

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Воронина Алексея Алексеевича по теме: «Гидрогеологическое обоснование и разработка способов осушения бортов карьеров с применением горизонтальных дренажных скважин», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 - «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»

Представленная работа Воронина Алексея Алексеевича состоит из введения, четырех глав и заключения, содержит 46 рисунков, 6 таблиц и список литературы из 80 наименований.

1. Актуальность темы исследования.

К настоящему времени большинство ранее разведанных месторождений полезных ископаемых, характеризующихся относительно простыми гидрогеологическими условиями, отработаны или находятся на завершающей стадии отработки. На месторождениях, остающихся в отработке, как правило, наблюдается чрезвычайно высокая неоднородность по проницаемости водовмещающего массива и его сложная гидрогеологическая структура. Последнее является объективной причиной недостаточной эффективности классических дренажных систем (к примеру, дренажного контура водопонижающих скважин, оборудованных вокруг горной выработки), которые не могут обеспечить предотвращение неуправляемого поступления подземных вод при недостаточном снижении их уровней (напоров) в прибортовой зоне, зачастую являющихся причиной возникновения оползней пород.

С целью борьбы с отрицательным влиянием гидростатических и гидродинамических сил на устойчивость откосов и в целом бортов карьеров или угольных разрезов при следующих условиях: а) частично подтопленного откоса; б) при разработке карьера вблизи реки (водоема), если расстояние до реки соизмеримо с глубиной залегания горизонта и в) при наличии в прибортовой зоне недренированных напорных вод - наиболее эффективным средством дренажа прибортовых массивов являются самоизливающие скважины. В связи с этим в последнее время возрос интерес к фильтрационным расчетам горизонтальных скважин, стимулировавшийся до этого, преимущественно, практикой нефтяного дела. Однако многие вопросы их геофильтрационного обоснования еще остаются нерешенными. В частности, фильтрационные расчеты систем горизонтальных дренажных скважин, наряду с использованием известных решений из практики нефтяного дела, требуют разработки новых

подходов; методика численного моделирования систем взаимодействующих горизонтальных скважин, вскрывающих неоднородные массивы, в настоящее время практически не разработана.

По этой причине актуальность разработок автора способов защиты бортов карьеров от негативного воздействия подземных вод с помощью горизонтальных дренажных скважин, которые минимизируют отрицательное влияние гидростатических и гидродинамических сил на устойчивость откосов и в целом бортов карьеров путем создания замкнутого дренажного контура сомнений не вызывает.

Отдельно хочется отметить разработки автора в направлении использования технологии горизонтального направленного бурения для создания способа осушения бортов карьеров. На мой взгляд, применение указанной технологии позволит в ряде случаев существенно снизить объемы капитальных и эксплуатационных затрат на сооружение эффективной дренажной системы, повысить степень экологической безопасности отработки перспективных месторождений полезных ископаемых и полноту извлечения полезного ископаемого.

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

При открытой разработке месторождений в сложных геолого-гидрогеологических условиях горизонтальные скважины применяются во внутрикарьерном пространстве и закладываются нормально к линии простирания борта у подошвы дренируемого водоносного горизонта и предназначаются для снижения уровня (напора) подземных вод в пределах зоны потенциального обрушения до отметок, при которых коэффициент запаса устойчивости бортов или откосов горной выработки останется равным проектным его значениям, а приток вод к карьерному водоотливу минимальным. В относительно простых условиях горизонтальные скважины используются как самостоятельный способ осушения бортов карьеров.

Существенным недостатком известных схем осушения с применением горизонтальных скважин является недостаточное снижение уровней подземных вод, обусловленного дискретным их расположением. В результате степень обводненности откосов бортов карьеров остается на недопустимом уровне, что приводит к снижению их устойчивости, развитию эрозионных явлений и других известных осложнений.

В рамках **первого научного положения** автором исследуется влияние угла заложения горизонтальных дренажных скважин относительно линии простирания борта карьера. Его обоснованность подтверждается решением аналитическим способом двух простейших схем фильтрации: а) при заложении горизонтальной скважины перпендикулярно линии

простираения борта карьера и б) заложении горизонтальной скважины по линии, совпадающей с линией простираения борта карьера.

Для максимального снижения уровня подземных вод в прибортовом массиве между дискретно расположенными горизонтальными скважинами автор рекомендует их закладывать под углом 50° - 60° к линии простираения откоса, располагая с перекрытием, примерно на $1/3$ расстояния между ними. В этом же направлении представлена и разработка способов осушения бортов карьеров с применением горизонтальных скважин с целью создания замкнутого дренажного контура. В частности, для создания замкнутого дренажного контура автором разработан способ осушения с применением многозабойных горизонтальных дренажных скважин, новизна которого подтверждена патентом РФ.

Второе научное положение касается исследования дренажной эффективности различных схем заложения горизонтальных скважин для заданных фильтрационных параметров обводненных толщ с целью определения оптимальной конфигурации дренажного узла. По результатам исследований автором установлена оптимальная конфигурация дренажного узла, состоящая из 5 горизонтальных скважин, ориентированных в сторону осушаемого борта, с углом между ними в диапазоне 25 - 30° . Обоснованность полученных результатов подтверждается применением современных методов численного геофильтрационного моделирования, а также сходимостью результатов прогнозных и натурных экспериментов по дренированию прибортового массива.

Выполненные исследования, направленные на создание замкнутого дренажного контура, с использованием возможностей техники и технологии горизонтального направленного бурения позволили сформулировать **третье научное положение**. Данное положение говорит о том, что при защите борта карьера с помощью продольных дренажных скважин целесообразно у подошвы дренируемого водоносного горизонта параллельно сооружать не менее двух таких скважин с шириной между ними не более одной экскаваторной заходки. Данное решение позволит при разрушении одной продольной скважины сохранять вторую и обеспечивать водозащитную функцию дренажной системы.

В целом можно констатировать, что научные положения, а также выводы и рекомендации, приведенные в работе и ее заключении, можно считать обоснованными, а задачи, в представленной постановке, практически решены.

3. Новизна и достоверность результатов диссертационной работы.

Новизна результатов диссертационной работы определяется представлением количественных оценок влияния угла заложения горизонтальной скважины относительно линии простираения борта карьера на ее дебит и степень перехвата потока подземных вод, а также взаимосвязи между количеством горизонтальных скважин в дренажном узле и

эффектом осушения обводненных пород.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и результатов подтверждаются, в частности, анализом и обобщением теоретических и экспериментальных работ, а также сходимостью результатов прогнозных расчетов с помощью численного геофильтрационного моделирования и данных натурных экспериментов. Кроме того, разработки автора, приведенные в диссертационной работе, явились основой при подготовке проектно-сметной документации системы осушения Адамовского карьера известняков и Бородинского угольного разреза.

4. Научное значение

Научное значение работы заключается в установлении зависимости дебита горизонтальной скважины от угла её заложения относительно линии простирания борта карьера, установлении оптимальных углов между смежными горизонтальными скважинами дренажного узла при осушении обводненных пород с различными фильтрационными параметрами, определении закономерностей изменения дебита горизонтальных скважин в зависимости от времени их работы.

5. Практическая значимость результатов диссертационной работы

Практическое значение работы заключается в разработке методики определения длины горизонтальных скважин многоярусного дренажа трещиноватых пород, водопроницаемость которых затухает с глубиной. Разработаны способы осушения бортов карьеров с помощью горизонтальных дренажных скважин, снижающие степень обводненности бортов карьеров до уровня, обеспечивающего требуемый коэффициент запаса в условиях остаточного обводнения.

6. Публикации, отражающие основное содержание работы, апробация работы

Основное содержание работы изложено в 8 научных статьях, 2 из которых в изданиях, входящих в Перечень ВАК Минобрнауки России, получен один патент на изобретение. Публикации раскрывают содержание диссертационной работы. Язык и стиль работы не вызывают замечаний, изложение материала логичное и четкое.

Результаты работы докладывались на международных научных симпозиумах и научно-практических конференциях, технических совещаниях ОАО «СУЭК», ОАО «Первая цементная компания», представлены на Всероссийский конкурс «Инженер года», на семинарах кафедры «Прикладная геология и горное дело» БелГУ.

В автореферате в достаточной степени изложены основные идеи и выводы диссертации. Он полностью отображает содержание работы.

Замечания по диссертационной работе

Основные замечания по работе сводятся к следующему:

1. По тексту работы я не увидел четкой аргументации в отношении разработки рекомендаций по методике численного моделирования геофильтрации при выборе схем осушения с помощью горизонтальных скважин. По этому поводу говорится вскользь и только о некоторых приемах при моделировании конкретной ситуации.
2. Замечание общего методического характера, относящегося к общему построению диссертационной работы.

Автор в рекомендациях по выбору каждой из рассматриваемых схем осушения из множества требований к ним учитывает практически лишь одно, определяемое по его терминологии минимизацией «проскока» вод к борту карьера. В то же время, в разделе **«Перспективы применения разработанных способов осушения и рекомендации по их практическому использованию»** уточняется, что кроме описанных в работе особенностей сооружения схем горизонтальных дренажных скважин, для получения максимального эффекта рекомендуется, в частности, количество скважин в дренажном узле рассчитывать исходя из требований необходимого снижения уровня подземных вод осушаемого пласта. Отсюда следует, что любая из рассматриваемых автором схем, отвечающая этому одному из основных условий при выборе той или иной схемы осушения, может быть применена в конкретных условиях конкретного месторождения со всеми их достоинствами и недостатками по экономическим (технологическим и др.) критериям (см. к примеру, Руководство к дренированию карьерных полей, ВНИМИ, Л., 1968).

3. К частным замечаниям по диссертации хочется отметить очень плохую редакционную работу над текстом.

К примеру, при исследовании на моделях эффективности однолучевой, 3-х лучевой и 5-ти лучевой дренажных схем горизонтальных скважин, пройденных в горизонтальных слоях с различными коэффициентами фильтрации автор выявил следующие «основополагающие» для гидрогеологии очевидные закономерности: 1) снижение уровня подземных вод пропорционально коэффициенту фильтрации обводненных пород; 2) по мере увеличения коэффициента фильтрации обводненной толщи удастся добиться более полного снижения уровня подземных вод; 3) при увеличении количества дренажных скважин повышается дренажный эффект; 4) уменьшение количества скважин в узле создает условия для дополнительного «проскока» подземных вод в горную выработку и ряд других, которые ну никак не повышают ценность представленной работы.

Или такой пример. При описании условий реализации схемы осушения с применением многозабойных горизонтальных дренажных скважин в 3-х рядом стоящих

предложениях подряд 7 раз встречается словосочетание «горизонтальных дренажных скважин».

4. В качестве пожелания целесообразно бы детализировать методику рационального размещения ярусов горизонтальных дренажных скважин для трещиноватых пластов с характерным затуханием проницаемости с глубиной.

Приведенные замечания носят уточняющий характер, не нарушают общего положительного впечатления от работы и могут быть учтены автором в дальнейших работах по теме исследования.

7. Заключение по диссертационной работе

Диссертация Воронина А.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной задачи научного обоснования и разработки новых эффективных способов защиты бортов карьеров от негативного влияния подземных вод с помощью горизонтальных скважин.

Работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор Воронин Алексей Алексеевич, достоин присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр».

Официальный оппонент,
ведущий гидрогеолог ООО
«ГЕОСТРОЙПРОЕКТ»
кандидат геолого-минералогических наук

Подпись Ф.Г. Атрощенко удостоверяю

 Ф.Г. Атрощенко

 

ОТЗЫВ

официального оппонента

*на диссертационную работу Воронина Алексея Алексеевича на тему:
«Гидрогеологическое обоснование и разработка способов осушения бортов
карьеров с применением горизонтальных дренажных скважин»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 25.00.16 - «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая
геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»*

Актуальность темы диссертации

На сегодняшний день бо́льшая часть месторождений полезных ископаемых разрабатывается с помощью открытых горных выработок (карьеры и угольные разрезы). В ряде случаев, в силу особенностей гидрогеологических условий месторождений, их отработка ведется с применением специальных дренажных мероприятий, которые направлены на предотвращение негативного влияния подземных вод на горные работы. Для осушения бортов карьеров применяют широкий спектр дренажных устройств, в том числе горизонтальные дренажные скважины, эксплуатация которых позволяет повысить устойчивость уступов, эффективность работы горно-транспортного оборудования, а также снизить влажность извлекаемого полезного ископаемого. Известны различные схемы осушения с применением горизонтальных скважин, такие как бурение скважин перпендикулярно или под определенным углом к линии простирания уступа борта карьера и узловое расположение скважин. Недостатком известных схем является «проскок» подземных вод на откос уступа в промежутках между дренажными устройствами, который может достигать значительных величин и осложнять ведение горных работ. По мере увеличения глубин отработки полезных ископаемых данная проблема только усугубляется.

Неотъемлемыми являются и проблемы, связанные с гидрогеологическим обоснованием систем осушения, имеющих сложную конфигурацию. Как

правило, для обоснования и разработки систем осушения горных выработок в сложных природных и техногенных условиях целесообразно применять современные методы компьютерного моделирования геофильтрационных процессов.

В виду интенсивного развития в последние годы технологии управляемого бурения скважин заданной ориентации появляются возможности для разработки новых специальных способов осушения обводненных бортов карьеров.

В этом актуальном научном направлении выполнена диссертационная работа автора Воронина А.А., посвященная изучению закономерностей функционирования горизонтальных дренажных скважин в различных гидрогеологических условиях и дренажных схемах, а также разработке способов осушения бортов карьеров, позволяющих минимизировать известные недостатки существующих схем путем создания замкнутого дренажного контура, в том числе с использованием возможностей современной технологии и техники горизонтального направленного бурения.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

В диссертации сформулированы три научные положения, которые раскрываются с использованием убедительной доказательной базы: результатов изучения многолетнего опыта института ВИОГЕМ по дренажным работам, обобщения результатов ранее выполненных исследований, теоретического анализа экспериментального материала. Расчетные данные сопоставлялись с фактическими, полученными в натурных промышленных условиях в различные периоды времени, что позволяло достоверно оценить тенденции их изменения. Для выполнения прогнозных гидрогеологических расчетов использовались современные методы компьютерного моделирования процессов фильтрации подземных вод. Результаты диссертационных исследований внедрены при разработке проектно-сметной документации

системы осушения Адамовского карьера известняков и системы осушения Бородинского угольного разреза.

Новизна исследований и полученных результатов

При выполнении работы были разработаны способы осушения бортов карьеров позволяющие минимизировать «проскок» подземных вод в карьер: с помощью многозабойных горизонтальных дренажных скважин; с помощью продольных горизонтальных дренажных скважин заданной конфигурации; разработкой методики определения длины горизонтальных дренажных скважин многоярусного дренажа трещиноватых пород, проницаемость которых снижается с глубиной.

Исследования позволили установить, что при увеличении количества скважин в дренажном узле закономерно уменьшаются остаточные напоры в осушаемом водоносном горизонте и особенно это выражено в мощных обводненных толщах. Установлено, что с уменьшением угла заложения горизонтальной скважины относительно линии простирания борта карьера приток к ней увеличивается за счет снижения «проскока». Получены зависимости изменения дебита горизонтальных скважин от времени их работы. Разработана методика определения длины и количества горизонтальных скважин многоярусного дренажа, учитывающая фильтрационные особенности трещиноватого массива.

Научная и практическая значимость работы

Научная значимость работы состоит в обосновании способов осушения бортов карьеров в виде замкнутого контура; исследовании влияния угла между смежными горизонтальными скважинами в дренажном узле на эффективность осушения обводненных горных пород с различными фильтрационными параметрами; обосновании схемы осушения бортов карьеров, в которой применяются продольные горизонтальные дренажные скважины заданной конфигурации, пробуренные с помощью горизонтального направленного бурения; разработке методики определения длины горизонтальных скважин

многоярусного дренажа горных пород, водопроницаемость которых снижается с глубиной.

Практическая значимость работы заключается в разработке способов осушения бортов карьеров с помощью горизонтальных дренажных скважин, которые позволяют минимизировать «проскок» подземных вод к бортам карьеров за счет создания замкнутого контура. Разработана схема осушения бортов карьеров с применением продольных горизонтальных дренажных скважин, сооружаемых с помощью техники и технологии горизонтального направленного бурения, обеспечивающая требуемое снижение уровня подземных вод в прибортовом массиве и адаптацию к конкретным условиям отработки месторождения. Также в рамках работы разработана методика, позволяющая определить параметры горизонтальных скважин многоярусного дренажа трещиноватых пород. Результаты работы использованы при разработке проектно-сметной документации системы осушения Адамовского карьера известняков и разработке системы осушения поля Бородинского угольного разреза.

Оценка содержания диссертации

Диссертация состоит из 4 глав. В первой главе выполнен анализ известных технологий горизонтального дренажа, применяемого в различных отраслях. Описаны преимущества горизонтальных дренажных устройств перед вертикальными и возможность их применения для решения широкого спектра задач, связанных с осушением обводненных горных пород. На основании результатов выполненного анализа автором сформулированы актуальные направления диссертационных исследований.

Во второй главе описаны результаты разработки способов осушения открытых горных выработок. На основании комплексных исследований влияния угла заложения горизонтальных скважин относительно линии простирания борта карьера, угла между смежными дренами в дренажном узле с учетом степени их взаимодействия друг с другом и сравнения дренажной

эффективности схем осушения с дискретно расположенными узлами горизонтальных скважин и замкнутым контуром, автором разработан способ осушения бортов карьеров с применением многозабойных горизонтальных дренажных скважин, новизна которого подтверждена патентом. Для предотвращения «проскока» подземных вод к бортам карьеров усовершенствована известная схема осушения с узловым расположением горизонтальных дренажных скважин, базирующаяся на создании вдоль осушаемого борта замкнутой дренажной системы путем удлинения до взаимного пересечения боковых скважин смежных дренажных узлов.

Разработан новый способ осушения бортов карьеров с помощью продольных горизонтальных дренажных скважин, суть которого заключается в проходке вдоль линии простирания борта карьера параллельных дренажных скважин у подошвы дренируемого водоносного горизонта. Новизна предложенного решения заключается в сооружении не менее двух параллельных продольных скважин с шириной между ними не более одной экскаваторной заходки, чтобы при разноске бортов разрушалась только одна продольная скважина за одну проходку, при этом вторая сохраняется и обеспечивает выполнение дренажной функции. Бурение продольных горизонтальных дренажных скважин предусматривается с помощью современных установок горизонтального направленного бурения. Для дренажа трещиноватых горных пород выполнено теоретическое обоснование параметров горизонтальных скважин многоярусного дренажа.

В третьей главе освещаются проблемы гидродинамического обоснования систем защиты месторождений полезных ископаемых от подземных вод и современные методы их решения с использованием компьютерного моделирования. Анализируются результаты обоснования разработанных способов осушения бортов карьеров. В результате выполненных исследований определена оптимальная конфигурация дренажного узла, представляющего собой веер из 5 горизонтальных скважин с углом между ними в диапазоне 25-30°. Установлены закономерности

изменения дебита горизонтальных скважин во времени с момента ввода дренажного узла в эксплуатацию. На начальном этапе работы скважины притоки характеризуются максимальными значениями. Эти данные представляют интерес для установления максимальной мощности насосной станции для откачки дренажных вод. На основании выполненных исследований автор делает вывод о целесообразности применения компьютерного геофильтрационного моделирования для обоснования систем осушения в сложных природных и техногенных условиях, так как применение указанных методов позволяет выполнить всесторонний учет влияющих факторов.

Четвертая глава посвящена опыту и анализу внедрения результатов работы. Способ осушения с применением многозабойных дренажных скважин использован при проектировании системы осушения Адамовского месторождения строительных известняков в Калужской области. Внедрение указанного способа позволило решить задачу снижения «проскока» подземных вод к бортам до 5-10 % от общего водопритока в карьер. Параметры оптимальной конфигурации дренажного узла использованы при разработке системы осушения Бородинского угольного разреза с помощью горизонтальных дренажных скважин, переход на которую позволил получить значительный экономический эффект и обеспечить требуемое осушение угольных пластов. Способ осушения с помощью продольных горизонтальных дренажных скважин представляет практический интерес для осушения рабочих и постоянных бортов карьеров и угольных разрезов в горнотехнических условиях практически любой сложности.

Замечания по диссертационной работе:

1. При постановке задач исследований в рамках главы 2 отмечается, что обоснование эффективной системы осушения бортов карьеров горизонтальными скважинами должно учитывать степень сложности гидрогеологических условий месторождения (простые, средней сложности и сложные). Фактически в данной главе оценка эффективности работы

горизонтальных скважин при различном их расположении относительно борта и конфигурации узлов скважин ведется вне связи с геологическим строением и гидрогеологической структурой осушаемого прибортового массива, не учитывая, например, размеры массивов, характер слоистости, углы падения слоев, количество и взаимосвязь водоносных горизонтов и др.

2. В главе 3, посвященной исследованию эффективности осушения обводненных толщ методом численного моделирования геофильтрационных процессов, приводится излишне объемное описание возможностей коммерческих программных комплексов, вместе с тем описание использованной автором методики построения геофильтрационных моделей отсутствует.

3. При описании усовершенствованной схемы осушения с узловым расположением горизонтальных дренажных скважин полезно было бы указать допустимые расстояния между ними для создания замкнутого дренажного контура.

4. Математическое геофильтрационное моделирование с целью оптимизации параметров систем осушения (глава 3) выполнено в рамках упрощенной расчетной схемы, рассматривающей условия безнапорной фильтрации в однородном по свойствам и неограниченном в плане пласте. Результаты расчетов и выводы не вызывают сомнений. Однако требуется уточнить, для каких именно гидрогеологических структур будут актуальными эти результаты. В расчетах не в полной мере учтены такие важные гидрогеологические особенности угольных месторождений, как свойственная для слоистых толщ фильтрационная неоднородность, распространение напорных водоносных горизонтов, характер взаимосвязи между ними и др.

5. Результаты внедрения разработанных способов осушения на Адамовском карьере известняков и Бородинском угольном разрезе, представленные в главе 4, следовало бы предварить более подробным рассмотрением гидрогеологической проблематики этих объектов, привести технологические параметры горных выработок, геолого-литологическое

описание пород, характеристику водоносных горизонтов.

Сделанные замечания не влияют на положительную оценку диссертационной работы в целом, не снижают научной ценности и практической значимости изложенных в ней результатов ее автора. А.А.Воронина.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»

Диссертация представлена в достаточном объеме, включает 6 таблиц, проиллюстрирована 46 рисунками; список использованных литературных источников состоит из 80 наименований.

Текст изложен грамотным техническим языком, рисунки надлежащим образом оформлены.

Представленные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации теоретически и экспериментально обоснованы; результаты выполненных исследований отличаются научной новизной и имеют практическое значение в области защиты открытых горных работ от негативного влияния подземных вод на предприятиях горнодобывающей отрасли. Разработки автора могут быть использованы для осушения обводненных бортов открытых горных выработок, а также для обоснования проектных решений при разработке комплексных систем осушения месторождений полезных ископаемых.

Автореферат отражает содержание диссертации и полностью раскрывает научные положения, выносимые на защиту.

По теме диссертации в открытой печати опубликованы работы в количестве, удовлетворяющем требованиям ВАК Минобрнауки России. Содержание публикаций соответствует полученным результатам диссертационной работы и паспорту специальности 25.00.16 «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр» (пункт 12).

Диссертация Воронина А.А. является законченной научно-квалификационной работой, полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук за решение актуальной задачи научного обоснования и разработки новых эффективных способов защиты бортов карьеров от негативного влияния подземных вод с помощью горизонтальных скважин.

Главный научный сотрудник
Научного центра геомеханики
и проблем горного производства
Санкт-Петербургского Горного университета,
доктор технических наук

Кутепова
Надежда Андреевна

06.06.2016г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Санкт-Петербургский Горный университет
199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д.2
e-mail: koutepovy@mail.ru
телефон: 8-921-939-61-53



Подпись Н.А. Кутепова
заверю:
начальник отдела Е.Р. Яновицкая
исполнительства

" 06 " 06 20 16г.