

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

эксперта диссертационного совета Д 25.19.587 при Институте геомеханики и освоение недр НАН КР и Жалал-Абадского государственного университета 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 горных пород взрывом, рудничная аэrogазодинамика и горная теплофизика

Эксперт диссертационного совета, *Никольская Ольга Викторовна*, доктор технических наук, рассмотрев представленную соискателем Акматалиевой Минажат Сабыровны диссертацию 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 горных пород взрывом, рудничная аэrogазодинамика и горная теплофизика делает следующее заключению:

Соответствие работы специальности, по которой дано право диссертационному совету принимать диссертации к защите

Представленная кандидатская диссертация «Обоснование ультразвукового метода определения остаточных напряжений в горных породах соответствует профилю диссертационного совета. В работе проводится исследование остаточных напряжений в горных породах и обосновывается ультразвуковой метод их определения, что в полной мере отвечает паспорту специальности 25.00.20 - «Геомеханика, разрушение горных пород взрывом, рудничная аэrogазодинамика и горная теплофизика»

- I. Целью диссертации является разработка ультразвукового метода определения остаточных напряжений в горных породах, основанного на применении поперечных поляризованных волн.

Поставленная цель достигнута решением в диссертации следующих задач:

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.

Объект исследования диссертации. Горные породы рудных месторождений в тектонически активных регионах и технические твердые материалы.

Методы исследования ретроспективный анализ имеющейся научно-практической литературы, лабораторные экспериментальные исследования поляризационно-оптическим и ультразвуковым методами

Требования к исследованию по специальности соответствует шифру специальности 25.00.20 - Геомеханика, разрушение горных пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика

2. Актуальность темы диссертации

Одной из главных задач при освоении месторождений полезных ископаемых является определение свойств и напряженного состояния горных пород. В горных сейсмоактивных регионах, к которым относится Кыргызстан, наряду с гравитационными и тектоническими напряжениями на общее напряженное состояние породного массива оказывают влияние остаточные напряжения, которые могут быть одним из факторов, определяющим процесс динамического разрушения горных пород. Исследование остаточных напряжений и их механических проявлений в процессах деформации и разрушения горных пород является актуальной задачей при решении задач по прогнозу и предупреждению динамических деформаций в породных массивах при разработке месторождений полезных ископаемых, расположенных в тектонически активных горных регионах.

На основании выше изложенного, проведенные исследования, результаты которого изложены соискателем в диссертационной работе, являются актуальными и своевременными.

3. Научные результаты.

В работе представлены следующие новые научно-обоснованные теоретические результаты, совокупность которых имеет немаловажное значение для развития технических наук, в частности горного дела

Результат 1.

Автором установлено, что в пределах плоской модели породного массива с выработкой независимо от её поперечного сечения, при отсутствии остаточных напряжений разность скоростей прохождения параллельно - $Vs(\eta)$ и перпендикулярно - $Vs(c)$ поляризованных поперечных волн равна нулю при наличии выработкой (пустоты) при отсутствии остаточных напряжений. При наличии остаточных напряжений данная разность изменяется значительно, причем разность может иметь как положительное, так и отрицательное значение (раздел 2, подраздел 2.1).

Результат 2.

Соискателем, в результате проведенных исследований выявлено, что разности скоростей взаимно перпендикулярно поляризованных поперечных ультразвуковых волн изменяются в зависимости от уровня и знака остаточных напряжений; определенные на основе применения поперечной поляризованной волны остаточные напряжения, согласуются с картиной изохром остаточных напряжений в модели, полученной поляризационно-оптическим методом (раздел 2, подраздел 2.3).

Результат 3.

Диссертантом в соавторстве разработан метод определения нового механического показателя – волнового модуля напряжения горных пород и технических материалов, характеризующий их структуры, свойства упругости и пластичности (раздел 3, подраздел 3.2).

Результат 4.

Установлена функциональная зависимость изменения скорости ультразвуковой поляризованной сдвиговой волны от наличия остаточного напряжения в горных породах, заключающаяся в том, что остаточное напряжение приводит к пропорциональному изменению относительной величины скорости ультразвуковой поляризованной сдвиговой волны (раздел 3, подраздел 3.1).

Результат 5.

Впервые экспериментально установлено, что в горных породах угол между направлением нормального максимального и минимального остаточного напряжения составляет 90^0 градусов, что согласуется с положением классической механики о взаимной перпендикулярности главных (максимальных и минимальных) нормальных напряжений твердых материалов (раздел 3, подраздел 3.3).

Результат 6.

Разработан поляризационно-акустический метод, позволяющий определять знак и величину остаточных напряжений в горных породах и твердых материалах 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.

Для обоснования научных положений, выводов, и заключения автором использованы методы математической статистики для обработки результатов испытаний, сравнительный анализ полученных результатов, полученных поляризационно-оптическим и акустическим методами, проявлением остаточных напряжений в твердых материалах.

5. Обоснование основных положений диссертации, выносимые на защиту.

Результат 1 Функциональная взаимосвязь, отражающая закономерность изменения скорости ультразвуковой поляризованной сдвиговой волны от остаточного напряжения в горных породах, заключающаяся в том, что остаточное напряжение приводит к пропорциональному изменению относительной величины скорости ультразвуковой поляризованной сдвиговой волны.

Обоснован и новый, так как получен в результате детальных экспериментальных исследований в модельных образцах, изготовленных из оптически чувствительного материала методом фотоупругости и горных пород – ультразвуковым методом. Это явление признано научным открытием и

подтверждено Дипломом №453 на научное открытие от 3 октября 2013 года, г. Москва.

Результат 2. Новый параметр остаточных напряжений горных пород – разность скорости взаимно перпендикулярно поляризованных поперечных ультразвуковых волн, отражающая наличие или отсутствие, а также знак остаточных напряжений в горных породах.

Обоснован и достоверен, так как остаточные напряжения, выявленные на основе применения поперечной поляризованной волны, имеют сходимость с картиной изохром этих напряжений, полученных поляризационно-оптическим методом.

Результат 3. Метод определения нового механического показателя – волнового модуля напряжения горных пород, характеризующий их структуру, свойства упругости и пластичности.

Обоснование данного научного вывода подтверждено результатами экспериментальных исследований автором образцов твердых материалов, в том числе горных пород имеющих разные деформационные свойства.

Результат 4. Поляризационно-акустический метод определения знака и величины остаточных напряжений в горных породах, полуярких и пластичных твердых материалах с разными механическими свойствами не нарушая целостность конструкций, образцов, изделий, позволяющий повысить точность, уменьшить трудоемкость определения остаточных напряжений в твердых материалах по сравнению с существующими методами (Способ определения остаточных и действующих напряжений в твердых материалах / Патент на изобретение Кыргызской Республики № 1826 от 29.01.2016).

Обоснован теоретическими расчетами и результатами экспериментальных исследований, полученных на различных технических твердых материалах и горных породах с разными свойствами, согласованностью результатов с данными акустического и поляризационно-оптического методов.

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

Положения диссертации Акматалиевой Минажат Сабыровны на тему «Обоснование ультразвукового метода определения остаточных напряжений в горных породах» представляют собой комплексное решение актуальной научно-технической задачи, заключающейся в теоретическом и экспериментальном обосновании ультразвукового метода определения остаточных напряжений в горных породах и разработке поляризационно-акустического метода определения остаточных напряжений, основанного на применении поляризованной ультразвуковой поперечной волны.

Результаты исследований ультразвуковым методом определения остаточных напряжений в горных породах подтверждены сходимостью с поляризационно-оптическим методом и теоретическими расчетами определения остаточных напряжений в твердых материалах, в том числе в горных породах различных

механических свойств и генезиса. Полученные результаты взаимосвязаны, практические рекомендации и методы обоснованы.

Диссертация содержит отдельные новые научные результаты и положения, имеющих внутреннее единство, что свидетельствует о личном вкладе автора. Предложенные новые методы исследования достаточно аргументированы и критически оценены по сравнению с известными решениями, экспериментально проверены на различных твердых материалах.

7. Практическая значимость полученных результатов

Следующие научные результаты, полученные в кандидатской диссертации Акматалиевой М.С. «Обоснование ультразвукового метода определения остаточных напряжений в горных породах»

- методика определения акустического параметра остаточных напряжений горных пород и технических материалов – разности скорости взаимно перпендикулярно поляризованных поперечных ультразвуковых волн, позволяет определить наличие или отсутствие остаточных напряжений и их знак в горных породах и технических конструкциях;
- метод определения нового механического показателя – волнового модуля напряжения горных пород и технических материалов, характеризующий их структуры, свойства упругости и пластичности;
- поляризационно-акустический метод, позволяющий определять знак и величину остаточных напряжений в горных породах, твердых материалах с разными механическими свойствами,

были реализованы при оценке свойств пород золоторудного месторождения “Кумтор” и составлении «Методических указаний к курсовому проектированию» по предмету физика горных пород, которые применяются в учебном процессе для студентов по специальности «Физические процессы горного производства» при подготовке горных инженеров в Кыргызско -Российском - Славянском университете.

Реализация материалов диссертации Акматалиевой Минажат Сабыровны позволит обнеспечить надежность оценки напряженного состояния массива горных пород удароопасных месторождений при проектировании и эксплуатации карьеров и шахт для безопасной и эффективной разработки рудных месторождений Кыргызской Республики.

8. Подтверждение опубликования основных положений, результатов и выводов диссертации.

Содержание диссертации отражено в 21 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 калдыктуу чыналууну 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 калдыктуу чыңалууларды ультраң менен аныктоо ыкмасын 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 полностью 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 организацией, официальных оппонентов

По кандидатской диссертации Акматалиевой Минажат Сабыровны:

ведущей организацией назначить КГТУ им. И. Раззакова, где работают доктора и кандидаты технических наук по специальности 25.00.20 - «Геомеханика, разрушение пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»;

первым официальным оппонентом назначить Шамганову Ляззат Саевну член-корр. национальной академии Республики Казахстан, доктор технических наук, профессор, специальность по автореферату – 25.00.20 -Геомеханика, разрушение горных пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика, который имеет труды, близкие к задачам исследования:

- 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.
- 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.
- Шамганова Л.С. Майстровский М.А., Утибаева А.М. Оценка устойчивости участка заложения подземных выработок при переходе на комбинированную отработку месторождения «Акжал». // Горный журнал Казахстана.- 2015.№5.-С. 40-41.

вторым официальным оппонентом назначить Абдиева Арстанбека Раимбековича, кандидат технических наук, доцент (специальность по автореферату 25.00.20 (Геомеханика, разрушение горных пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика), который имеет труды, близкие к задачам исследования:

- Мамбетов Ш.А., Абдиев А.Р., Мамбетов А.Ш. Горные работы в условиях Тянь-Шаня. –Бишкек: КРСУ, 2013. -282с.
- Мамбетов Ш.А., Абдиев А.Р., Мамбетов А.Ш. Зональная и поэтапная оценка напряженно-деформированного состояния породного массива Тянь-Шаня // Горный журнал. №10,2002.-С 57-62.

- Мамбетов Ш.А., Абдиев А.Р., Мамбетов А.Ш. Тянь-Шаньские структуры и геомеханическое состояние породного массива высокогорных месторождений // Материалы Международного Симпозиума «Прогноз и предупреждение тектонических горных ударов и землетрясений: измерение деформаций, остаточных и действующих напряжений в горных породах» г.Бишкек, 21-23 сентября 2016 г. Б.:НАН КР, 2016.-С.73-86.

Рассмотрев представленные диссертацию и автореферат, рекомендую диссертационному совету Д 25.19.587 при Институте геомеханики и освоение недр НАН КР и Жалал-Абадском государственном университете принять диссертацию 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 горных пород взрывом, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика

Эксперт

Никольская О.В.:

Подпись эксперта Никольской О.В. заверяю:

ученый секретарь диссертационного совета Д 25.19.587

к.ф.-м.н., доцент

Исаева Г.

