими свойствами.

Результат 3. Обоснован и подтвержден данными сравнения полученных новых результатов с результатами известного поляризационно-оптического метода и результатами экспериментальных исследований разных технических материалов и горных пород, имеющих разные механические свойства и данными сравнения измеренных и реальных напряжений.

Результат 4. Обоснован экспериментальными результатами, полученными на разных технических твердых материалах и горных породах с разными свойствами, согласованностью полученных результатов с данными известных теоретических положений механики деформируемого твердого тела.

Результат 5. Обоснованность данного научного результата обеспечено экспериментальными результатами определения знака и величин остаточных напряжений в разных горных породах и других полухрупких и пластичных твердых материалах с резко отличающимися механическими свойствами, согласованностью результатов нового метода с данными известного поляризационно-оптического метода и метода разгрузки.

Обоснованные новые научные результаты, полученные диссидентом, достоверны и имеют существенное значение для геомеханики.

Методы использованные автором для обоснования выводов, научных положений.

Методы исследования. Диссидентом при выполнении экспериментальных исследований применены современные аппаратуры, высокоточный ультразвуковой прибор УК-10 ПМ, который имеет точность измерения времени прохождения ультразвуковой волны 10^{-8} секунд, новые

датчики ультразвуковых волн, позволяющие выработать поляризованные сдвиговые волны и испытательные нагружающие оборудование, обеспечивающие применения различных режимов нагружения и разгрузки.

5. Степень новизны каждого научного результата (положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации.

Результат 1. Является частично новым, поскольку другими исследователями ранее было предположено изменение скорости поперечных волн от наличия напряжений в твердых материалах.

Результат 2. Новый, так как впервые введен новый механический показатель твердых материалов, в том числе горных пород, названный волновым модулем напряжения горных пород и технических материалов, характеризующий их структуры, свойства упругости и пластичности.

Результат 3. Новый, так как выявленная функциональная зависимость, отражающая закономерность изменения относительной величины скорости ультразвуковой поляризованной сдвиговой волны от изменения напряжения в горных породах признано научным открытием (Диплом №453 на научное открытие от 3 октября 2013 года, г. Москва, в соавторстве с Тажибаевым К.Т. и Тажибаевым Д.К.).

Результат 4. Частично новый, так как ранее было известно положение механики деформируемого твердого тела о взаимной перпендикулярности главных (максимальных и минимальных) нормальных напряжений твердых материалов.

Результат 5. Новый, так как подтвержден патентом № 1826 Кыргызской Республики, G01B 5/30 (2015.01). Способ определения остаточных и действующих напряжений в твердых материалах.

6. Оценка внутреннего единства и направленности полученных результатов на решение соответствующей актуальной проблемы, теоретической и прикладной задачи.

Диссертационная работа «Обоснование ультразвукового метода определения остаточных напряжений в горных породах» представляет собой решение актуальной научно-технической задачи по разработке нового поляризационно-акустического метода определения остаточных напряжений, основанного на применении поляризованной ультразвуковой поперечной волны.

Полученные диссертантом результаты обоснованы представительными экспериментальными данными по исследованию и определению остаточных напряжений в горных породах, имеющих разные механические характеристики и уровни остаточных напряжений. Научные и методические разработки имеют внутреннее единство и направлены на решение таких крупных проблем, как определение напряженного состояния и ударопасности участков, предупреждение горных ударов в сейсмоактивных регионах.

7. Практическая значимость полученных результатов состоит в:

- разработке лабораторного метода определения нового механического показателя, называемого волновым модулем напряжения горных пород, характеризующий их структуры, свойства упругости и пластичности;
- разработке методики определения акустического параметра остаточных напряжений горных пород – относительной величины разности скорости поляризованных поперечных ультразвуковых волн в двух взаимно перпендикулярных направлениях, позволяющая определить наличие или отсутствие, а также знак остаточных напряжений в горных породах;
- экспериментальном и теоретическом обосновании нового поляризационно-акустического метода определения остаточных напряжений в горных породах;
- использовании результатов определения механических свойств и остаточных напряжений горных пород при составлении локальных проектов рудника Кумтор «Корректировка технического проекта Центрального участка(2010г.)», «Специальный проект разработки Центрального карьера на 2016г.», а также при составлении «Методических указаний к курсовому проектированию», которые применяются в учебном процессе для студентов по специальности «Физические процессы горного производства» при подготовке горных инженеров в Кыргызско - Российском Славянском университете.

Экономическая значимость научно-методических разработок докторанта заключается в применении результатов исследований по определению механических свойств и остаточных напряжений горных пород при составлении локальных проектов разработки Кумторского месторождения, позволяющее обеспечить безопасность ведения горных работ при отработке запасов Центрального участка рудника.

8. Подтверждение опубликования основных положений, результатов и выводов диссертации

Содержание диссертации отражено в следующих публикациях автора:

1. Акматалиева М.С. Ультразвуковой способ определения остаточных напряжений [Текст]: / К.Т.Тажибаев, М.С Акматалиева, Д.К. Тажибаев. // Вестник Кыргызско - Российского Славянского университета, - Бишкек: 2006. том 6, №7, - С. 30-35.
2. Акматалиева М.С. Оценка остаточных напряжений ультразвуковым методом [Текст]: / К.Т.Тажибаев, М.С Акматалиева, Д.К. Тажибаев. // Наука, техника, технология. –Бишкек: Материалы первой международной конференции ИА КР,4-5 октябрь 2007. - С.10-15.
3. Акматалиева М.С. Результаты исследования остаточных напряжений в твердых материалах поляризованными ультразвуковыми волнами [Текст]: / К.Т.Тажибаев, М.С Акматалиева, Д.К. Тажибаев. // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. –Бишкек: 2008. Том 8, №10 - С.71-80.

4. Пат. 1245. Кыргызская Республика, G01B 5/30 (2009.01). Способ определения остаточных напряжений в твердых материалах. [Текст]: / К.Т. Тажибаев, М.С.Акматалиева, Д.К. Тажибаев; Заявл.08.07.2008; опубл. 31.03.2010. Бюл.№3, -7с.: ил. 3
5. Акматалиева М.С. Результаты исследования остаточных напряжений с применением поляризованных поперечных ультразвуковых волн [Текст] Известия НАН КР/ М.С. Акматалиева. – Бишкек: 2011. - №1 – С.67-74.
6. Акматалиева М.С. Неразрушающий метод определения остаточных и действующих напряжений твердых материалов [Текст]: / К.Т. Тажибаев, М.С.Акматалиева, Д.К. Тажибаев. //Материалы Международной конференции «Проблемы Геомеханики и Освоения Недр» к 80-летию академика НАН И.Т. Айтматова. –Бишкек: Июнь 2011, - С.164-175.
7. Акматалиева М.С. Результаты исследования свойств известняка карьера Ак-Татыр и влияния СВЧ волн на его структурное состояние [Текст] Вестник Казахского национального технического университета им. К.И.Сатпаева / М.С. Акматалиева. –Алматы: 2011. -№ 6 (88) - С.169-172.
8. Акматалиева М.С. Методика и результаты определения волнового модуля напряжения твердых материалов [Текст]: / К.Т. Тажибаев, Д.К. Тажибаев, М.С.Акматалиева. //Сб. трудов «Современные проблемы механики сплошных сред». –Бишкек: 2012, №16, - С.245-250.
9. Акматалиева М.С. Метод определения остаточных и действующих напряжений в горных породах, основанный на законе изменения скорости поперечной поляризованной ультразвуковой волны от напряжений в твердых материалах [Текст]: / К.Т. Тажибаев, Д.К. Тажибаев, М.С.Акматалиева. //«Известия» НАН КР. – Бишкек: 2012 №3, - С. 31-36.
10. Акматалиева М.С. Результаты исследования СВЧ волн на структурное состояние горных пород [Текст] / М.С. Акматалиева // В сборнике «Современные проблемы механики сплошных сред».– Бишкек: 2013. №17, - С. 88-94.
11. Метод оптимального разупрочнения и измельчения крепких руд и минералов [Текст] / [К.Т. Тажибаев, Р.М.Султаналиева, М.С.Акматалиева и др.]– Бишкек: «Известия» КГТУ им. И.Раззакова, №29, 2013, - С. 303-309.
12. Акматалиева М.С. Болот плитасындагы ширетүүдөн калган калдықтуу чыңалууну изилдөө [Текст] / М.С. Акматалиева // В сборнике «Современные проблемы механики сплошных сред». Газодинамика, геомеханика и геотехнологии. Комитет по теоретической и прикладной механике Кыргызстана, Институт геомеханики и освоения недр НАН КР. – Бишкек: 2014. №19, - С. 99-104.
13. Акматалиева М.С. О методологии определения остаточных и действующих напряжений в горных породах с применением

- поляризованных ультразвуковых волн [Текст]: / К.Т. Тажибаев, М.С.Акматалиева, Д.К. Тажибаев. // Фундаментальные и прикладные проблемы науки, Том 2. Материалы Кыргызской секции 9 -го Международного симпозиума, посвященного памяти референта МСНТ Н.Н. Ершовой. –М.: РАН, 2016. -С. 39 -46.
14. Пат. 1826. Кыргызская Республика, G01B 5/30 (2015.01). Способ определения остаточных и действующих напряжений в твердых материалах. [Текст]: / К.Т. Тажибаев, Д.К. Тажибаев, М.С.Акматалиева; Заявл.23.10.2014; опубл. 29.02.2016. Бюл.№2, -8с.: ил. 3.
15. Акматалиева М.С. Основы поляризационно-акустического метода определения действующих напряжений в горных породах [Текст]: / К.Т. Тажибаев, М.С.Акматалиева, Д.К. Тажибаев. //Научный форум: Технические и физико-математические науки. Сборник статей по материалам II-й Международной заочной научно-практической конференции №1(2), -М.:Изд. МЦНО, 2017. - С.52-58.
16. Акматалиева М.С. Метод и результаты определения акустического параметра остаточных напряжений и волнового модуля напряжения горных пород [Текст]: / К.Т. Тажибаев, М.С.Акматалиева, Д.К. Тажибаев. //Материалы 7 –й международной научно-практической конференции «Современные инновации: фундаментальные и прикладные исследования». -М.: 17 февраль, 2017. - С. 11-15.
17. Диплом №453 на научное открытие от 3 октября 2013 года, г. Москва. Закономерность изменения относительной величины скорости прохождения ультразвуковой поляризованной сдвиговой волны от механического напряжения в твердых материалах (закон Күшбакали). [Текст]: / К.Т. Тажибаев, Д.К. Тажибаев, М.С.Акматалиева. //Научные открытия -2013.–М.РАЕН, 2014г. –С. 48-50.
18. Акматалиева М.С.Тоо-тектериндеги калдықтуу чыңалууларды ультраұн менен аныктоо ықмасын негиздөө [Текст]: / М.С.Акматалиева, Д.К. Тажибаев. // Научно-технический журнал «Современные проблемы механики» Материалы 2 международного симпозиума «Прогноз и предупреждение горных ударов и землетрясений, мониторинг деформационных процессов в породном массиве», № 33(3), Бишкек: 2018. - С. 263-270 .
19. Акматалиева М.С. Определение остаточных и действующих напряжений поляризационно-акустическим методом [Текст]: /Тажибаев К.Т., Тажибаев Д.К., Акматалиева М.С./ Международный журнал гуманитарных и естественных наук. №4, том 1, Новосибирск, 2018. - С. 134-139.
20. Акматалиева М.С. Некоторые результаты проверки поляризационно-акустического метода определения остаточных напряжений [Текст]: /Акматалиева М.С.,Тажибаев К.Т., Тажибаев Д.К. // Международный

журнал гуманитарных и естественных наук. №5, том 1, Новосибирск, 2018. - С. 168-173.

21. Акматалиева М.С. Методика предварительного определения знака и уровня остаточных напряжений в горных породах [Текст]: / Тажибаев К.Т., Акматалиева М.С., Тажибаев Д.К. // Научный журнал «Актуальные проблемы современной науки». №5(102), Москва: 2018 г. - С. 254-258.

9. Соответствие автореферата содержанию диссертации.

Автореферат соответствует содержанию диссертации, поставленной в ней цели и задачам исследования. Автореферат имеет идентичное резюме на кыргызском, русском и английском языках.

10. Обоснованность предложения о назначении ведущей организации, официальных оппонентов.

Предлагаю по кандидатской диссертации Акматалиевой М. С. на тему «Обоснование ультразвукового метода определения остаточных напряжений в горных породах» назначить:

- ведущей организацией КГТУ им. И. Раззакова, где работают опытные доктора и кандидаты технических наук, известные специалисты по механике деформированного твердого тела;

- первым официальным оппонентом –Шамганову Ляззат Саевну член-корр. национальной академии Республики Казахстан, доктора технических наук, профессора, имеющую специальность по автореферату – 25.00.20 (Геомеханика, разрушение горных пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика), которая имеет труды, близкие к задачам исследования:

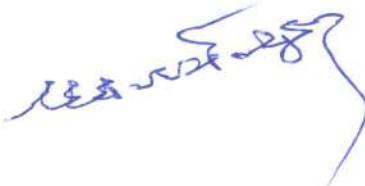
- 1.Съедина С.А., Балтиева А.А., Шамганова Л.С. Разработка 3D геомеханических моделей для подземных рудников и крьёров // Проблемы недропользования №1, Алматы. 2018 г. с.60-65.
- 2.Шамганова Л.С. Чабдарова Ю.И.,Тулебаев К.К. Исследования в области геомеханики ИГД им. Д.А.Кунаева // Горный журнал Казахстана.-2015.- №8-С.34-37.
3. Шамганова Л.С. Геомеханическое обеспечение подземной отработки перекрывающихся пологих и наклонных залежей камерно-столбовой системой: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук -Алматы: 2006. -48с.
4. Токсаров В.Н., Шамганова Л.С., и др. Экспериментальное определение напряжений в массиве горных пород сарбайского карьера // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. Т.4, № 2, ИГД СО РАН, Ноосибирск. 2017 г., -С.286-289.
- вторым официальным оппонентом кандидата технических наук, доцента Абдиева Арстанбека Раимбековича, имеющего специальность по автореферату 25.00.20 (Геомеханика, разрушение горных пород взрывом,

рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика), который имеет труды, близкие к задачам исследования:

1. Абдиев А.Р., Изабаев К.Д., Мамбетов Ш.А. Природа и закономерности проявления негативных геомеханических факторов при ведении горных работ на высокогорных месторождениях// Символ науки, Уфа, 2016. Том 12, ч.3 – С. 263–266.
2. Абдиев А.Р. Геомеханическое обеспечение горных и горностроительных работ. Изд-во КРСУ, Бишкек, 2015. – 28 с.
3. Мамбетов Ш.А., Абдиев А.Р.. Геомеханическое состояние породных массивов высокогорных месторождений/ Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев// Вестник КРСУ, Бишкек: Изд-во КРСУ, 2019, №5, с. 205-208.
4. Мамбетов Ш.А., Абдиев А.Р., Изабаев К.Д., Раимжанов А.А. Структурно-механические особенности породного массива Тянь-Шаня и вопросы прогнозирования состояния породного массива месторождений// Вестник КРСУ, Бишкек. 2015. Том 15. № 9 – С. 191–196.

Рассмотрев диссертационную работу и автореферат, представленные документы, рекомендую диссертационному совету при Институте геомеханики и освоения недр НАН КР и Жалал-Абадском государственном университете по защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук принять к защите кандидатскую диссертацию Акматалиевой Минажат Сабыровны «Обоснование ультразвукового метода определения остаточных напряжений в горных породах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.20 – Геомеханика, разрушение пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика.

Эксперт диссертационного
совета Д 25.19.587



Мамбетов Ш.А.,
д.т.н., профессор

Подпись эксперта Мамбетова Ш.А. заверяю:



Г. С. Исаева