ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/7

КРИОГЕЛИ - ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ И РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Алтунина Л.К., Кувшинов В.А., Фуфаева М.С.

ФГБУН Институт химии нефти СО РАН, Томск, Россия

В настоящее время освоение природных ресурсов Арктики является первоочередной государственной задачей. Ее решение осложняется экстремальными климатическими условиями, предъявляющими повышенные требования к используемым технологиям и материалам. В Институте химии нефти СО РАН разработаны криогели – криотропные полимерные материалы, перспективные для тампонажных работ, строительной индустрии, решения экологических проблем в районах распространения многолетнемерзлых пород.

Криогели получают из растворов полимеров с нижней критической температурой растворения в результате термообратимых фазовых переходов. Пространственная структура криогелей формируется в процессе фазового перехода и стабилизируется межмолекулярными связями различной природы: ковалентными, координационными, ионно-электростатическими, что порождает многообразие типов криогелей и позволяет широко варьировать их свойства. Криогелеобразующий раствор является подвижной маловязкой жидкостью, с плотностью 1.0-1.1 кг/м³ и вязкостью 40-90 мПа·с. При температуре 0 – 20 °С он образует гель, а в дальнейшем, в процессе замораживания – оттаивания, превращается в криогель с высокой упругостью и адгезией к породе. При этом гели и криогели способны образовываться непосредственно в капиллярно-пористых средах естественного и искусственного происхождения: в горных породах, гидротехнических сооружениях, дорогах и т.п. Чем больше циклов замораживания – оттаивания, тем лучше становятся механические свойства криогеля: увеличивается его прочность, упругость, рис. 1, усиливается сцепление с породой. Время и температуру гелеобразования можно регулировать добавками электролитов и неэлектролитов.

Рис. 1 Зависимость модуля упругости криогелей от количества циклов замораживания и оттаивания.

Кригели безвредны для людей и экологически безопасны для окружающей среды. Простая технологии производства криогеля и возможность приготовления его на месте непосредственного применения с помощью стандартной техники, невысокая стоимость за счет использования продуктов крупнотоннажного производства является уникальным преимуществом криогеля. Стабилизация грунтов, гидротехнических сооружений, укрепление откосов и насыпей может осуществляться либо путем закачки криогелеобразующего раствора через скважины, либо путем его смешивания с грунтом, укладкой на поверхность с последующим естественным замораживанием – оттаиванием. Криогель повышает водонепроницаемость и структурную прочность грунтов, укрепляет основание земляного полотна железных и автомобильных дорог в условиях низких температур, в районах с сезонно- и многолетнемерзлыми породами. Устойчивость

криогеля к различным воздействиям окружающей среды: воде, микроорганизмам, ультрафиолету и перепадам температур позволяет использовать его в борьбе с оползнями, ливневыми движениями почвы, вибрациями различного происхождения и прочими воздействиями.

Впервые в отечественной практике в 2003-2005 гг. успешно проведены опытно-промышленные испытания криогеля на плотине Иреляхского гидроузла АК "АЛРОСА", расположенной в районе вечной мерзлоты (г. Мирный, Якутия). Произведена закачка 1500 м³ раствора криогеля в 63 скважины. ООО «Корона-ТЭК» спроектирована и изготовлена установка КУДР-7 по приготовлению и закачке криогелеобразующих растворов. Кроме того, успешно проведена закачка с понтона криогелеобразующего раствора со сшивателем в каверны на дне водохранилища с целью тампонажа фильтрующего основания плотины Иреляхского гидроузла. В результате закачки криогеля был сформирован противифльтрационный экран, о чем свидетельствовали результаты геофизических и гидродинамических исследований, состояние плотины стабилизировалось, ликвидирован водопиток в зонах закачки раствора криогеля.

С применением криогелей разработана технология укрепления устьев нефтяных и газовых скважин в условиях вечномерзлых грунтов. В 2004 г. проведены опытно-промышленные работы с применением криогеля для ликвидации приустьевой воронки на скважине 338/2 Средне-Хулымского месторождения, г. Надым.

С применением криогелей разработан химико-биологический метод предотвращения эрозии, рекультивации почв и создания зеленого покрова. Преимуществом метода является комплексный подход к решению проблемы опустынивания почв, основанный на применении криогеля в комплексе с выращиванием многолетних трав и древесных пород растений. Криоструктурирование не только скрепляет почву, но и способствует прорастанию семян многолетних трав и образованию зеленого покрова, при этом растения лучше переносят зимние морозы, их корни не вымерзают, а в засушливый период лучше удерживают влагу.

Опытные работы проведены в Читинской области и Сургуте, в пустыне Гоби (Монголия); при участии технопарка «Ямал» – в г. Салехард, Новый Уренгой и Ноябрьск, в 2014 г. проведены работы по укреплению откосов дорог в г. Лабытнанги, ЯНАО, рис. 2.

Рис. 2 Закрепление откосов г. Лабытнанги, ЯНАО, после зимовки, июнь 2015 г.: опытный участок с криогелем (а) и контрольный участок не обработанный криогелем (б).

Криогели перспективны для создания противифльтрационных завес в гидротехнических сооружениях, расположенных в районах вечной мерзлоты, для укрепления грунтов, создания дополнительных барьеров безопасности при захоронении токсичных и радиоактивных отходов, гидроизоляции фундаментов зданий, обустройства оснований нефтяных и газовых скважин, при строительстве газопроводов в районах крайнего Севера, для рекультивации земель в арктическом регионе.