

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шергина Дениса Владимировича «Исследование и разработка технологии создания подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15 – «Технология бурения и освоения скважин».

Работа Д.В. Шергина представляет несомненный интерес. Она посвящена весьма актуальной на сегодняшний день проблеме – исследованию и разработке технологии создания подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах.

Несмотря на имеющийся опыт проектирования и строительства подземных резервуаров в мёрзлых породах, существующие на сегодняшний день подходы и методики расчёта режимов и параметров сооружения подземных резервуаров через скважины оперируют усреднёнными значениями свойств породного массива, в котором осуществляется строительство. Однако, как показывает практика, различие свойств мёрзлых пород существенным образом влияет на развитие формы подземной выработки, создаваемой путём оттаивания и разрушения многолетнемёрзлого грунта водой, заполняющей резервуар.

Научная новизна работы заключается в разработанной автором методике определения режимно-технологических параметров (температура и производительность подачи воды, её уровень в подземном резервуаре), обеспечивающих заданную форму и объём резервуаров в конкретных геолого-криологических условиях. Разработанная методика основана на уравнении теплового баланса и установленных автором закономерностях зависимости скорости оттаивания и разрушения мёрзлых пород от температуры воды в подземном резервуаре, содержащая глинистых частиц в песчано-глинистых породах, а так же от угла наклона оттаиваемой поверхности к вертикали.

Интересны и введённые автором параметры многолетнемёрзлых пород, которые комплексно учитывают влияние физических свойств этих пород на скорость оттаивания и разрушения, а также затрачиваемую при этом энергию. Шергин Д.В. предлагает исследовать данные параметры в полевых условиях на образцах керна непосредственно перед строительством резервуаров, что повысит качество получаемых данных и упростит расчёт режимно-технологических параметров создания резервуаров.

Достижением автора является установление эмпирических зависимостей распределения температуры воды в подземном резервуаре от среднего значения температуры воды в нём. Эти зависимости позволили точнее прогнозировать процесс развития формы подземного резервуара, заполненного водой.

Практическая значимость проведённых исследований также не вызывает сомнений.

Полученные результаты уже используются на полуострове Ямал, что позволило оптимизировать технологию строительства подземных резервуаров. Не исключено, что выводы автора найдут широкое применение не только на Ямале, но и в других регионах.

Защищаемые автором положения хорошо обоснованы и доказаны. Наглядны также иллюстрации в автореферате.

Из замечаний можно отметить отсутствие в работе подробных статистических данных по строительству подземных резервуаров по предлагаемой технологии, а так же отсутствие графического представления распределения вводимой тепловой энергии в процессе оттаивания и разрушении многолетнемёрзлого грунта при строительстве резервуаров. Но, конечно, подобного рода замечания не снижают положительную оценку данной работы.

Считаю, что представленная к защите диссертация соответствует современным требованиям, имеет высокую практическую и научную значимость, а Шергин Денис Владимирович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук.

Доктор технических наук, профессор  
Московского государственного  
горного института  
(МГИ) НИТУ МИСиС)

Атрушкевич Виктор Аркадьевич

Адрес: г. Москва, Ленинский  
проспект, д. 6.  
Эл. почта: iugi@mail.ru  
Телефон: 8 (985) 765-97-58



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шергина Дениса Владимировича «Исследование и разработка технологии создания подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15 - «Технология бурения и освоения скважин».

Как известно, в настоящее время газо- и нефтедобыча являются ключевыми отраслями в народном хозяйстве страны. И всё, что связано с этими технологиями, в том числе строительство и эксплуатация безоболочных подземных хранилищ для утилизации отходов бурения и хранения жидких углеводородов, представляет несомненный интерес.

Существующие технологические решения по сооружению подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах основывались на методиках расчёта режимно-технологических параметров строительства резервуаров, в которых использовались усреднённые значения свойств мёрзлых пород, а также не учитывалось влияние распределения температуры воды в подземной выработке на развитие её формы. Как показала практика, такие подходы не позволяют сооружать подземные резервуары с заданной формой в конкретных геологических условиях. Таким образом, актуальность исследований соискателя не вызывает сомнений.

В своей работе автор предложил учитывать все инженерно-геологические элементы массива, в котором планируется осуществлять строительство подземного резервуара. Чтобы численно описать способность того или иного инженерно-геологического элемента оттаивать и разрушаться в воде, автор ввёл следующие эмпирические параметры: приведённую скорость и удельную теплоту разрушения мёрзлого грунта в воде. С помощью полученных эмпирических зависимостей скорости оттаивания и разрушения мёрзлых пород в воде от температуры этой воды, содержания глинистых частиц в песчано-глинистых породах и угла наклона оттаиваемой поверхности к вертикали, автором была разработана методика определения технологических параметров строительства подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах.

Основные положения диссертации были апробированы в 2012-2014 гг. на ежегодных конференциях в Московском государственном горном университете и ООО «Газпром геотехнологии». По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, в том числе 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Разработанная

методика прошла проверку при сооружении нескольких резервуаров на Бованенковском нефтегазоконденсатном месторождении.

В качестве замечания следует отметить сложность в понимании некоторых графиков реферата, в особенности рис.4, в котором обозначения точек экспериментальных данных для разных грунтов совпадают. Также в своей работе автор употребляет словосочетание «складирование отходов бурения», тогда как в данном случае более уместно использовать термин «захоронение». Однако сделанные по работе замечания не снижают её положительную оценку.

Все выводы, представляющие научное значение и новизну исследований, бесспорны и доказательны. Итогом работы является разработка методики определения режимно-технологических параметров создания подземных резервуаров, представляющей ценное дополнение к технологии строительства подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах.

Диссертация соответствует современным требованиям, имеет высокую практическую и научную значимость, а её автор, Шергин Денис Владимирович, с полным основанием заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15 - «Технология бурения и освоения скважин».

Доктор технических наук,  
профессор, заведующий  
кафедрой «Разработки газовых  
и газоконденсатных  
месторождений и подземного  
хранения» Российского  
государственного университета  
нефти и газа им. И.М.Губкина.  
Адрес: 125057, г. Москва,  
Ленинский проспект, д. 65  
Эл. почта: rgkm@gubkin.ru  
Телефон: 8 (499) 135 7936

Ермолаев Александр Иосифович

30.06.2014



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шергина Дениса Владимировича “Исследование и разработка технологии создания подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах”, представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15 –«Технология бурения и освоения скважин».

Постоянный спрос и высокие цены на топливные ресурсы, а также важнейшая роль их экспорта для бюджета России стимулируют освоение запасов нефти и газа, расположенных в труднодоступных и неосвоенных территориях, а также в районах Крайнего севера. Утилизация отходов, образующихся в процессе строительства скважин, представляет значительную экологическую проблему.

Одним из наиболее эффективных и экономически целесообразных подходов к решению этой проблемы на территории распространения многолетнемёрзлых пород является захоронение отходов бурения в подземных резервуарах, сооружаемых через технологические скважины методом теплового воздействия. В этой связи тема диссертационной работы является, безусловно, актуальной.

На основе анализа производственного опыта, обобщения работ специалистов в рассматриваемой области, а также собственных лабораторных и аналитических исследований, автором получены результаты, имеющие как научное, так и практическое значение. Научная новизна работы заключается в установлении эмпирических зависимостей скорости оттаивания и разрушения мёрзлых пород в воде от её температуры, содержания глинистых частиц, угла наклона оттаиваемой поверхности к вертикали, которые автор использовал в разработанной им методике определения технологических параметров создания подземных резервуаров.

Также в методике было учтено влияние распределения температуры воды по высоте подземной выработки на развитие её формы. Выносимые на защиту положения оригинальны, их достоверность подтверждается необходимым и достаточным количеством исследований; хорошей воспроизводимостью полученных закономерностей, соответствием теоретических результатов лабораторным и производственным исследованиям.

Методика проведения исследований и основные научные и практические результаты работы были неоднократно доложены и получили одобрение на конференциях и семинарах.

Заслуживает внимания тот факт, что установленные в работе научные закономерности и разработанные методики использованы в рабочих проектах

строительства подземных резервуаров для захоронения отходов бурения на ряде месторождений полуострова Ямал.

В качестве замечания можно отметить отсутствие в реферате обоснования возможности переноса результатов лабораторных исследований в промышленные условия, учитывая несоблюдение критериев подобия. Тем не менее, это не снижает общее положительное впечатление от работы.

Таким образом, диссертация Д.В. Шергина является законченной научно-квалификационной работой, в которой дано решение важной для горного дела научно-технической задачи: обоснование и разработка методики расчёта основных технологических параметров строительства подземных ёмкостей. За установление основных закономерностей, определяющих показатели и параметры технологии строительства подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах для хранения жидких углеводородов или захоронения отходов бурения, автор диссертации, Шергин Денис Владимирович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15 –«Технология бурения и освоения скважин».

Учёный секретарь горно-металлургической секции Российской академии естественных наук, доктор технических наук

Адрес: г. Москва, Ленинский проспект, д. 6.

Эл.почта: mogmsraen@mail.ru

Телефон:8(499)237-47-16

Хчеян Георгий Хачатурович



02.07.2014

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шергина Дениса Владимировича «Исследование и разработка технологии создания подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15 – «Технология бурения и освоения скважин».

Несмотря на более чем тридцатилетний опыт сооружения и эксплуатации подземных резервуаров в мёрзлых породах, многие вопросы по технологии строительства остаются нерешёнными. К последним относятся и вопросы влияния различных природных и технологических факторов на развитие формы подземных резервуаров, сооружаемых через скважину, являющиеся предметом диссертационного исследования Шергина Д.В.

Основными научными и практическими достижениями в диссертационной работе Шергина Д.В. являются:

1. Установление закономерности влияния температуры воды, заполняющей подземный резервуар на скорость оттаивания и разрушения его стенок, сложенных многолетнемёрзлыми грунтами.
2. Определение закономерности влияния содержания глинистых частиц в песчано-глинистой породе на скорость её оттаивания и разрушения в воде.
3. Установление эмпирической зависимости скорости оттаивания и разрушения поверхности многолетнемёрзлого грунта в зависимости от угла её наклона к вертикали.
4. Установление закономерности влияния средней температуры воды в подземном резервуаре на распределение температуры воды в нём по высоте, а также на развитие выработки.
5. Создание методики, позволяющей находить технологические параметры строительства подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах через скважину.

В качестве замечания следует отметить трудную читаемость некоторых графиков и рисунков, в особенности рис.1.15, масштаб обозначений на котором следовало бы увеличить. К тому же, необходимо более убедительно объяснить, почему горизонтальные поверхности стенок подземного резервуара оттаивают и разрушаются медленнее вертикальных.

Сделанные по работе замечания ни в коей мере не снижают её положительную оценку. Диссертация Шергина Д.В. отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15.

Доктор технических наук,  
профессор кафедры «Разработки месторождений  
стратегических видов минерального сырья  
и маркшейдерского дела» Российского государственного  
геологоразведочного университета  
им. С. Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ)

117987 Москва ул. Миклухо-Маклае, 23  
E-mail: msgra@msgra.edu.ru  
тел. (495) 433-62-56  
Специалист по кадрам



Боровков Ю.А.

01.07.2014

*Шергин* *Боровков Ю.А.*

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Шергина Дениса Владимировича** на тему: **«Исследование и разработка технологии создания подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах»**, представленной на соискание учёной степени кандидата технических по специальности 25.00.15 - «Технология бурения и освоения скважин

Сложность освоения удалённых северных месторождений определяется не только трудностями, связанными с доставкой оборудования и вывозом производственных отходов, но и сильно зависящей от техногенного фактора средой, восстановление естественного состояния которой приводит к большим финансовым затратам. В связи с этим, требуется подбор технологий и методов освоения нефтяных и газовых месторождений, минимально влияющих на природную среду. Подземное хранение продуктов переработки газа и захоронение отходов бурения в многолетнемёрзлых породах позволяют снизить воздействие на экологию и являются экономически более эффективными, чем существующие аналоги. Однако для безаварийной эксплуатации подземных резервуаров необходимо разработать методику определения технологических параметров их строительства, которая позволила бы сооружать выработки с необходимой формой и объёмом в конкретных геологических условиях. Природные и технологические факторы являются определяющими при развитии формы подземных резервуаров. Таким образом, актуальность темы представленной диссертационной работы, направленной на совершенствование технологии создания подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах не вызывает сомнений.

Существующие в настоящее время методики расчёта режимно-технологических параметров сооружения подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах, создаваемых через скважины, не учитывают геологическое строение массива мёрзлых пород и температурную стратификацию воды по высоте резервуара. Для решения этого вопроса автор определил закономерности изменения скорости теплового разрушения мёрзлых песчано-глинистых пород в зависимости от содержания в них глинистых частиц, от температуры воды в резервуаре и от угла наклона оттаиваемой поверхности к вертикали, а также зависимость распределения температуры воды в подземной выработке от средней температуры воды. На основе этих закономерностей была разработана методика определения технологических параметров строительства. Её практическая реализация показала хорошие результаты.

Научные положения, выводы и рекомендации, представленные в работе, без сомнения, обладают всеми признаками новизны и достоверности. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций базируется на положительном опыте внедрения научных результатов исследования при проектировании и строительстве объектов нефтегазового комплекса. Автореферат изложен технически грамотным языком,



все его разделы связаны логически.

В качестве замечания можно отметить следующее: после прочтения работы остаётся непонятным, как полученная эмпирическая зависимость скорости оттаивания и разрушения мёрзлых песчано-глинистых пород от содержания глинистых частиц применяется в методике расчёта технологических параметров строительства резервуаров? Однако это замечание не снижает положительную оценку данной работы.

Исходя из материалов автореферата, представленная диссертационная работа по своей актуальности, новизне, научной и практической значимости полностью соответствует требованиям ВАК РФ. Автор диссертации, **Шергин Денис Владимирович**, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15 - «Технология бурения и освоения скважин».

Канд.техн.наук,  
ведущий научный сотрудник  
ОАО «ВНИПИпромтехнологии»  
Адрес: Каширское шоссе, д.33  
Эл. почта: Pavlov.A.A@vnipipt.ru  
Телефон: 8(499)324-81-64



Павлов Антон Александрович

09.07.2014

Подпись Павлова А.А. заверяю:  
старший специалист отдела  
управления персоналом  
ОАО «ВНИПИпромтехнологии»



Дорохова Евгения Владимировна

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шергина Дениса Владимировича «Исследование и разработка технологии создания подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах», представленной на соискание учёной степени кандидата технических по специальности 25.00.15 - «Технология бурения и освоения скважин».

Правильное определение режимно-технологических параметров сооружения подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах с определённой формой и объёмом было и остаётся одним из приоритетных направлений совершенствования технологии создания резервуаров через скважины.

Существующие в настоящее время методики расчёта параметров строительства подземных резервуаров (температура и производительность подачи воды, её уровень в подземном резервуаре), не учитывают различие свойств мёрзлых грунтов по высоте, которое может в значительной степени повлиять на форму выработки. При прогнозировании развития формы резервуаров не учитывалось ранее и влияние перехода распределения температуры воды в резервуаре с прямой температурной стратификации на обратную. В представленной работе автор предлагает решение этих вопросов.

В настоящее время подземные резервуары в многолетнемёрзлых породах получили широкое применение на объектах Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения. Также существует перспектива их строительства на других месторождениях Крайнего севера. С учётом этого, работа имеет большое практическое значение.

Научная новизна исследования заключается в обосновании способа расчёта скорости разрушения поверхности мёрзлых песчаных, суглинистых пород и природного льда при тепловом воздействии воды, заполняющей подземный резервуар, основанного на установлении зависимостей скорости оттаивания поверхности мёрзлых пород от температуры воды, содержания глинистых частиц и угла наклона оттаивающей поверхности к вертикали. А также в установлении влияния средней температуры воды в подземном резервуаре на её распределение по высоте и на развитие формы выработки. На основе полученных закономерностей автором была разработана методика определения технологических параметров сооружения подземных резервуаров в многолетнемёрзлых породах через скважину.

Автореферат изложен хорошим техническим языком, чётко структурирован. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций базируется на положительном опыте внедрения научных результатов

исследования при проектировании и строительстве объектов нефтегазового комплекса.

По представленному автореферату имеется следующее замечание – не совсем ясно, как в предложенной методике, позволяющей производить расчёт технологических параметров строительства подземных резервуаров, учитывается анизотропность свойств окружающего мёрзлого породного массива по простиранию.

При этом следует отметить, что высказанное замечание не ставит под сомнение представленные на защиту положения. Диссертационная работа по своей актуальности, новизне, научной и практической значимости полностью соответствует требованиям ВАК РФ. Автор диссертации, Шергин Денис Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.15 - «Технология бурения и освоения скважин».

Кандидат технических наук,  
заместитель генерального  
директора по научным и  
проектным работам в области  
строительства скважин  
«ТюменНИИгипрогаз»

Адрес: 625019, г.Тюмень,  
ул. Воровского, 2  
Эл. почта: shtol@tngg.info  
Телефон: 8 (3452) 28-64-66

Штоль Владимир Филиппович

30.06.2014 г.

