



**ТОМСКИЙ  
НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ  
КЛАСТЕР ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**  
КОМПЛЕКСНЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ

Россия, 634061, г.Томск  
Комсомольский пр-т, 62  
Тел.: +7 983 232-73-91  
e-mail: [info@cluster70.ru](mailto:info@cluster70.ru)

---

## **Разработки технологий укрепления грунтов на территории Крайнего Севера и вечной мерзлоты**

---



**ИНСТИТУТ ХИМИИ НЕФТИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН**

(ИХН СО РАН) 634055, г. Томск, пр. Академический, 4  
тел. (3822) 491-146, 491-623, факс (3822) 491-457  
e-mail: [alk@ipc.tsc.ru](mailto:alk@ipc.tsc.ru)

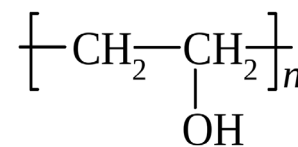
# КРИОГЕЛИ – НОВЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ И РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ



Криогели образуются в системах полимер – вода с верхней критической температурой растворения (ВКТР) в процессе замораживания – оттаивания. В состав криогелей входят экологически безопасные продукты.

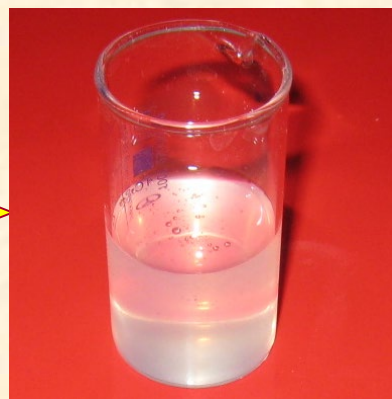
← Фазовая диаграмма системы полимер с ВКТР– растворитель

## Стадии получения криогелей на основе ПВС



Полимер с ВКТР

После  
растворения



Водный раствор на основе  
полимера с ВКТР

После  
замораживания-  
размораживания



Криогели

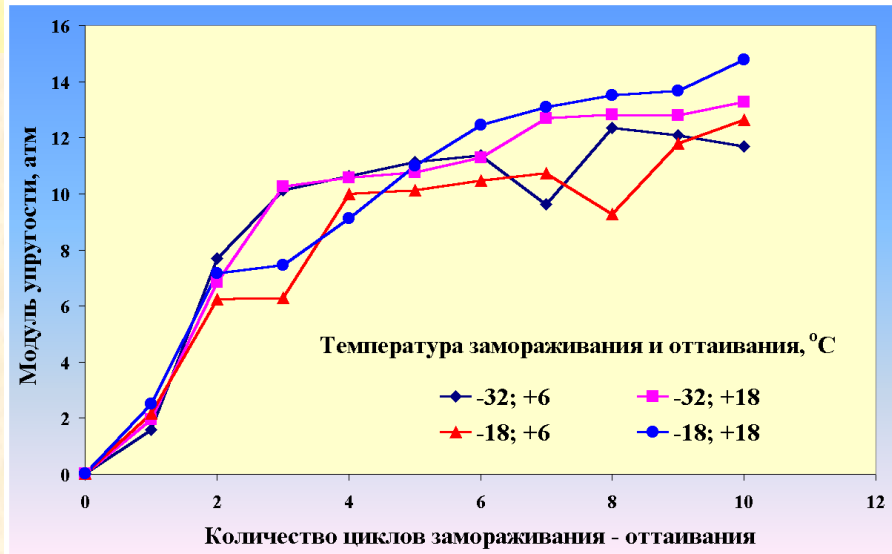
# КРИОТРОПНЫЕ ГЕЛИ – КРИОГЕЛИ

Созданы новые формы криогелей – эффективного тампонирующего материала, значительно снижающего фильтрацию воды в пористой среде.

Растворы полимеров с добавками электролитов или неэлектролитов при температуре 0 – 20 °С образуют гели, которые в циклах «замораживание – оттаивание» превращаются в криогели с высокой упругостью и хорошей адгезией к породе.

Чем больше таких циклов, тем лучше становятся механические свойства криогеля: увеличивается его прочность, упругость, усиливается сцепление с породой.

Криогели могут использоваться для создания противofильтрационных завес и упрочнения грунтов в районах вечной мерзлоты.



*Зависимость модуля упругости криогелей от количества циклов замораживания – оттаивания*



*Результаты создания противofильтрационного экрана путем закачки гелеобразующей композиции в модель карбонатной породы*



# Криогели в качестве конструкционных материалов в строительстве и формировании топливных брикетов

## Свойства наполненных криогелей

| Состав            | Модуль упругости, кПа |
|-------------------|-----------------------|
| Криогель          | 15                    |
| Криогель Песок    | 629                   |
| Криогель Бентонит | 465                   |
| Криогель Цемент   | 885                   |



Криогель, наполненный золой (легче воды)

## Применение криогелей

для формирования мелкодисперсных частиц угля, кокса в топливные брикеты

*Предел прочности на сжатие  $\approx 28$  МПа,  
Теплотворная способность  $\approx 30$  МДж/кг.*



Брикет с углем



Горение брикета



Брикет с коксом

Топливные брикеты на основе:

опилок



соломы



кизяков



# **Применение криогеля для ликвидации приустьевой воронки на скважине 338/2 Средне-Хулымского м-я, г. Надым, 18.12.2004**



**Приустьевая воронка растепления**



**Воронка, очищенная от снега**



**Обработка песка раствором криогеля**



**Бульдозер заполняет песчано-гелевой смесью приустьевую воронку**



# КРИОГЕЛИ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОЛОТНА

В Забайкальском институте железнодорожного транспорта создана установка для заправки криогелей в грунт (фото) производительностью 200-400 л/час, глубиной инъецирования до 5 м. Подобраны оптимальные составы растворов с эффективными наполнителями. В 2012 г. проведены опытно-промышленные работы по укреплению железнодорожного полотна с применением наполненных криогелей на участке длиной 60 м Восточно-Сибирской железной дороги.



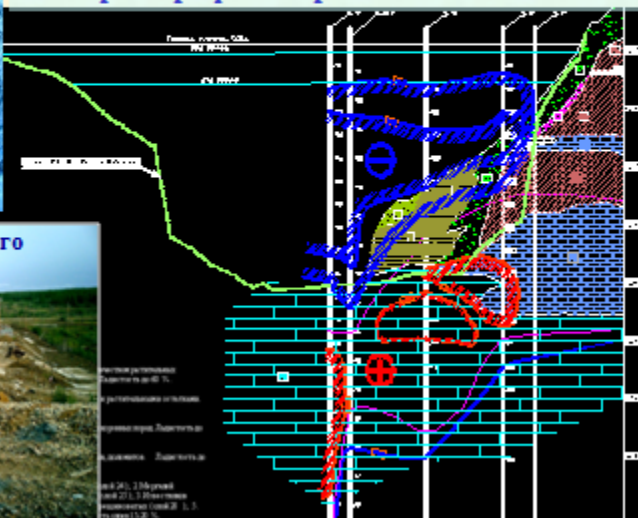


Трубка «Мир»



Опытно-промышленные работы на плотине Иреляхского водохранилища, г. Мирный, республика Саха (Якутия)

Термопрофиль Иреляхской плотины



Плотина Иреляхского гидроузла



Опытно-промышленные работы по тампонажу фильтрующего основания Иреляхской плотины с применением криогелей, август – сентябрь 2003 г.



Понтон с оборудованием для приготовления и заправки криогелей в основание плотины через каверны на дне Иреляхского водохранилища

Криогели для укрепления плотины Иреляхского водохранилища, г. Мирный



Якутия, г. Мирный, трубка «Мир»

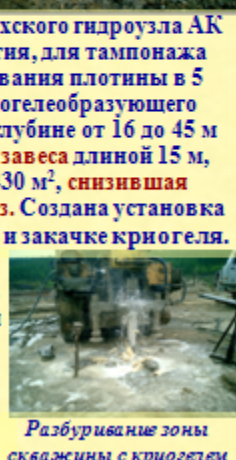


Установка КУДР-7. Загрузка реагента



В 2003 г. на плотине Иреляхского гидроузла АК АЛРОСА, г. Мирный, Якутия, для тампонажа фильтрующего тела и основания плотины в 5 скважин закачана 51 т криогелеобразующего раствора. В результате на глубине от 16 до 45 м образовалась криогелевая завеса длиной 15 м, толщиной 3 м, площадью 430 м<sup>2</sup>, снизившая фильтрацию воды в 150 раз. Создана установка КУДР-7 по приготовлению и закачке криогеля.

В 2004-2005 гг. закачано более 2000 тонн криогеля в 66 скважин в центральном своде и на правом борте. В результате снизился расход возвратных вод в емкость Иреляхского водохранилища.



Разбуривание зоны скважины с криогелем

Опытно-промышленные работы по тампонажу фильтрующего основания Иреляхской плотины с применением криогелей, июль-декабрь 2005 г.



При бурении двух контрольных скважин на правобережном примыкании в отобранном керне наблюдаются заполненные криогелем каверны



# КРИОГЕЛИ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ОПУСТЫНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

## КРИОГЕЛИ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ОПУСТЫНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

В Чите, в Забайкальском институте железнодорожного транспорта, в 2010 г. создана экспериментальная площадка, размером 4×3 м, огороженная сеткой, для посадки семенного материала. Подготовлен грунт, смешанный с раствором криогеля. В 2010 г. высажен семенной материал, предоставленный ИГиГ СО РАН: *Кострец безостый* «Рассвет», *Галега восточная*, *Тимофеевка дикорастущая*, *Эспарцет песчаный*, *Клевер луговой* «Сибиряк 10», *Овсяница красная*. **Всхожесть семян в грунте с криогелем – 88-95%**. Растения пересаживали, весной 2011 года вошли в том же количестве и оставались зелеными до поздней осени.



Пустыня Гоби, через 2 мес. после посадки растений



Полевые работы в Монголии в 2012 года  
Пустыня Гоби, через 1 мес. после посадки растений в  
криоструктурированную почву



Пустыня Гоби, через 3 мес. после посадки растений





## Опытно-промышленные работы, проведенные на территории Ямало-Ненецкого автономного округа

Осенью 2013 г. были заложены 3 экспериментальные площадки в 3х городах  
г. Новый Уренгой г. Ноябрьск г. Салехард



г. Салехард, высадка Кедр сибирского с криогелем



### Экспериментальный участок г. Салехард, 2015 г.

Было высажено более 70 саженцев хвойных и кустарниковых растений, среди которых кедр, голубая ель, пихта, шиповник, барбарис и т.д.

#### Высаживание саженцев

#### Мониторинг растений



Оценка состояния саженцев в конце первого вегетационного сезона показала, что использование комплексного метода защиты растений с применением криогеля, минеральных, органических и микробиологических удобрений обеспечило выживаемость саженцев хвойных растений 70 %, для лиственных 90 %.

Июль 2014 г. Наблюдения за экспериментом, заложенным в сент. 2013 г. на территории Ямало-Ненецкого автономного округа

г. Ноябрьск (Кедр)

г. Новый Уренгой (Ясколка)



г. Салехард (Пихта)



### Высаживание более 450 саженцев, г. Салехард, 2016 г.:

закладка питомника древесных и кустарниковых пород растений, применяемых в городском озеленении, на территории ГКУ ЯНАО «Гостинично-транспортный комплекс «Ямальский», г. Салехард



### В августе 2017 года оценили состояние растений



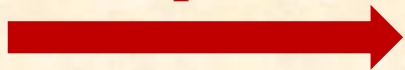
Использование комплексного метода защиты растений с применением криогеля, минеральных, органических и микробиологических удобрений обеспечило выживаемость для хвойных растений составила 85 %, для лиственных – 97 %.



## Укрепление и озеленение газона, г. Новый Уренгой, 2016 г.



Вид газона,  
сентябрь 2017 г.



## Укрепление и озеленение склона, г. Ноябрьск, 2016 г. 2017 г.





**Опытно-промышленные работы по закреплению откосов с помощью криогелеобразующего раствора, г. Лабитнанги, ЯНАО, 2014 г.**



Общий вид строящегося объекта «Сквер на ул. Дзержинского». Заказчик - «Администрация города Лабитнанги», исполнитель - Муниципальное унитарное предприятие города Лабитнанги «Городское хозяйство».



«Администрация города Лабитнанги» при участии технопарка «ЯМАЛ» предоставила опытные участки (1, 2 из 3), расположенные в пешеходной зоне «Сквер на ул. Дзержинского» г. Лабитнанги.

**ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОТКОСОВ С ПОМОЩЬЮ КРИОГЕЛЯ г. Лабитнанги, ЯНАО, контрольный участок без криогеля**



Исходный вид (сентябрь 2014)



Контрольный участок после зимовки (июнь 2015)



Контрольный участок (сентябрь 2015)



Контрольный участок (сентябрь 2016)

**ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОТКОСОВ С ПОМОЩЬЮ КРИОГЕЛЯ г. Лабитнанги, ЯНАО, опытный участок № 1 с криогелем**



Исходный вид, сентябрь 2014



Июнь 2015



Сентябрь 2015



Сентябрь 2016

**ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОТКОСОВ С ПОМОЩЬЮ КРИОГЕЛЯ г. Лабитнанги, ЯНАО, опытный участок № 2 с криогелем**



Исходный вид экспериментального участка № 2, сентябрь 2014



Июнь 2015



Сентябрь 2015



Сентябрь 2016



## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

- создание **противофильтрационных завес** в гидротехнических сооружениях, расположенных в районах вечной мерзлоты;
- **укрепление грунтов** в районах крайнего Севера;
- **гидроизоляция** фундаментов различных зданий, сооружений;
- **рекультивация земель**;
- обустройство оснований нефтяных и газовых скважин;
- укрепление грунтов при строительстве газопроводов;
- **создание дополнительных барьеров безопасности** при захоронении токсичных и радиоактивных отходов.

## ПРАВОВАЯ ЗАЩИЩЕННОСТЬ

Разработка защищена патентами России №№ 2382138, 2344229, 2321607, 2289652, 2288924, 2276703. Имеется ноу-хау

## КОММЕРЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВНУТРЕННЕГО И ВНЕШНЕГО РЫНКА

Опытно-промышленные испытания и использование технологий в промышленном масштабе, заключение лицензионных соглашений, договоров, контрактов, передача ноу-хау.