

**Инновационный проект**  
**Прогрессивная технология закрепления**  
**грунтов.**

**1. Информация для контакта**

Андрей  
Николаевич  
Руденко

- Директор  
тел/факс (061)234-78-45  
моб. 8-067-398-12-63

Николай  
Иванович  
Руденко

- Технический директор  
тел. (061)234-91-60  
моб. 8-095-234-43-32

Владимир  
Иванович  
Аверченко

- Менеджер проекта  
тел. (061)233-91-66  
моб. 8-050-561-11-53

Адрес

1. 69005 г. Запорожье, а/я 1178

2. 69035 г. Запорожье  
ул. Лермонтова, 23 кв. 81А.

[www.buk.ukrsmb.info](http://www.buk.ukrsmb.info)

e-mail: [ilona-zr@rambler.ru](mailto:ilona-zr@rambler.ru)

## **2. Описание технологии**

Предлагаемая прогрессивная технология закрепления грунтов относится к строительству и может быть использована:

- для усиления оснований фундаментов вновь строящихся или эксплуатируемых зданий и сооружений в случаях проявления их аварийной просадки;
- при строительстве или эксплуатации тоннелей метрополитена и мостов;
- для создания противодиффузионных экранов и подпорных стен из закреплённого грунта при строительстве гидротехнических сооружений;
- при освоении речных пойм и акваторий морей для создания искусственных земляных участков;
- для предупреждения и ликвидации оползневых явлений под отдельными сооружениями и целыми массивами;
- для предупреждения и ликвидации вспучивания железнодорожных насыпей;
- для локализации и последующей нейтрализации очагов отравляющих веществ попавших в грунт.

Эксплуатационная надёжность и долговечность зданий и сооружений полностью зависит от несущей способности грунтов основания фундаментов.

Основным параметром несущей способности грунтов является их модуль деформации при снижении которого грунты проседают под фундаментами зданий и сооружений.

Особенно резко модуль деформации снижается при замачивании просадочных грунтов атмосферными и техногенными водами, а также вследствие локального подъёма уровня подземных вод.

В результате просадки грунтового основания фундаментов в несущих строительных конструкциях образуются трещины, превышающие предельные величины регламентируемые СН и П, которые имеют тенденцию к дальнейшему развитию.

Здания или сооружения сильно деформируются, а иногда и полностью разрушаются, как при сейсмическом процессе.

В настоящее время наиболее распространённой технологией повышения несущей способности грунтового основания является преобразование строительных свойств грунтов, в условиях их природного залегания, методом инъекции в грунт различных закрепляющих химических растворов.

При этом происходит реакция взаимодействия реактивов между собой и химически активной частью грунта.

Таким образом достигается повышение модуля деформации грунтового основания, и как следствие приостанавливается просадочность.

Модуль деформации закрепленного методом силикатизации грунта в 2÷3 раза превышает значение модуля незакрепленного грунта (См. Соколович В.Е. “Химическое закрепление грунтов” М.Стройиздат, 1980г. стр. 70.)

Закрепление грунтов методом силикатизации увеличивает устойчивость зданий на опрокидывание, сдвиг по подошве фундамента и к образованию трещин.

Особенно это необходимо для районов с сейсмичностью выше 6 баллов по шкале Рихтера или районов где часто ведутся горно-взрывные работы.

Научно-Исследовательским и технологическим Институтом Оснований Фундаментов и Подземных Сооружений им. Н.М. Герсеванова (г. Москва) и его Украинским филиалом (г.Запорожье) по выше описанной технологии выполнено закрепление оснований фундаментов многих гражданских и промышленных объектов, как в процессе их строительства так и эксплуатации.

Например, Одесский оперный театр, противотуберкулёзный диспансер в г. Никополе, при строительстве четырёх высотных железобетонных труб на Днепровском алюминиевом заводе, административный корпус комбината «Звезда», средняя школа №4 в г. Запорожье и др.

Химическое закрепление оснований фундаментов в обязательном порядке необходимо производить при строительстве на просадочных грунтах при опасности замачивания основания атмосферными и техногенными водами.

Однако у просадочных водонасыщенных грунтах и у пльвунов влажностью выше 18% происходит вымывание поглощающего комплекса (химически активной части грунта) и вынесение из зоны закрепляемого массива солей кальция а также других водорастворимых солей, которые берут участие в обменных реакциях и выполняют роль коагулянтов силикатного раствора.

Вследствие этого поглощающий комплекс обедняется, что приводит к уменьшению прочности закрепленного массива,

увеличивает расход закрепляющего раствора и стоимость работ. Это накладывает существенные ограничения на применение описанного способа.

В целях устранения отмеченных недостатков а также получения технического преимущества над конкурентами, специалистами частной фирмы «БУК» (создана после распада Советского Союза на базе украинского отдела ВННОСП им. Н.М. Герсеванова), были проведены патентно-информационные исследования и разработана на уровне изобретений прогрессивная экологически безвредная технология закрепления просадочных грунтов и плывунов.

Коренным образом усовершенствованны:

- технологические операции;
- технологическое оборудование и инструмент;
- применяемые материалы.

Применение прогрессивной технологии позволяет закрепить просадочные грунты и плывуны влажностью 25%, при этом деформационные характеристики закрепленных грунтов увеличились в 4 раза (см. Протокол ЗФ «УкрНИИН ТИЗ» от 05.04.04. № 56,1)

Закрепленный массив приобретает свойства водонепроницаемости.

Данная технология впервые в мировой практике использована в производственных условиях ОАО «Укр графит» г. Запорожье в 2003 году при реконструкции печи №7 обжига электродов весом свыше 2000 тонн.

Путём закрепления плывунов по новой технологии с использованием нового оборудования, инструмента и материалов были выполнены работы по созданию противофильтрационной завесы вокруг печи, а также усилено основание под днищем печи. Это позволило выполнить реконструкцию без водопонижающих работ и дорогостоящих шпунтовых ограждений, к тому же не обеспечивающих безаварийную эксплуатацию корпуса цеха. На сегодняшний день закрепленный массив, корпус печи и несущие конструкции цеха находятся в хорошем состоянии.

#### **Отличительные особенности прогрессивной технологи по сравнению с существующей.**

После уточнения инженерно-геологических условий объекта и разработки рецептуры закрепляющих реагентов выполняется проект

закрепления грунтов. Основным отличием прогрессивной технологии является нагнетание в закрепляемый грунт сначала раствора являющегося продуцентом обменных катионов кальция, заходками сверху вниз через инъекторы, которые располагают в шахматном порядке между инъекторами для нагнетания модифицированного силикатного раствора. Сам же силикатный раствор нагнетается в грунт с проектной глубины так же последовательными заходками, снизу вверх.

«НОУ-ХАУ» прогрессивной технологии заключается в составе модифицирующей добавки, вводимой в закрепляющий раствор и в технологических режимах подачи растворов в закрепляемый грунт.

Для обеспечения равномерной пропитки, закрепляемого массива применяется усовершенствованный надёжный инъектор повышенной проходимости. Для проходки скважин используется компактный магнитно-импульсный механизм, который позволяет реализовать оптимальный режим погружения в грунт и извлечения инъекционной колонны.

При этом обеспечивается сокращение энергозатрат, благодаря импульсному характеру работы.

Механизм осуществляет «безударное» погружение инъекционной колонны, в грунт с минимальным акустическим, воздействием на окружающую среду.

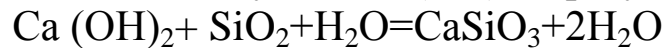
Компактный малогабаритный магнитно-импульсный механизм обеспечивает погружение инъектора в грунт под углом до  $45^{\circ}$  к вертикальной оси, а также позволяет производить работы используя подвальное помещение и проходные тоннели, что является большим преимуществом, так как допускает выполнение работ в зимнее время при любых значениях отрицательных температур наружного пространства.

Применение прогрессивной технологии закрепления грунтов особенно эффективно для улучшения свойств грунтов под фундаментами существующих сооружений. Это объясняется тем, что превращение грунта под фундаментом в камень осуществляется без нарушения эксплуатации здания.

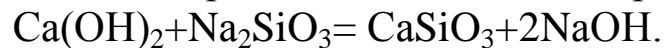
### **Сущность новой технологии заключается в следующем.**

В скважину нагнетают раствор продуцентов катионов кальция, при этом осуществляется пропитка закрепляемого массива, а на поверхности частичек грунта образуется плёнка  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  с сильно развитой

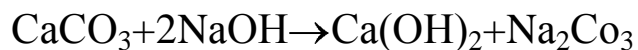
поверхностью. Частички грунта, которые в основном состоят из кристалликов  $\text{SiO}_2$  взаимодействуют с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  образуя силикат кальция:



Происходит также процесс закрепления песков в структуры. Затем, через определённое время, нагнетается в грунт раствор силиката натрия, последний вступает в реакцию с  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  адсорбированной на поверхности частичек грунта со стороны пор. В результате реакций образуется силикат кальция, который стабилизирует скелет грунта, упрочняя его природную структуру. Известь, которая выделяется в результате обменных реакций, а также та, что поступила с раствором продуцентов ионов кальция находится в виде твёрдой нерастворимой фазы и является главным отвердителем силиката натрия:



Высвободившаяся щелочь взаимодействует с дисперсным карбонатом кальция поглощающего комплекса:



При этом происходит интенсификация реакция силикатизации и прочное закрепление грунта. Силикат натрия который не прореагировал и размещен в порах грунта, вследствие поликонденсации образует слабый гель кремневой кислоты, последний защищает цементирующий слой новообразований от агрессивного воздействия водной среды.

### **Оценка финансово-экономического преимущества.**

Использование в производственных условиях новой технологии показало её значительное финансово-экономическое преимущество. Так за счёт использования в качестве активизатора раствора продуцентов ионов кальция, нагнетаемого в закрепляемый массив, в два раза увеличило объём закрепляемого грунта при том же, что и у прототипа, количестве используемого силикатного раствора. Так как стоимость активизатора на порядок ниже стоимости силикатного раствора, то почти в два раза снижается стоимость основных используемых реагентов при закреплении  $1 \text{ м}^3$  грунта. Стоимость модификатора составляющего 5% от стоимости закрепляющих материалов.

Благодаря применению иньектора усовершенствованный конструкции, достигается равномерность пропитки грунта в любой зоне закрепления и на любом уровне, что устраняет незакреплённые участки.

Срок службы иньектора на порядок выше, чем у прототипа за счёт конструктивных решений и используемых сплавов. Всё это в  $2,5 \div 3$  раза повышает производительность труда, что существенно снижает время и стоимость выполнения работ.

Применение магнитно-импульсного механизма проходки скважин позволяет в три раза сократить время забивки погружаемого элемента за счёт повышенной чистоты импульсного воздействия на опорную плиту по сравнению с электромагнитным молотом и в четыре раза уменьшить затраты электроэнергии, которая у прототипа тратится на перемагничивание якоря при возврате его в исходное положение.

Окончательная стоимость работ по закреплению грунтов рассчитывается на основании технического задания и рабочего проекта.

Без стоимости инженерно-геологических изысканий, стоимость работ по закреплению просадочных грунтов и плывунов, с учетом стоимости материалов в расчёте на 1м<sup>3</sup> закреплённого грунта, составляет почти в 2,5 раза меньше чем по традиционной технологии.

### **3.Классификация предложения**

Предлагаемая прогрессивная технология, инструмент и оборудование для осуществления работ по закреплению просадочных грунтов и плывунов, а также объекты, на которых использована предлагаемая технология, могут быть представленными для осмотра потенциальному покупателю лицензии за определенную плату, ориентировочно 150 тыс. у.е. Лицензионное соглашения находится в стадии разработки.

### **4.Стадия состояния объекта.**

Имеется технологическая документация по химическому закреплению просадочных грунтов и плывунов влажностью до 25%, комплект конструкторской документации на иньектор, магнитно-импульсный механизм проходки скважин.

Начат выпуск опытной партии инструмента и оборудования.

### **5. Юридический статус защиты**

Технология защищена блоком патентов Украины:  
«Способ химического закрепления грунта», UAN 74409;  
«Способ закрепления посадочного грунта», UAN 78543;  
«Иньектор для закрепления грунта», UAN 78521;  
«Магнитно-импульсный механизм для проходки скважин», заявка на изобретение.

### **6. Комерческое предложение**

- Передача технологической и конструкторской документации на основе патентной лицензии, включая НОУ-ХАУ;
- продажа образцов инструмента и оборудования.

### **7. Дополнительные материалы**

- Протоколы испытаний образцов закреплённого грунта;
- ЗАКЛЮЧЕНИЕ Запорожской Государственной Инженерной Академии;
- Фотографии инструмента, оборудования участка закреплённого массива и технологической площадки.

Директор Ч.Ф. «БУК»

А.Н. Руденко

Технический директор

Н.И. Руденко

Менеджер проекта

В.И. Аверченко