

Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Горный институт
Уральского отделения
Российской академии наук



Mining Institute
of the Ural Branch
Russian Academy of sciences

Сибирская ул., д. 78-а, г. Пермь, 614007
Российская Федерация, факс /тел. +7 (342) 216-75-02,
E-mail: arc@mi-perm.ru, <http://mi-perm.ru>
ИНН 5904100110 КПП 590401001
ОГРН 1025900887980

78-a, Str. Sibirskaya, Perm, 614007, Russia
Phone/fax: +7 (342) 216-75-02
E-mail: arc@mi-perm.ru, <http://mi-perm.ru>

20.11. 2014 № 16362/3344.1-2312
На № _____ от _____



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ГИ УрО РАН
д.т.н., профессор

А.А. Барях

«15» ноября 2014 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации - Федерального государственного бюджетного учреждения науки Горного института Уральского отделения Российской академии наук на диссертационную работу **Конурин Антона Игоревича** «Разработка акустического метода и технического средства мониторинга траектории пневмоударной машины в массиве горных пород», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»

Актуальность темы.

Разработка технологий управления траекторией движения рабочих органов машин и систем мониторинга, их движения в толще грунтового массива является актуальной задачей. Особенное значение это направление приобретает при ведении горных или строительных работ в условиях градопромышленных агломераций при сооружении горизонтальных выработок.

В настоящее время уровень технических возможностей бестраншейных технологий и соответствующего оборудования отстает от потребностей подземного строительства, одной из причин чего является недостаточное развитие методов, обеспечивающих точную координатную привязку бурового инструмента в процессе его работы. Среди перспективных решений, позволяющих обеспечить достоверный мониторинг траектории сооружаемых пневмоударными машинами скважин, находится применение акустического метода.

Основная идея диссертационной работы А.И. Конурин, заключающаяся в использовании амплитудно-частотных характеристик акустического сигнала, создаваемого работающей в массиве горных пород пневмоударной машиной, для мониторинга траектории ее движения, а также для получения дополнительной информации о физико-механических свойствах массива и неоднородностях его строения, представляется актуальной и имеющей практическое значение.

Структура работы и основные научные результаты.

Диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения, на 146 страницах машинописного текста, включает 16 таблиц, 71 рисунок, список литературы из 141 наименования и 3 приложения.

Во *Введении* сформулирована цель исследований, для достижения которой определены основные задачи. Представлены четыре защищаемых положения, изложены актуальность темы и научная новизна работы. Отражен личный вклад автора и сформулирована практическая значимость проведенных исследований.

Первая глава посвящена обзору существующих на сегодняшний день методов мониторинга движения породоразрушающих устройств в геосреде. В главе рассмотрены особенности работы и недостатки различных систем и устройств, применяемых в настоящее время для мониторинга процесса сооружения скважин при горизонтальном направленном бурении. При этом особый акцент сделан на имеющийся сегодня задел в области применения акустических методов для обнаружения местоположения установок горизонтального бурения.

Большой объем главы занимает раздел, описывающий характерные закономерности взаимодействия пневмоударной машины с массивом горных пород. На основании аналитического обзора автор делает вывод, что при сооружении скважин машинами ударного действия кинематические и динамические характеристики акустических сигналов, инициированные их воздействием на массив, могут использоваться для повышения надежности и информативности мониторинга траектории движения этих машин.

Во *второй главе* автором решается первая поставленная задача исследований - разработать метод многоканального акустического мониторинга траектории движения пневмоударной машины на основе анализа амплитуд техногенных упругих колебаний. Рассматриваются процессы распространения упругих волн в породном массиве при использовании акустического излучателя.

На основании проведенного анализа, автор делает вывод о возможности использования амплитуды волновых ускорений в различных точках земной поверхности для мониторинга траектории движения пневмоударной машины в однородном массиве. Наряду с этим для повышения разрешающей способности и точности метода предлагается два способа обработки сигнала. Выводы, представленные в главе 2, легли в основу первого защищаемого положения.

Третья глава раскрывает второе защищаемое положение. Для этого в рамках решения задач исследований автором выполнено численное моделирование процесса взаимодействия пневмоударной машины с породным массивом с учетом вариаций его физико-механических свойств. Проведенные теоретические расчеты показывают, что разрешающая способность амплитудного метода многоканального акустического мониторинга траектории движения пневмоударной машины по углу отклонения от проектной траектории движения снижается с ростом модуля упругости Юнга и увеличивается с возрастанием плотности массива.

Далее в главе представляются результаты практических экспериментов, направленных на верификацию результатов численного моделирования и подтверждение возможности практической реализации амплитудного метода многоканального акустического мониторинга. Анализ распределений нормированных значений амплитуды, зафиксированных при натурном эксперименте, позволяет автору предположить значительное влияние на регистрируемые волновые поля неоднородностей, присутствующих в реальном грунтовом массиве. В заключении главы для их учета автор предлагает выполнять сканирование поверхности земли георадиолокационными методами.

В *четвертой главе* представлен большой объем результатов численного моделирования процесса взаимодействия пневмоударной машины с породным массивом, вмещающим техногенную неоднородность. Результаты теоретических расчетов автор подтверждает практическими экспериментами, которые показывают значительные изменения кинематических и динамических характеристик акустических сигналов, излучаемых в процессе

взаимодействия пневмоударной машины с массивом горных пород, при наличии в нем проложенных коммуникаций - трубопроводов.

Полученные результаты легли в основу третьего научного положения.

Пятая глава диссертационной работы посвящена разработке и реализации технических средств мониторинга движения пневмоударной машины в породном массиве, а именно, - двухканального акустического обнаружителя. Предложенная схема работы устройства и результаты его испытаний позволили автору сформулировать четвертое защищаемое положение и утверждать, что разработанное техническое средство позволяет повысить точность определения местоположения пневмоударной машины в массиве горных пород в 2 раза за счет применения операции умножения регистрируемых сигналов.

В *Заключении* изложены основные научные и практические результаты диссертационной работы.

Научная новизна исследований сформулирована в 4 пунктах, один из которых, по нашему мнению, можно исключить. Наиболее существенное значение имеют следующие:

- теоретически обоснован и впервые применен для геофизического мониторинга траектории движения пневмоударной машины в массиве горных пород при проходке горизонтальных скважин метод, основанный на анализе динамических характеристик излучаемых при этом акустических сигналов;

- получена оценка влияния модуля упругости Юнга и плотности массива горных пород на разрешающую способность амплитудного метода многоканального акустического мониторинга траектории движения пневмоударных машин при проходке горизонтальных скважин;

- разработано и испытано техническое средство для акустического мониторинга траектории пневмоударной машины в массиве горных пород при проходке горизонтальных скважин, позволяющее существенно (в 2 раза) повысить точность определения местоположения машины за счет применения операции умножения регистрируемых сигналов.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке и обосновании использования амплитудного метода многоканального акустического мониторинга траектории движения пневмоударных машин в массиве горных пород; разработке на базе программного комплекса «ANSYS» блока решения динамических задач, позволяющего с высокой точностью оценивать параметры колебаний массива при проходке скважин пневмоударными машинами.

Практическая значимость полученных результатов исследований состоит в разработке и реализации технического средства мониторинга траектории движения пневмоударных машин в массиве горных пород при сооружении горизонтальных скважин – двухканального обнаружителя местоположения пневмоударной машины.

Выполненная автором работа может быть продолжена в направлении развития мониторинговых систем для новых поколений горно-строительных машин и оборудования, а также в направлении развития модели взаимодействия источника акустических колебаний с массивом горных пород для прогнозирования мест локализации и энергии динамических форм проявлений горного давления.

В работе Конурина А.И. поставленные задачи решены, защищаемые положения достаточно обоснованы. Основные результаты этапов работы над диссертацией опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК. Исследования базируются на использовании современных программных комплексов, на теоретическом и экспериментальном материале. Кроме этого имеется акт об испытаниях созданного акустического обнаружителя на реальном объекте.

В процессе ознакомления с диссертационной работой Конурина А.И. возникли некоторые вопросы, которые на наш взгляд не в полной мере разъяснены. В этой связи считаем необходимым сформулировать ряд следующих замечаний:

1. При доказательстве 1-го научного положения представляется неочевидной логическая цепочка перехода от идеальных условий расчетов и эксперимента проведенного автором к обобщающему утверждению о разрешающей способности метода в сложных геологических условиях. В реальной геологической среде на сигнал, регистрируемый на

поверхности, будут влиять эффекты дифракции и преломления, возникающие на огромном количестве природно-техногенных неоднородностей, содержащихся в изучаемом интервале. Также на наш взгляд, автор не учитывает, что в полевых условиях на уровень амплитуд колебаний, регистрируемых в пределах одной расстановки, будут значимо влиять как разнообразные условия крепления датчиков (грунт, асфальт, бетон и т.д), так и высокоинтенсивные техногенные шумы различного происхождения. Разделение полезного сигнала и волн помех является сложнейшей задачей в любых сейсмоакустических методах и требует, кроме исключительно статистических подходов, углубленной цифровой обработки.

2. В главе 3 остается не понятным, каким образом можно использовать сканирование поверхности земли георадиолокационными методами для повышения точности мониторинга процесса движения пневмоударной машины в грунтовом массиве. Стоит заметить, что использование георадара не позволяет переходить от выделяемых электромагнитных аномалий к упругим или прочностным характеристикам грунтов. Важно так же учесть, что в реальных условиях на участках повышенной глинистости и обводненности глубина проникновения электромагнитных волн ограничена первыми десятками сантиметров.

3. Спорным видится пункт научной новизны - «Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено изменение кинематических и амплитудно-частотных характеристик акустических сигналов, излучаемых в процессе взаимодействия пневмоударной машины с массивом горных пород, в зависимости от наличия в нем проложенных коммуникаций...». То, что кинематические и динамические характеристики сигналов изменяются в таких случаях, общеизвестно и не требует дополнительного научного обоснования.

4. Имеется замечание по используемой автором терминологии. В автореферате и диссертации автор пишет об изучении «динамико-кинематических и амплитудно-частотных» характеристик индуцированного сигнала. Относительно регистрируемых акустических сигналов в классическом случае принято употреблять термины «динамические» и «кинематические» характеристики. Что понимается под термином «динамико-кинематические» остается не понятным.

В целом, высказанные замечания не снижают актуальности и практической ценности проведенных исследований. Диссертация представляется завершенной научно-квалификационной работой. По своему содержанию диссертационная работа Конурина Антона Игоревича, отвечает требованиям ВАК, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»

Зав.сектором моделирования
сейсмоакустических процессов,
кандидат технических наук
тел. (342) 216-81-31
e-mail: asa_gis@mi-perm.ru

А.Г. Ярославцев

Отзыв на диссертацию Конурина А.И. обсужден на заседании Ученого совета ГИ УрО РАН (протокол №7 от 20.11.2014) и утвержден в качестве официального отзыва ведущей организации.

Ученый секретарь ГИ УрО РАН

Ю.И. Степанов

Подпись

А. Г. Ярославцева

завершено

Главный специалист по кадрам

Еремина Л.А.

