

**РЕЗУЛЬТАТЫ АПРОБАЦИИ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
УСТРОЙСТВА БУРОИНЪЕКЦИОННЫХ СВАЙ МАЛОГО  
ДИАМЕТРА С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ДИСПЕРСНЫМ  
АРМИРОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНОЙ ФИБРОЙ**

**Менейлюк А.И., Бичев И.К., Антонюк Н.Р.** *(Одесская государственная академия строительства и архитектуры)*

**В статье описаны результаты апробации новой технологии устройства буринъекционных свай малого диаметра с дополнительным дисперсным армированием полимерной фиброй. Результаты получены при моделировании технологии в лабораторных условиях, проверке технологии в условиях строительства, приведены рекомендации по реализации разработанной технологии.**

С каждым годом все больше внимания уделяется состоянию старых зданий и сооружений. Это обусловливается постепенной потерей несущей способности оснований фундаментов таких зданий. Архитектурная и историческая ценность некоторых из старых зданий и сооружений обязывает к постоянному мониторингу несущей способности оснований и фундаментов и в случае необходимости их усиления. Как показывает практика, чаще всего, при выборе способа усиления фундаментов отдают предпочтение технологии устройства буринъекционных свай (БИС) [1,2].

Высокая мобильность, отсутствие динамических воздействий при устройстве буринъекционных свай – это лишь некоторые из особенностей технологии устройства БИС, которые выгодно отличают её от других.

Наряду с высокой эффективностью, имеются некоторые недостатки в технологии устройства БИС, особенно при устройстве свай малого диаметра (80-150 мм). В таких сваях, как правило, отсутствует объемное армирование. В связи с этим снижается сопротивление сваи изгибающим усилиям, повышается трещинообразование.

Для устранения оговоренных недостатков было предложено применить дополнительное дисперсное армирование полимерной фиброй. Она вводилась в процессе приготовления состава для устройства БИС.

Чтобы оценить влияние дополнительного дисперсного армирования и введение модифицирующих добавок на эксплуатационно-технологические показатели был разработан план эксперимента.

Проведенные в лабораторных условиях исследования показали результаты [3,4,5], из которых видно, что большая часть исследованных составов имеют величины технологических показателей в пределах нормативных требований. При этом эксплуатационные показатели улучшаются в 1,2-2,4 раза.

В дальнейшем были проведены исследования технологии устройства буроинъекционных свай с дополнительным дисперсным армированием фиброй на моделях.

В лабораторных условиях была смоделирована технология устройства БИС (рис. 1) с помощью обсадной трубы (1). Максимальное опрессовочное давление составляло 0.12 МПа. Длина сваи составила 100 мм.

Были изготовлены две сваи по разным технологиям, одна с дополнительным дисперсным армированием полимерной фиброй, а другая без дополнительного армирования. Рассмотрено влияние армирования полимерной фиброй на формирование поперечного сечения сваи и кольматацию грунта вокруг сваи в разных условиях. Для этого были смоделированы разные условия по глубине. Соответственно отдельные участки свай устраивались с помощью давления – 0.09 МПа и 0.12 МПа.

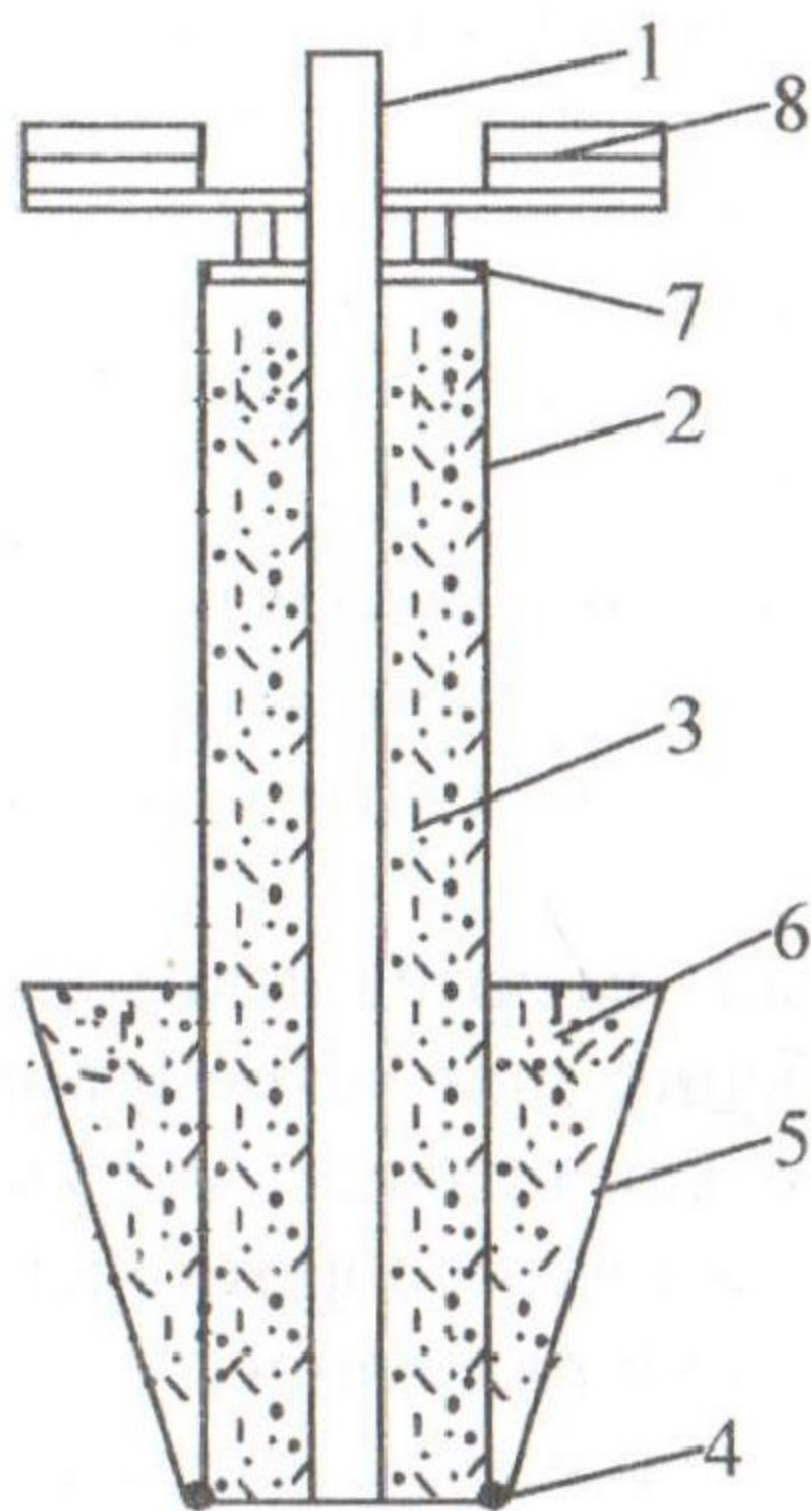


Рис 1. Схема установки для моделирования технологии устройства БИС:

- 1 - обсадная труба; 2 - рабочая труба;  
3 - сухой, не утрамбованный песок; 4 - слой герметика; 5 - ведро; 6 - мокрый утрамбованный песок; 7 - уплотнительная шайба; 8 - система пригрузки гирями.

Определены диаметры свай, устроенных с дополнительным армированием и без армирования. Разница в размерах диаметров исследуемых свай составила менее 1 мм. Такую величину в инженерных расчетах можно не учитывать и считать диаметры свай одинаковыми.

Показатели кольматации грунта вокруг модели дисперсно-армированной сваи также близки к показателям кольматации сваи без армирования.

Исследования на моделях показали следующие

шее. Дополнительное армирование полимерной фиброй с введением ферросилиция и замена зернового состава песка в составе для устройства свай не оказывает существенного влияния на конструктивно-технологические параметры процесса устройства буроинъекционных свай.

Анализ результатов проведенных лабораторных исследований и моделирования процесса позволил разработать и запатентовать технологию устройства буроинъекционных свай с дополнительным дисперсным армированием полимерной фиброй [6]. Суть запатентованной технологии состоит в следующем.

Работы начинают с подготовки площадки и бурения скважины под буроинъекционную сваю. При достижении проектной глубины бурение прекращают и устанавливают в скважину арматурный стержень. Готовят бетонную смесь с помощью растворосмесителя. Перемешивают расчетное количество сухого цемента и песка, добавляют необходимое количество полимерной фибры 0,7-1,1% от объема готовой смеси, тщательным образом перемешивают, добавляют воду и опять перемешивают до получения однородной смеси. Готовую, армированную полимерной фиброй, смесь подают в скважину. После окончания бетонирования проводят опрессовку скважины под давлением 2-3 атм.

Производственная проверка результатов лабораторных исследований и апробация технологии усиления фундаментов буроинъекционными сваями малого диаметра с дополнительным дисперсным армированием полимерной фиброй выполнялась на одном из значимых объектов г. Одессы. Этот объект – подпорные стенки на Приморском бульваре, г. Одесса.

Для укрепления подпорных стенок устраивались анкера в виде наклонных буроинъекционных свай, пронизывающих стенки и заглубляемых в известняк-ракушечник на 4 м. Угол наклона свай к горизонту – 30°. Длина свай составляла 8 м, а диаметр – 132 мм. Армирование свай – одиночное из арматурных стержней класса АIII диаметром 22 мм. Для фиксации арматурных стержней в центре будущего тела сваи на них приваривались специальные объемные ограничители. Для свай был запроектирован цементно-песчаный состав.

Целью апробации являлось определение влияния дополнительного дисперсного армирования и модифицирующих добавок на технологию приготовления и устройства БИС малого диаметра.

Были рассмотрены два способа приготовления дисперсно-армированной смеси и определены её технологические показатели (подвижность и водоотделение).

Первый вариант приготовления. В смеситель заливалось необходимое количество воды, в которой предварительно растворялся суперпластификатор С-3. После этого в воду вводилась полимерная фибра «Ваисон». Включался смеситель, и тщательно перемешивались компоненты до равномерного распределения фибры в воде. Затем вводился цемент и ферросилиций. С помощью смесителя все компоненты перемешивались до однородной массы. В заключении вводился песок, который, в свою очередь, также перемешивался с основной массой.

Второй вариант приготовления. В смеситель засыпалось необходимое количество песка. В песок добавлялась полимерная фибра и включался смеситель. После равномерного распределения фибры в песке в сухую смесь вводились цемент и ферросилиций. Все компоненты перемешивались до однородной массы. Затем заливалось необходимое количество воды, в которой предварительно растворялся суперпластификатор С-3.

В процессе приготовления растворных смесей по двум вариантам визуально контролировались однородность смеси и образование скоплений волокон в виде комков и клубков. Визуальный контроль показал, что в процессе перемешивания фибра постепенно распределялась по всему объему смеси. Поэтому смесь была достаточно однородная.

Применение дополнительного армирования не повлияло на процесс устройства буроинъекционных свай. На всех этапах изготовления свай не было обнаружено каких либо изменений в работе оборудования.

В результате определен более эффективный (из рассмотренных) способ приготовления смеси. При использовании первого варианта технологии время перемешивания меньше на 25% по сравнению со вторым вариантом. Время перемешивания по первому варианту практически не отличается от традиционного варианта приготовления. Технологические показатели (подвижность и водоотделение) при этом изменялись незначительно и соответствовали нормативным требованиям.

Был проведен технико-экономический анализ разработанной технологии. Технико-экономическая эффективность выражается в существенном улучшении эксплуатационных показателей (прочности на изгиб и на срез, трещиностойкости, водонепроницаемости, водопоглощения) и, как следствие, в очевидном увеличении срока службы буроинъекционных свай при незначительном (2%) увеличении стоимости.

По результатам лабораторных и производственных исследований были разработаны рекомендации по устройству буроинъекционных свай малого диаметра с дополнительным дисперсным армированием

полимерной фиброй при усилении фундаментов. Основные этапы рекомендаций следует выполнять в следующей последовательности:

1. Установить буровое оборудование.
2. Произвести бурение скважины до проектных отметок, рис. 2.
3. Приготовить твердеющий состав, рис. 3.: а) в воде растворить суперпластификатор; б) ввести фибру и перемешать до однородности состава; в) ввести цемент и ферросилиций, затем перемешать до однородности состава; г) ввести песок и перемешать до однородности состава.
4. Установить армирующий одиночный арматурный стержень в скважину.
5. Установить трубу-инъектор и заполнить скважину разработанным твердеющим составом, рис. 4.
6. Выполнить опрессовку скважины с забоя.
7. При необходимости, выполнить дополнительные меры по увеличению площади совместной работы свай и усиливаемого фундамента.

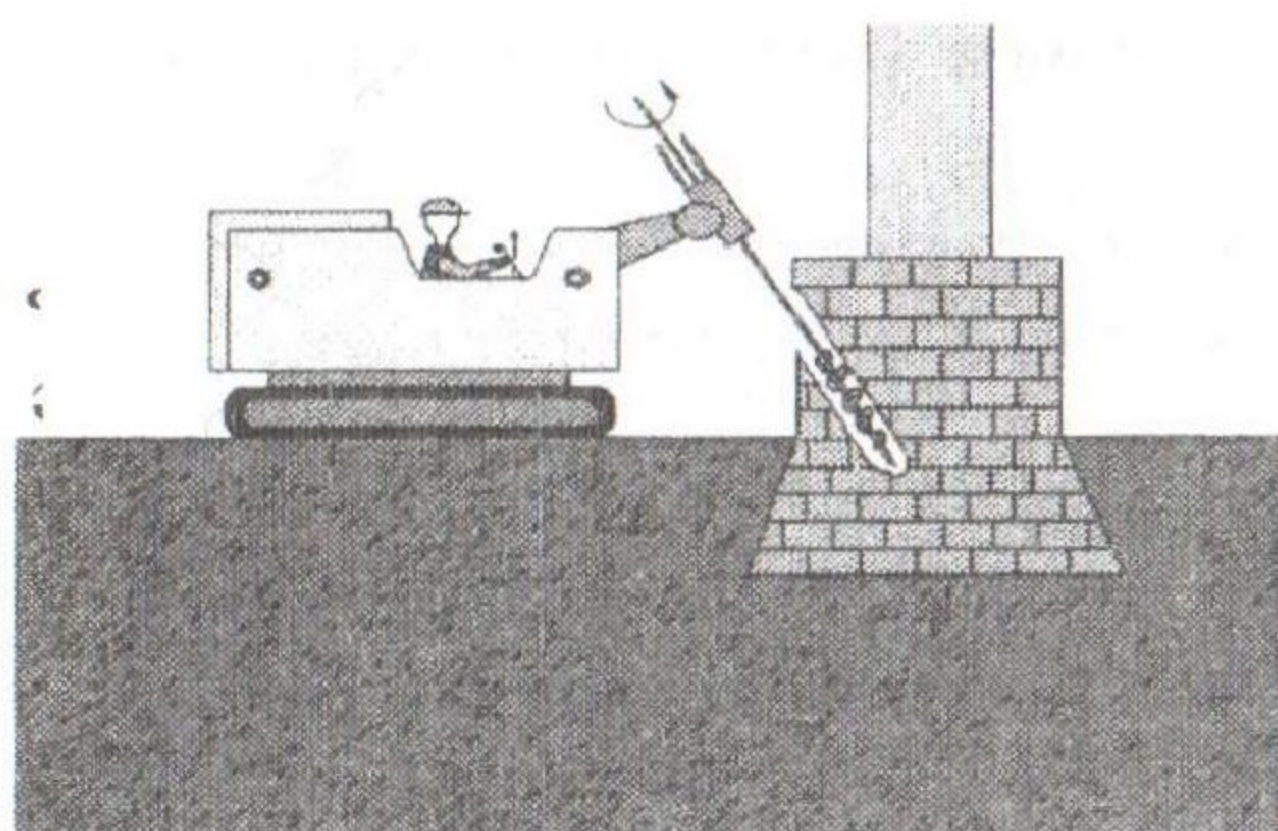


Рис. 2 Процесс бурения скважины

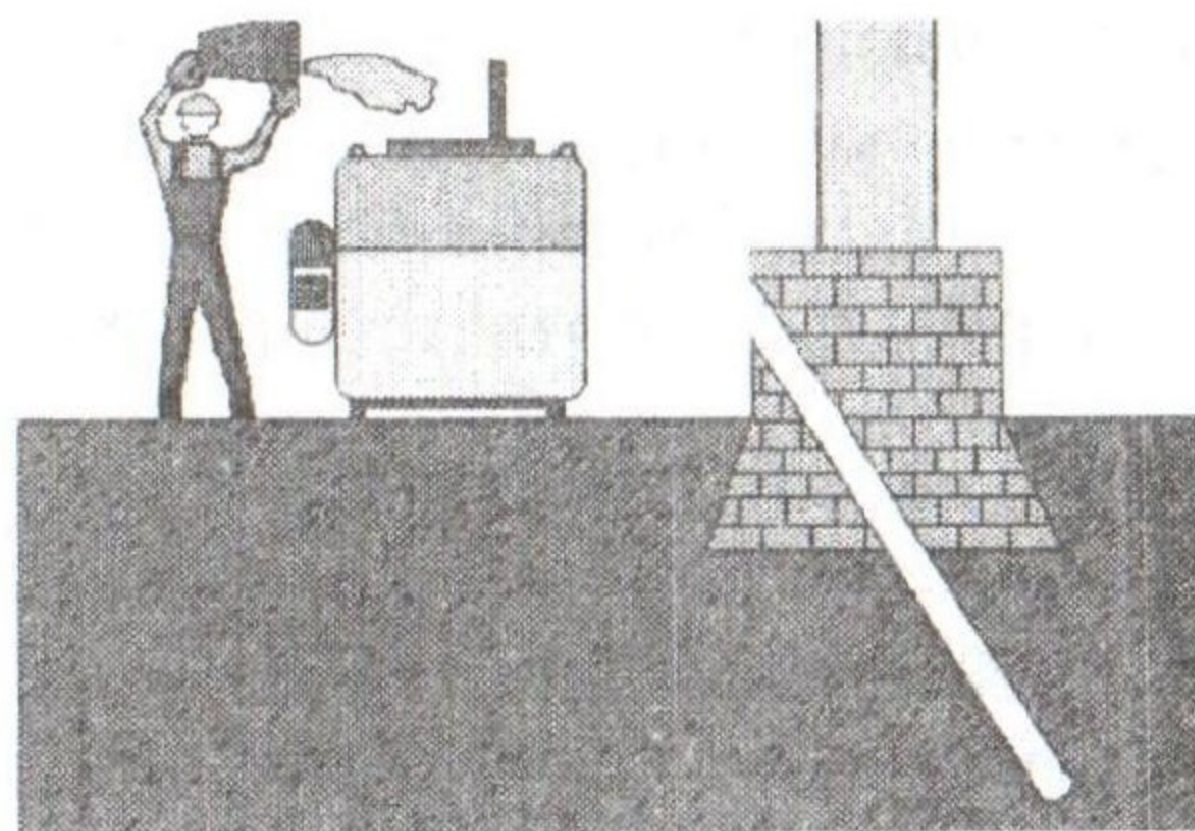


Рис. 3 Процесс приготовления разработанного твердеющего состава

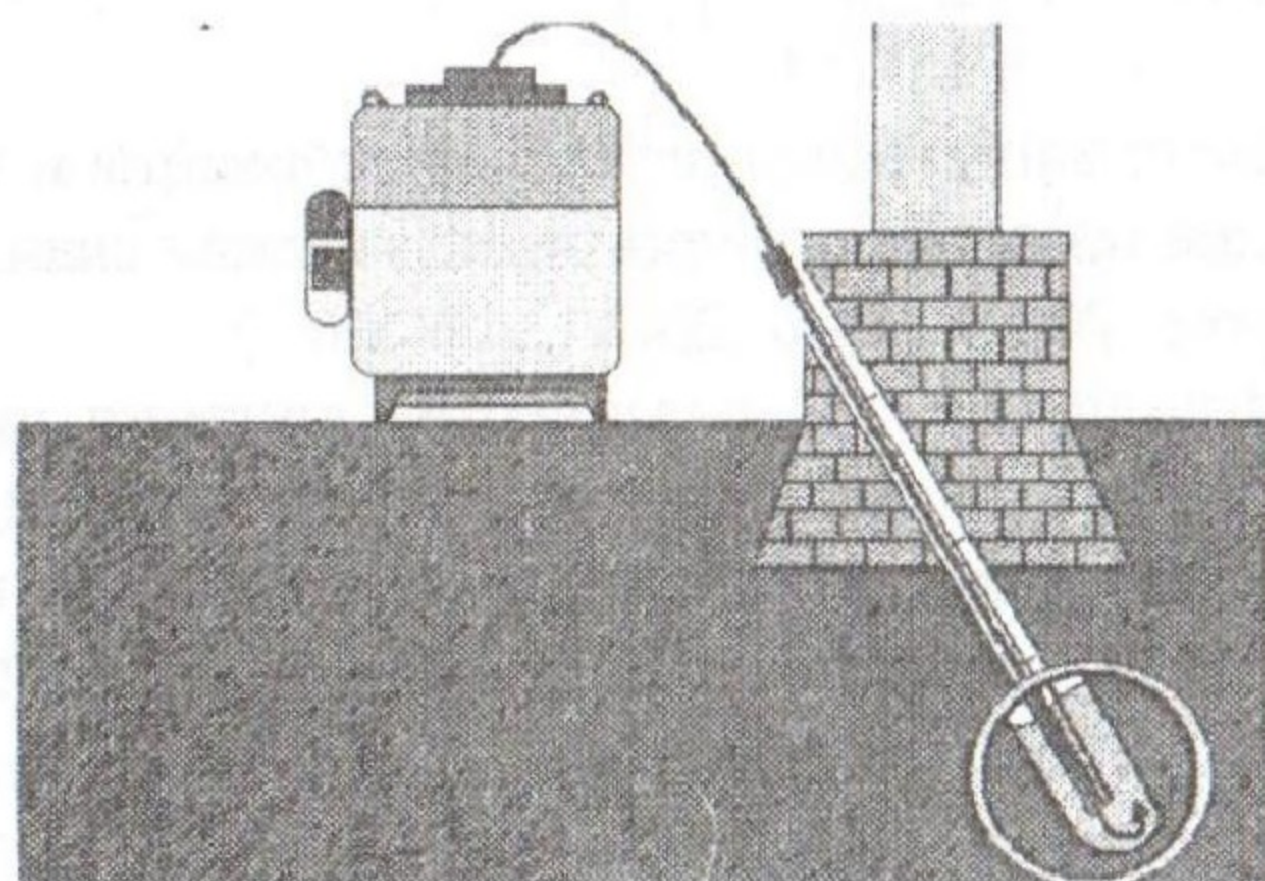


Рис.4 Процесс заполнения скважины твердеющим составом

## Выводы

1. Исследования показали что, дисперсное армирование буройнъекционных свай не ухудшает конструктивно-технологических показателей свай, а именно, величина диаметра при опрессовке и кольматация грунта вокруг свай сохраняется по сравнению с эталонной свайей.

2. Дополнительное дисперсное армирование и применение модифицирующих добавок может повлиять на технологию приготовления буройнъекционных свай в производственных условиях. А именно, время приготовления, в зависимости от применяемой технологии отличается от стандартного варианта приготовления твердеющего состава без дисперсного армирования на 3-25 %.

3. Наиболее эффективной технологией приготовления смеси разработанного состава является технология по варианту 1.

4. Техничко-экономическая эффективность разработанной технологии выражается в существенном улучшении эксплуатационных показателей (прочности на изгиб и на срез, трещиностойкости, водонепроницаемости, водопоглощения) и, как следствие, в очевидном увеличении срока службы буройнъекционных свай.

5. Для внедрения разработанной технологии необходимо производить работы в соответствии с представленными рекомендациями.

## Литература

1. Коновалов П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий. – М.: «Бумажная галерея», 2000. – 315 с.

2. Девятаева Г.В. Технология реконструкции и модернизации зданий. Учебное пособие. ИНФРА-М,М 2003 250 с.

3. Армирование откосов буройнъекционными сваями малого диаметра./ А.И. Меньлюк; О.А. Попов; И.К. Бичев; М.В. Кирьяков; И.С. Чернов // Армування основ при будівництві та реконструкції будівель і споруд: сб. наук. трудів. - НДІБК.: - Київ, 2007. - С. 141-150.

4. Бичев И.К. Изучение влияния дисперсного армирования и модифицирующих добавок на технологические показатели буройнъекционных свай.// Вісник ОДАБА. - Одеса, Зовнішрекламсервіс, 2007. - Вип. 26. - С. 76-83.

5. Меньлюк А.И., Бичев И.К., Исследование влияния дисперсного армирования и модифицирующих добавок на эксплуатационные показатели буройнъекционных свай// Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. научн. трудов. – ПДАБА.: - Днепрпетровск, 2007. – С. 281-287.

6. Пат. 15740 Україна, МПК Е 02 D 3/12. Спосіб зведення буройн'єкційної палі у насичених водою грунтах. / Меньлюк О.І., Попов О.О., Бічев І.К.; Заявл. 16.01.06; Опубл. 17.07.06, №7. – 2 с.