

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Хмелинина Алексея Павловича «Разработка комплексного геофизического метода для выбора места заложения скважин геомеханических измерений и контроля процесса их бурения» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»

Представленная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, изложенных на 135 страницах машинописного текста, списка использованных источников, включающего 107 наименований, содержит 52 рисунка, 18 таблиц.

1. Актуальность избранной темы работы

Актуальность избранной темы диссертации определяется практической необходимостью выбора места заложения скважин геомеханических измерений и контроля процесса их бурения в геосредах при исключении попадания породоразрушающего инструмента буровой машины ударного действия в закрепные пустоты и в места локализации арматуры в железобетонной крепи подземных выработок. Это необходимо для обеспечения достоверности проводимых в этих скважинах наблюдений. Указанная задача решается автором на основе предложенного им комплексного геофизического метода, включающего георадарные и акустические измерения.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

На защиту автором выносятся три важных элемента предложенного им комплексного геофизического метода, представленных тремя научными положениями.

Первое научное положение касается максимальной дальности георадарного зондирования объектов, часто встречающихся в практике горного дела. К ним относится бетонная или железобетонная крепь шахтных стволов и

других выработок, контактирующая с окружающим их массивом пород. Автор утверждает, что увеличение размеров фракций нарушенного массива пород, находящихся в зоне механического контакта крепи с массивом, до величин, соразмерных с длиной волны, приводит к снижению дальности действия георадиолокационного метода на 19%. Кроме того, утверждается, что увеличение отношения диэлектрических проницаемостей бетона крепи и пород в зоне нарушения на контакте «крепь-массив» до 1:4 дальность действия георадиолокационного метода уменьшается на 30%. Доказательству этого научного положения посвящена вторая глава диссертации, в которой рассмотрены электрические параметры геосред, проведена их классификация и оценена частотная зависимость. Выполнена теоретическая оценка предельной дальности действия георадиолокационного метода при обнаружении металлической арматуры в железобетонной крепи на основе базовой формулы радиолокации. Методом физического моделирования установлена взаимосвязь между влажностью и нарушением массива горных пород в зоне механического контакта «крепь – массив» и дальностью действия георадиолокационного метода.

Для доказательства этого положения автором проведен ряд экспериментов с сухим и влажным песком и щебнем различных фракций в зоне контакта, а также при различной ориентации антенного блока георадара. Данное положение обосновано в достаточной степени, что подтверждается результатами лабораторных и натурных экспериментов с георадаром, а также согласованием полученных зависимостей и закономерностей с общими физическими законами и основами подповерхностной радиолокации.

Опыт автора, изложенный в третьей главе диссертации, позволил ему сформулировать второе научное положение. В нем речь идет о разработанной автором методике обследования участка железобетонной крепи георадиолокационным методом. Здесь содержится утверждение о возможности выбора места заложения измерительных скважин геомеханического контроля на основе 2D карт локализации обнаруженных механических неоднородностей, построенных по результатам георадарного обследования и анализа волновой структуры полученных радарограмм.

Для доказательства этого научного положения автором разработана методика георадарной съемки и проведен ряд экспериментальных обследований железобетонных крепей трех выработок с арочным сводом на одном из предприятий Красноярского края. Для обследований использовались георадары с антенными блоками, практически перекрывающими десятикратный частотный диапазон. Это дало возможность обследовать крепь и выявлять положение арматуры с различной степенью детальности и глубинности. Кроме того, автором проведены натурные обследования участков грунтового массива с поверхности Земли на предмет отсутствия препятствий естественного или искусственного происхождения.

Представленные результаты, в частности, приведенные автором примеры радарограмм с их обсуждением и подробной интерпретацией, а также двумерных карт расположения арматуры позволяют сделать вывод о достаточной степени обоснованности этого научного положения.

Третье научное положение касается разработанной автором многоканальной акустической измерительной системы. и оно изложено автором в виде утверждения, что такая система позволяет определять пространственные координаты рабочего органа пневмоударной машины, движущейся в грунте, и контролировать процесс проходки скважины с погрешностью не более 12% путем регистрации локационной серии акустических импульсных сигналов, индуцируемых машиной, относительно сигнала, получаемого непосредственно с самой машины.

Эти выводы сделаны автором на основе ряда экспериментов с использованием разработанного им алгоритма обработки локационной серии акустических сигналов. Автор использует возможность получения опорного сигнала с самой машины, рассматривает различные варианты регистрации сигналов, проводит эксперименты с известными координатами машины и регистрирующих преобразователей. Описанные методики и полученные результаты экспериментов по оценке и сравнению между собой реальных и измеренных координат положения буровой машины показывают, что третье положение обосновано в достаточной степени.

Научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы основаны на применении метода физического моделирования, сопоставления теоретических расчетов и результатов натурных испытаний. Они подтверждены значительным объемом экспериментальных данных, удовлетворительной точностью разработанных технических средств, разработанными методическими документами. Результаты исследований получены при помощи современной аппаратуры с высокими метрологическими характеристиками.

Таким образом, все научные положения, выводы по работе, кратко изложенные в заключении, рекомендации, опробованные на практике при подземных строительных работах и при обследовании подземных камер с железобетонной крепью, обоснованы автором в достаточной степени.

3. Новизна и достоверность результатов

Новизна результатов заключается в установлении основных закономерностей при обследовании участка крепи подземных горных выработок георадиолокационным методом, разработке алгоритма определения пространственных координат рабочего органа буровой машины ударного действия и реализации его в многоканальной акустической измерительной системе. Кроме того, новизна результатов заключается в выявлении взаимосвязи между дальностью действия георадиолокационного метода и влажностью и нарушенностью массива вмещающих пород в зоне механического контакта «железобетонная крепь – массив вмещающих пород». Автором получены патенты РФ на изобретение и полезную модель.

Достоверность полученных автором результатов сомнения не вызывает. Это подтверждается логикой, высокоточным оборудованием и достаточным объемом проведенных исследований, а также непротиворечивостью полученных результатов физическим законам и результатам других исследователей.

4. Значимость результатов для науки и практики

Теоретическая значимость результатов диссертационной работы заключается в обосновании и оценке предельной дальности георадиолокационного

метода при обследовании участков железобетонной крепи и массива вмещающих пород на наличие механических неоднородностей, а также разработке метода определения направления поворота рабочего органа буровой машины ударного действия вокруг оси движения и его пространственные координаты. Значимость результатов исследований Хмелинина А.П. для практики заключается в разработке и обосновании методических подходов для выбора мест заложения скважин геомеханических измерений в железобетонных крепях горных выработок, а также разработке и реализации методики и технических средств для определения местоположения рабочих органов буровых машин ударного действия и направления их поворота вокруг оси движения.

5. Публикации, отражающие основное содержание диссертационной работы, апробация результатов

Основные результаты диссертации опубликованы в 14 печатных работах, в том числе 5 из них – в журналах, рекомендуемых ВАК Министерства образования и науки РФ. Результаты исследований докладывались на российских и международных научных конференциях и симпозиумах. Публикации в полной мере раскрывают содержание диссертационной работы.

В автореферате в достаточной степени изложены основные идеи и выводы диссертации, показаны вклад автора в проведенное исследование, степень новизны и практическая значимость результатов исследований. Он полностью отражает основное содержание диссертации.

6. Замечания

1. В первой главе, где речь идет о геомеханических измерениях, хотелось бы помимо тщательно проанализированных методов измерения напряжений увидеть также данные по широко используемым в геомеханике деформационным методам глубинных и контурных реперов, позволяющим, в частности, контролировать расслоения на границе контакта «крепь-массив горных пород».

2. При анализе глубинности георадарного зондирования на разных частотах, представленном на стр. 82, следовало бы одновременно проанализировать и разрешающую способность этого метода. В работе осталась не раскрытой в достаточной степени проблема разрешающей способности георадиолокационного метода. Отражённая волна формируется не точкой пространства, а площадкой, размер которой зависит от размера 1-ой зоны Френеля. Расчеты показывают, что при частоте 1000 МГц ее размер около 0,3 м. Арматурная сетка с шагом меньше этой величины на радарограмме будет выглядеть как сплошной слой и может быть принята за границу раздела сред.

3. Чем определяется размер выбранной области 500x500 мм (рис. 2.3 на стр. 65)?

4. На стр. 81 говорится, что металлическая арматура дает чередование полос на радарограмме «черная-белая-черная», а на рис. 3.13, а как арматура интерпретируется отмеченный участок радарограммы с чередованием полос «белая-черная-белая».

5. При описании принципов действия и алгоритма работы устройства определения координат рабочего органа буровой машины на стр. 107-112 не говорится, где размещаются приемные преобразователи – на поверхности бетонной крепи или в шпурах, пробуренных до массива пород; где именно располагается преобразователь запуска регистрации – на рабочем органе или на буровой штанге, выходящей из массива пород. Кроме того, хотелось бы знать, как учитывается влияние крепи и ее контакта с массивом пород на регистрируемые показания и точность?

6. На стр. 119 при определении по формуле (4.10) погрешности измерения рабочего органа буровой машины по осям y и z при истинном отклонении $x_{\text{и}} = 0,1$ м и абсолютной погрешности 2-5 см относительная составит 20-50%. Автором же указывается величина 4-6%.

Приведенные выше замечания носят частный или рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки работы.

7. Заключение

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основе выполненных теоретических и экспериментальных исследований изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, обеспечивающие обоснованный выбор места заложения скважин геомеханических измерений и контроль процесса их бурения.

Диссертация соответствует п. 9. Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Хмелинин Алексей Павлович, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр».

Официальный оппонент, доктор технических наук, профессор кафедры «Физико-технический контроль процессов горного производства» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»



Александр Сергеевич Вознесенский

119991, г. Москва, Ленинский проспект, 4, НИТУ «МИСиС», Горный институт (МГИ), кафедра ФТКП

Тел.: 8 (499) 230-25-93

E-mail: al48@mail.ru

Подпись официального оппонента А. С. Вознесенского удостоверяю.

Проректор по общим
вопросам НИТУ МИСиС



И. М. Исаев