

УТВЕРЖДАЮ  
**Генеральный директор ОАО «Фундаментпроект»**  
**Доктор геолого-минералогических наук**  
**Минкин М.А.**  
«05 » марта 2015 года,



## ОТЗЫВ

**ведущей организации на диссертацию Молокитиной Надежды Сергеевны  
«Строение и устойчивость дисперсий льда, стабилизированных  
гидрофобизированным нанокремнеземом», представленную на соискание  
учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.08 –  
инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.**

Диссертационная работа **Молокитиной Надежды Сергеевны** выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте криосферы Земли Сибирском отделении РАН, г.Тюмень, и посвящена актуальной теме создания научных основ применения материалов из дисперсного льда, стабилизированного гидрофобизированным нанокремнеземом, поливиниловым спиртом, для решения задач инженерной геокриологии и установления механизмов образования и диссоциации гидратов природных газов в криолитозоне.

Основной целью данной работы является изучение строения замороженной «сухой воды» и замороженных водных дисперсий поливинилового спирта, стабилизированных гидрофобизированным нанокремнеземом (гидрофобным аэросилом), и определить их устойчивость к циклам замерзания/оттаивания водной фазы.

Диссертация **Молокитиной Надежды Сергеевны** состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы. Работа изложена на 112 страницах, включает 61 рисунок и 13 таблиц. Список литературы содержит 109 наименований.

**Во введении** обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследований, раскрывается научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

**В первой главе** представлен обзор литературных данных, отражающих современные представления о микрокапельной системе «сухая вода», «сухой гель», гидрогель поливинилового спирта, описано поведение этих систем при образовании и плавлении льда, обсуждается использование этих систем для решения задач геокриологии.

**Вторая глава «Экспериментальная часть»** содержит обоснование выбора объектов исследования, краткую характеристику используемых материалов, описание используемого оборудования и экспериментальных установок, методик анализа и обработки данных.

В качестве объектов исследования использовались дисперсии льда, полученные замораживанием «сухой воды» либо водных дисперсий поливинилового спирта (ПВС). Дисперсии стабилизировали гидрофобизированным нанокремнеземом торговой марки Evonik Industries AG – Аэросил R 202.

Для изучения строения, образования и устойчивости дисперсий льда, стабилизованных гидрофобным аэросилом и поливиниловым спиртом были привлечены дифференциальный термический анализ (ДТА), оптическая микроскопия, ядерный магнитный резонанс (ЯМР).

**В третьей главе «Результаты и их обсуждение»** содержится описание, анализ и обсуждение экспериментальных данных, полученных при изучении строения замороженной “сухой воды” и замороженных водных дисперсий поливинилового спирта, стабилизованных гидрофобным аэросилом, и определения их устойчивости к циклам замерзания/оттаивания воды.

Диссертацию заключают основные результаты и выводы, а также список литературы из 109 наименований.

**Актуальность темы** диссертации автором раскрыта достаточно полно и убедительно. Следует заметить, что в последние годы как у нас в стране, так и за рубежом были созданы различные методы получения микрокапельных дисперсий, - как водных, стабилизованных гидрофобизированным кремнеземом («сухая вода»), так и основанных на замене воды концентрированным гидрогелем полисахарида («сухой гель»). При замерзании таких дисперсий образуется диспергированный лёд («лёд рыхлой структуры»), плотность которого в несколько раз ниже плотности монолитного льда. Такой искусственный диспергированный лёд обладает низкой теплопроводностью, что позволяет использовать его в качестве эффективного теплоизоляционного материала в условиях холодного климата Арктики и Антарктики. Само собой разумеется, что исследование особенностей строения и устойчивости таких искусственно созданных дисперсий льда представляет собой большой и серьёзный интерес для народного хозяйства

нашей страны, – в частности, для его строительной отрасли. Поэтому, актуальность темы диссертации **Молокитиной Н.С.** не вызывает сомнений.

**Основная цель работы:** Основной целью исследований **Молокитиной Н.С.** являлось изучение строения замороженной «сухой воды» и замороженных водных дисперсий поливинилового спирта, стабилизированных гидрофобным аэросилом (гидрофобизированным нанокремнеземом), и определение их устойчивости к циклам замерзания и оттаивания водной фазы.

**Задачи исследования:** Для достижения поставленной цели **Молокитиной Н.С.** решались следующие задачи:

- определение условий образования льда в «сухой воде» и водных дисперсиях поливинилового спирта, стабилизированных гидрофобным аэросилом;
- изучение особенностей строения замороженной «сухой воды» и замороженных водных дисперсий поливинилового спирта, стабилизированных гидрофобным аэросилом;
- изучение особенностей строения водных дисперсий поливинилового спирта, полученных измельчением смеси замороженного водного раствора поливинилового спирта и гидрофобного аэросила;
- определение устойчивости к циклам замерзания и оттаивания «сухой воды» и дисперсий водных растворов поливинилового спирта, стабилизированных гидрофобным аэросилом.

**Научная новизна работы:** Результаты, полученные в диссертационной работе Молокитиной Н.С., являются новыми, научно значимыми, и получены автором лично. Автором, в частности, установлено, что замороженная «сухая вода» с содержанием гидрофобного аэросила не более 5 мас. %, состоит преимущественно из сплошного пористого ледяного тела. При содержании стабилизатора в «сухой воде» более 5 массовых процентов часть замороженной «сухой воды» имеет консистенцию сыпучего порошка, доля которого возрастает с увеличением содержания гидрофобных наночастиц стабилизатора.

Автором показано, что гидрофобный аэросил инициирует нуклеацию льда в «сухой воде». Благодаря этому степень переохлаждения воды в микрокаплях дисперской фазы «сухой воды» уменьшается примерно на два десятка градусов по сравнению с водой, не контактирующей с твердыми частицами.

Показана возможность повышения устойчивости «сухой воды» к циклам замерзания/оттаивания за счет увеличения содержания гидрофобного аэросила: «сухая вода» с содержанием стабилизатора 3 и 5 массовых процентов расслаивалась после одного цикла замерзания/оттаивания, но сохраняла устойчивость после двух циклов замерзания/оттаивания при содержании стабилизатора 10 массовых процентов.

Установлено, что замена воды на водный 5-процентный раствор поливинилового спирта в водной дисперсии, стабилизированной гидрофобным аэросилом, приводит к значительному повышению устойчивости этой дисперсии к циклам замерзания/оттаивания. Так дисперсия 5-процентного раствора поливинилового спирта с содержанием гидрофобного аэросила 8 массовых процентов не расслоилась после проведения восьми циклов замерзания/оттаивания.

**Достоверность результатов работы:** Все положения диссертации Молокитиной Н.С. являются достоверными, теоретически обоснованы и подтверждены экспериментально.

**Практическая значимость работы:** Практическая значимость работы Молокитиной Н.С. сомнений не вызывает. Результаты ее исследований могут найти применение при возведении объектов промышленного, гражданского и оборонного назначения в районах Крайнего Севера нашей страны. Полученные Молокитиной Н.С. данные о строении и устойчивости дисперсного льда, стабилизированного гидрофобным аэросилом, могут быть рекомендованы к использованию при разработке новых инновационных теплоизоляционных материалов на основе искусственного льда.

**Основные положения рассматриваемой диссертации:** отражены в научных публикациях автора достаточно полно.

**Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.**

**Замечания и вопросы по работе Молокитиной Н.С. следующие:**

1. Автор не приводит четких определение понятий «сухая вода», «дисперсия льда», «гидрофобизированный кремнезем».
2. Нет четкого объяснения, чем руководствовался автор при выборе условий заморозки исследуемых систем.
3. Не рассмотрены вопросы применимости и технологии использования исследованных стабилизированных дисперсий в строительстве, а также вопросы

утилизации.

4. Не рассмотрены теплофизические характеристики изучаемых дисперсий и нет сопоставления их с применяемыми в настоящее время аналогами (а это необходимо для оценки эффективности новых материалов, если предполагается их использовать в качестве теплоизоляции)

5. Нет четкого объяснения, чем отличается среднее значение переохлаждения для «сухой воды» и для систем с похожим размером капель?

6. Непонятно, как будут вести себя исследуемые системы при положительных температурах?

7. Проверялась ли химическая чистота нанокремнезема?

8. Проводилось ли автором сопоставление цены и целесообразности использования исследуемого материала по сравнению с методом капельного намораживания?

9. Какова длительность существования теплоизоляционного покрытия, изготовленного из дисперсий льда, стабилизированных гидрофобизированным нанокремнеземом?

**Сделанные замечания и поставленные вопросы не снижают, однако, научной ценности диссертационной работы Молокитиной Н.С.**

Диссертационная работа Молокитиной Н.С. «Строение и устойчивость дисперсий льда, стабилизированных гидрофобизированным нанокремнеземом» была рассмотрена и обсуждена 04 февраля 2015 года на расширенном заседании Отдела инженерно-геокриологической съёмки и ГИС-технологий (ОИГС) ОАО «Фундаментпроект» с участием приглашенных специалистов ОАО ВНИИГАЗ и Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина. По результатам этого обсуждения было принято следующее

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ:**

Диссертационная работа Молокитиной Н.С. «Строение и устойчивость дисперсий льда, стабилизированных гидрофобизированным нанокремнеземом» представляет собой целостное и законченное исследование, в котором получены конкретные и значимые научные результаты.

В работе Молокитиной Н.С. применены современные и достоверные методы научного исследования, такие, как оптическая микроскопия, термогравиметрия, спектрометрия ядерно-магнитного резонанса (ЯМР), дифференциальный термический анализ (ДТА), что обеспечивает полноту экспериментального описания исследуемого объекта. Диссертационная работа Молокитиной Н.С. выполнена на высоком научном уровне, является актуальной и содержит новые и достоверные научные результаты, которые получены автором лично.

**Диссертационная работа Молокитиной Надежды Сергеевны «Строение и устойчивость дисперсий льда, стабилизированных гидрофобизированным нанокремнеземом» отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.08 – инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.**

**Начальник Отдела  
инженерно-геокриологической съёмки  
ОАО «Фундаментпроект»  
доктор геолого-минералогических наук**



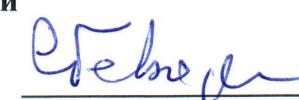
**Ривкин Ф.М.**

**Главный специалист  
Сектора испытаний мёрзлых грунтов  
Отдела инженерно-геокриологической съёмки  
ОАО «Фундаментпроект»  
кандидат технических наук**



**Аксёнов В.И.**

**Ведущий инженер  
Сектора испытаний мёрзлых грунтов  
Отдела инженерно-геокриологической съёмки  
ОАО «Фундаментпроект»  
кандидат физико-математических наук**



**Геворкян С.Г.**

Москва, «\_\_\_» марта 2015