

## НОВЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГОРИЗОНТАЛЬНО-НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ

Менейлюк А.И., Петровский А.Ф., Борисов А.А.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

В работе представлен анализ новых областей применения горизонтально-направленного бурения (ГНБ) и результаты исследований авторов в этом направлении. Рассмотрен мировой опыт применения технологии ГНБ в различных отраслях. На основании анализа составлена блок-схема, которая разделена на две части. Первая часть включает в себя инновации, разработанные на Украине, в том числе с участием авторов. Вторая часть это мировой опыт применения ГНБ в различных отраслях. В первой части представлены различные способы защиты подземных частей зданий от подтопления грунтовыми водами, а также защиты подземного пространства от источников загрязнения с использованием оборудования для ГНБ. Во вторую часть входят технологии ГНБ, применяемые в таких направлениях как мелиорация, строительство дренажных систем, направляющая техника и другие.

**Ключевые слова:** горизонтально направленное бурение, противодиффузионный экран, разрыв пластов, дренаж, инъекция.

**Постановка проблемы:** Более десяти лет в Украине успешно применяют технологию ГНБ для прокладки инженерных коммуникаций закрытым способом. Однако существует много других инженерных задач, которые возможно решать, используя метод ГНБ, но этому вопросу, на наш взгляд уделяется не достаточно внимания. Присутствует большой мировой опыт применения технологии ГНБ в различных отраслях строительства и промышленности. Недостаточное освещение возможностей ГНБ в нашем государстве делает его использование не таким эффективным, как в остальном мире.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Анализ работ мировых ученых занимающихся вопросами подземного строительства показал, что использование данной технологии возможно в различных направлениях. Причем области их применения очень широки, начиная от дегазации угольных пластов и укрепления оползневых склонов, заканчивая технологиями защиты подземного пространства от подтопления и загрязнения.

**Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы.** Актуальной является задача защиты подземного пространства от загрязнений и подземных частей зданий от подтопления. Однако, существует много объектов где водоупор залегает на большой глубине, а существующие технологии не позволяют сделать защитный экран там, где надо. Для решения этой проблемы необходима разработка инновационных технологий с принципиально новым подходом. Наиболее перспективным направлением исходя из исследований авторов, является разработка горизонтальных экранов закрытым способом на базе технологии ГНБ.

**Цель статьи.** Анализ новых областей применения технологии ГНБ на базе изучения мирового опыта, а также разработок украинских специалистов.

**Изложение основного материала.** Инновации, разработанные в Украине, представлены тремя технологиями создания противодиффузионного экрана (ПДФЭ) в грунте. Они подразумевают бурение направляющих скважин криволинейной формы с помощью оборудования для ГНБ и последующее устройство экрана тремя способами.

Первый – это разрезка грунта между скважинами с одновременным заполнением полости противодиффузионным материалом (рис. 1). Для этого в НИИ строительного производства (г. Киев) под руководством Галинского А.А. разработано специальное оборудование [1].

На рисунке 1 представлена схема реализации такой технологии устройства ПДФЭ. На некотором расстоянии от сооружения 1 заглубляют в грунт 2 ниже подошвы сооружения 3 отклоняющие устройства 4, после чего на дневной поверхности 5 с помощью буровой машины 6 под защитой проходческой жидкости 7 бурят насквозь аутентично плоскости подошвы сооружения две параллельные крайние направляющие скважины 8 (фиг. 1). К буру 9, который выходит на дневную поверхность 5, прикрепляют гибкие тяги 10 и заводят их в направляющие скважины по мере извлечения бура (фиг. 2). К свободным концам тяг прикрепляют грунторазрабатывающий элемент 11, а вместо бурового инструмента – натяжные устройства 12. После этого, подтягивают грунторазрабатывающий элемент с помощью натяжных устройств к забою в направлении, ограниченном отклоняющими устройствами, разрабатывают грунт, находящийся между направляющими скважинами, при этом образуют общую полость 13, в которую подают конструкционный материал 14, который выдавливает проходческую жидкость и создает экран.

Второй способ подразумевает использование струйной (Jet) технологии для образования полости между направляющими скважинами и одновременное их заполнение противодиффузионным материалом (рисунки 2-5) [2].

Струйная технология подразумевает следующее. Под сооружением с дневной поверхности с помощью буровой установки под защитой проходческой жидкости бурят насквозь аутентично подошве сооружения, заглубленной в грунте, две или несколько пилотных направляющих скважин (рис. 2).

После завершения пилотного бурения выполняется расширение скважины (рис. 3). При этом вместо буровой головки к буровым штангам присоединяется расширитель обратного действия, который протягивается через скважину в направлении буровой установки, расширяя пилотную скважину. На противоположной от буровой установки стороне скважины располагается струйный монитор для последующего протягивания. К его переднему концу крепится оголовок с воспринимающим тяговое усилие шарниром (вертлюгом) и расширителем. Буровая установка затягивает в скважину струйный монитор по проектной траектории.

Разработку грунта между смежными скважинами осуществляют двумя двухкомпонентными струйными мониторами (рис. 3, 4). К ним по подводным трубопроводам подают сжатый воздух

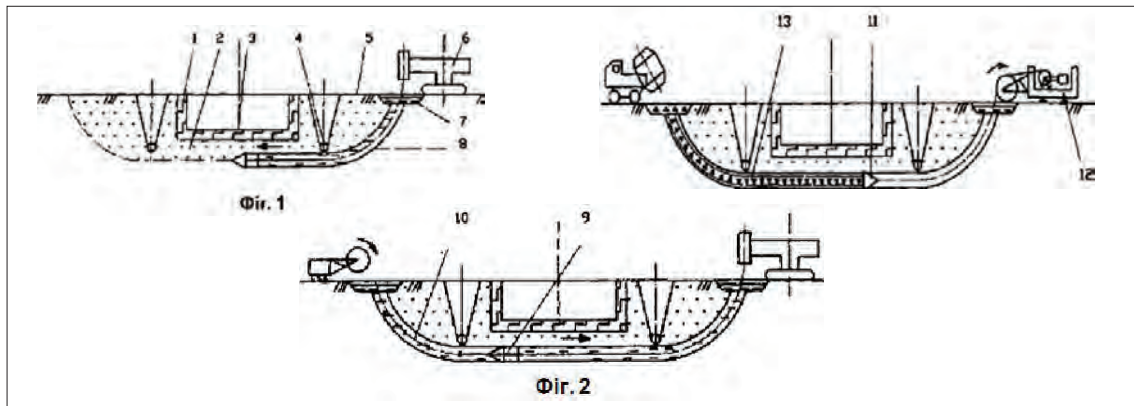


Рис. 1. Технология устройства противофильтрационного экрана

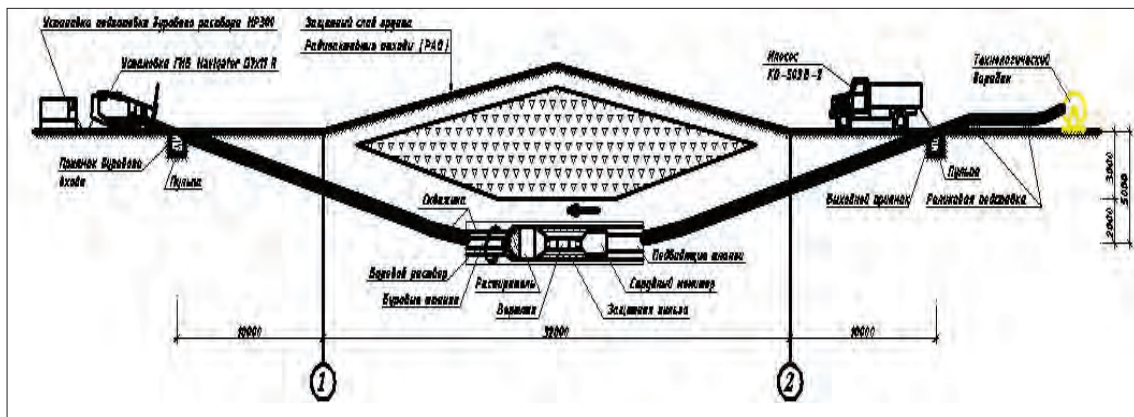


Рис. 2. Бурение пилотных направляющих скважин

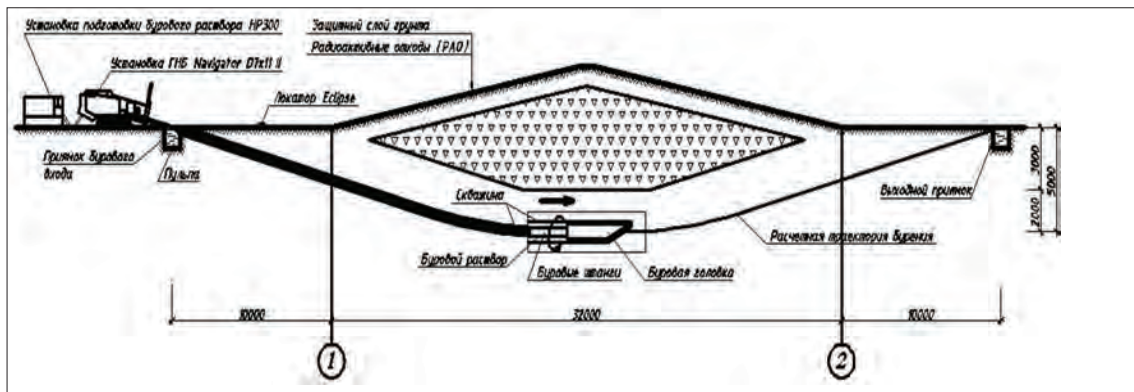


Рис. 3. Расширение скважины с одновременным затягиванием струйного монитора

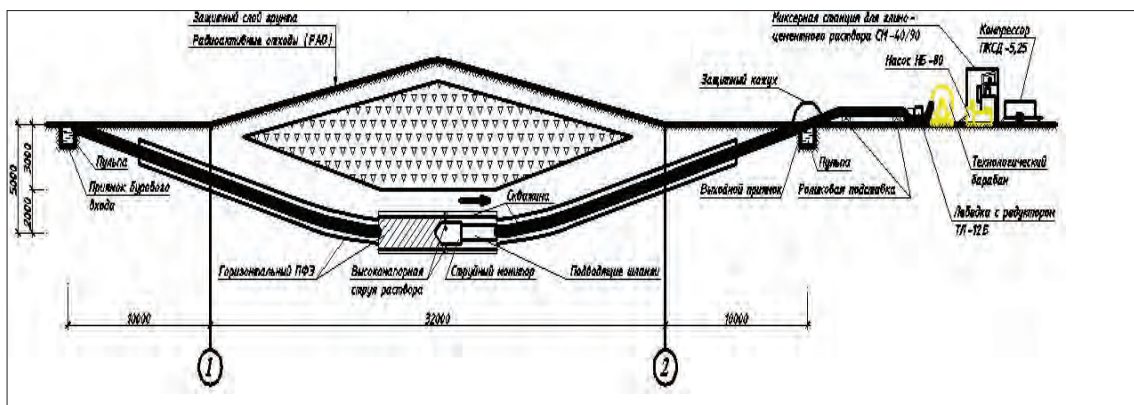


Рис. 4. Создание ПФЭ при помощи струйного монитора

4 – проходческая жидкость, 7 – крайняя направляющая скважина, 12 – струйный монитор, 15 – высоконапорные струи раствора, 16 – ПФЭ, 18 – средняя направляющая скважина

и раствор. Струйные мониторы протягивают в направляющих скважинах одновременно с помощью тягового устройства, при этом две высоконапорные струи раствора под защитой сжатого воздуха действуют на встречу друг другу, тем самым разрабатывая и одновременно перемешивая грунт с твердеющим раствором. После твердения раствора в грунте образуется противофильтрационный экран (рис. 5).

Третий способ устройства ПФЭ – это так называемый, инъекционный способ [3].

Инъекционная технология устройства ПФЭ заключается в следующем. Под сооружением с дневной поверхности с помощью буровой установки разбуривают ряд параллельно расположенных

скважин аутентично подошвы сооружения (рис. 6). После этого нагнетают в них закрепляющие или противофильтрационные составы.

После завершения бурения скважины выполняется протягивание в нее иньектора с одновременным расширением (рис. 7).

Закрепляющий или противофильтрационный состав подается по подводящим трубопроводам к иньектору под давлением. Его протягивают в скважине с помощью тягового устройства (рис. 8).

Расстояние между скважинами назначается в зависимости от радиуса действия иньектора в закрепляемых грунтах. После твердения раствора в грунте образуется противофильтрационный экран из взаимно секущихся заиньекцированных

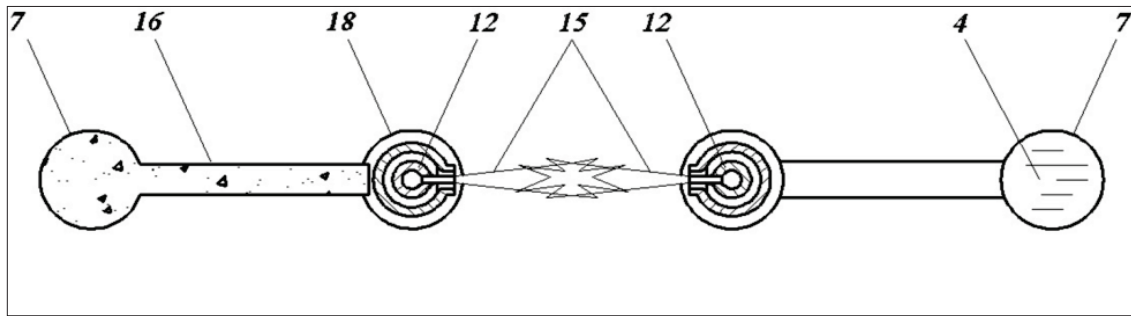


Рис. 5. Совместная работа двухкомпонентных струйных мониторов

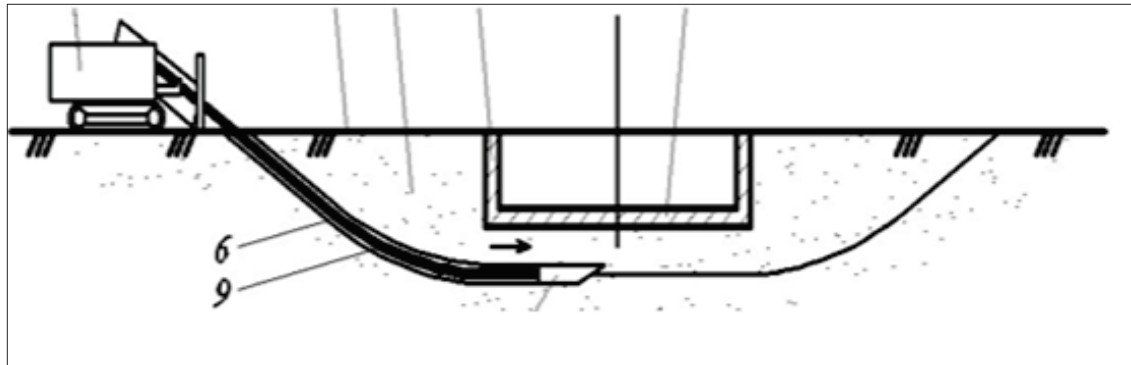


Рис. 6. Бурение направляющих скважин аутентично подошве сооружения

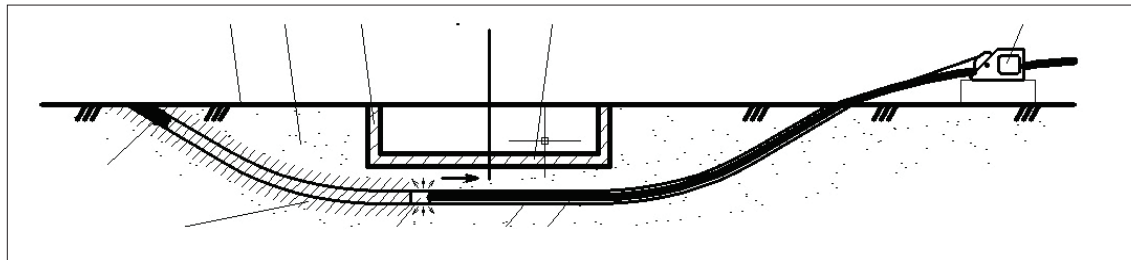
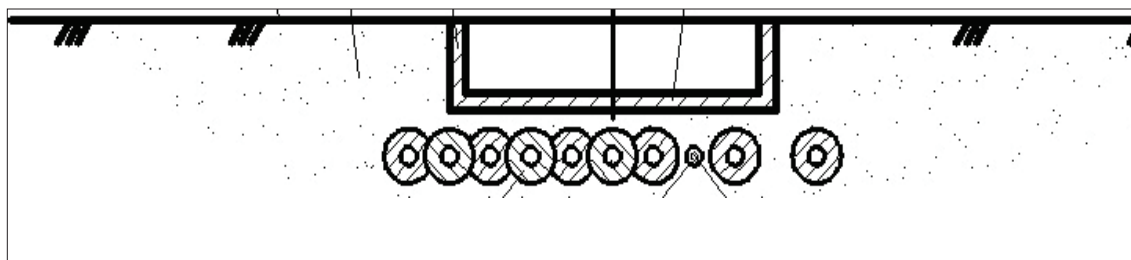


Рис. 7. Расширение скважины с протягивание иньектора



1 – обтюратор (пробка, заглушка скважины), 2 – иньекция в грунт

Рис. 8. Технология проведения иньекцирования грунта

объемов грунта, огибающих подземную часть сооружения.

Далее в работе рассмотрен мировой опыт применения технологии ГНБ в различных отраслях [4,5]. Первая технология – это дегазация угольных пластов при помощи направленного бурения.

На рисунке 9 показана схема бурения, которую можно использовать с целью дегазации угля до начала горных работ. На схеме показано, что два предназначенных для отработки пласта сначала дегазировываются путем пробуривания экспериментальной скважины, из которой затем пробуриваются две боковые скважины в каждый из пластов. После прокладки боковых скважин проводится бурение еще одной вертикальной скважины, пересекающей боковые скважины. Из вертикальной скважины отводится вода и газ, а экспериментальная скважина останавливается или оставляется. Это опыт, применяемый в США и Австралии.

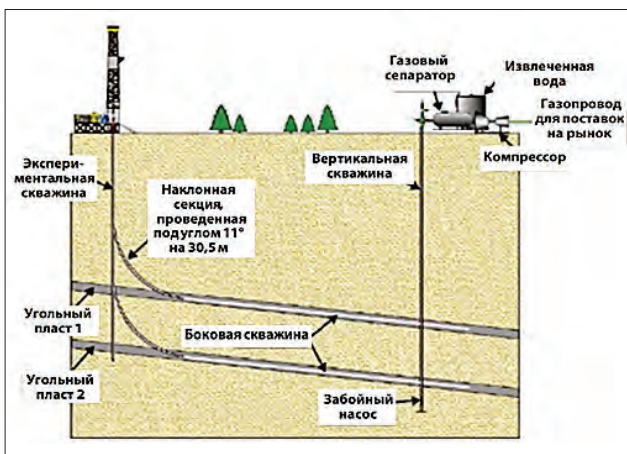


Рис. 9. Схема бурения для дегазации угля до начала горных работ

На рисунке 10 представлена схема проведения работ по дегазации угольных пластов длиной до 1800 метров и глубиной до 350 метров. Для проведения этих работ были разработаны две буровые установки типа PD-100/80 RPC 45 с макс. силой тяги и давления в 100 тонн. Ранее созданные вертикальные скважины должны быть соединены с горизонтальными. Опыт Австралии, где проводились данные работы, показал, что такое бурение пласта с поверхности земли, эффективнее бурения из подземных выработок.

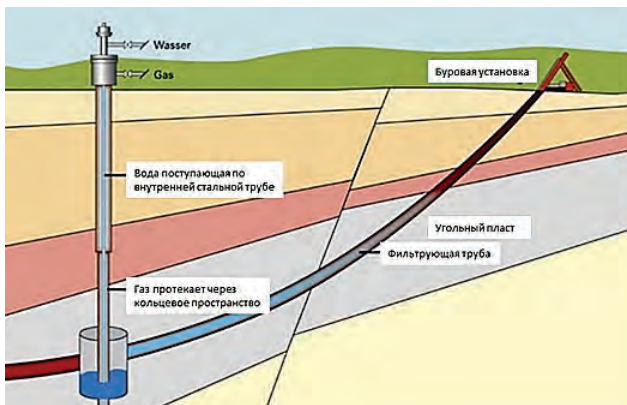


Рис. 10. Схема проведения работ по дегазации угольных пластов

Заслуживает внимания и такая область применения ГНБ как мелиоративные работы.

В некоторых странах с жарким климатом, чтобы избежать большого испарения (40-45%) оросительные трубопроводы прокладывают бестраншейным способом с использованием оборудования ГНБ.

В мире существует большое количество спортивных полей и площадок, где использование открытых установок для орошения невозможно. В таких случаях, целесообразно, применить специальные оросительные трубопроводы с капельными отверстиями и подводящие подземные трубопроводы к спринклерной системе. Такие трубопроводы прокладывают при помощи оборудования для ГНБ.

Следующей областью применения технологии ГНБ является защита от оползней и осушение оползней. Такая технология может быть с успехом использована в оползневой зоне, характерной для прибрежных районов г. Одессы и других аналогичных грунтовых условиях. Особенностью данного способа осушения оползней является то, что они могут осушаться при помощи скважин, пробуренных у подножия склона. Такой способ осушения оползней имеет следующие преимущества. Первое – оползневые массы не подвергаются вибрационной нагрузке, благодаря проколу, проведенному ниже тела оползня. Второе – дренажный трубопровод может быть проложен таким образом, что фильтрационный отрезок внедряется в оползневые массы, при этом основной ввод фильтра находится в зоне направляющей скольжения.

Следующая технология предполагает различные мероприятия, связанные с защитой от грунтовых вод, а так же со строительством дренажных систем.

Так, применяют горизонтальное дренажное бурение для понижения грунтовых вод в строительном котловане. Аналогичное бурение можно производить и под другими земляными сооружениями, например, такими как траншеи.

В практике эксплуатации дренажных систем часто встречается проблема засорения системы из за недостаточной промывки. В таком случае под ними или рядом с ними прокладываются новые дренажные системы.

Как показывает практика эксплуатации автобанов в Германии, надежность движения обеспечивают системы управления движением. В виду загруженности таких дорог и невозможности остановки движения на них возможно применение бестраншейной прокладки систем связи и сигнальных систем.

Следующим видом применения оборудования для ГНБ может быть прокладка сенсорных линий с различными датчиками (например, утечек). Устройство таких систем имеют большое значение на крупных промышленных предприятиях. Это могут быть предприятия химической, нефтеперерабатывающей или металлургической промышленности, т.е. те предприятия, где присутствует в случае аварии, большая угроза загрязнения окружающей среды.

Крупные магистральные трубопроводы все чаще требуют прокладки параллельного технологического кабеля для управления компрессорными станциями и станциями оповещения. При этом связь должна осуществляться через весь регион, страну. Наиболее успешно подобные задачи реализуются в Европе при помощи технологии ГНБ.

#### Выводы и предложения.

1. Оборудование ГНБ кроме прокладки коммуникаций может быть использовано для следующих видов работ: дегазация угольных пластов; мелиоративные работы; защита от оползней; строительство дренажных систем; направляющая техника.

2. Для защиты подземного пространства от источников загрязнения и подтопления можно использовать технологии, разработанные в Украине: инъекционную, струйную, а также технологию с использованием грунтообрабатывающего элемента в форме ножа.

#### Список литературы:

1. Пат. 35065 А Украина, МКИ6 E02D 29/00. Способ устройства экрана под сооружением / А.М. Чернухин, А.М. Галинский; заявл. 05.08.1999; опубл. 15.03.2001, Бюл. № 2.
2. Пат. 65550 А Украина, МПК (2011.01) E02D 29/00. Спосіб улаштування екрана під спорудою / О.М. Галінський, О.І. Меньлюк; заяв. 12.05.2011; публік. 12.12.2011, Бюл. № 23.
3. Пат. 91704 Украина, МПК (2014.01) E 02B 3/00. Спосіб улаштування протифільтраційної завіси під спорудою. О.М. Галінський, О.І. Меньлюк; А.Ф. Петровський А.Ф.; заяв. 26.02.2014, опубл. 10.07.2014, Бюл. № 13.
4. Рыбаков А.П. Основы бестраншейных технологий (теория и практика): Технический учебник-справочник – М.: ПрессБюро № 1, 2005. – 304 с.
5. Сайт компании “Prime-drilling” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.prime-drilling.de/r\\_news2.html](http://www.prime-drilling.de/r_news2.html) – Дата доступа : 18.05.2013.

**Меньлюк О.І., Петровський А.Ф., Борисов О.О.**  
Одеська державна академія будівництва та архітектури

### НОВІ ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ГОРИЗОНТАЛЬНО-НАПРАВЛЕНОГО БУРІННЯ

#### Анотація

У роботі представлений аналіз нових областей застосування горизонтально-направленого буріння (ГНБ) і результати досліджень авторів у цьому напрямку. Розглянуто світовий досвід застосування технології ГНБ в різних галузях. На підставі аналізу складено блок-схема, яка розділена на дві частини. Перша частина включає в себе інновації, розроблені на Україні, в тому числі за участю авторів. Друга частина це світовий досвід застосування ГНБ в різних галузях. У першій частині представлені різні способи захисту підземних частин будівель від підтоплення ґрунтовими водами, а також захисту підземного простору від джерел забруднення з використанням обладнання для ГНБ. У другу частину входять технології ГНБ, застосовувані в таких напрямках як меліорація, будівництво дренажних систем, напрямна техніка та інші.

**Ключові слова:** горизонтально направлене буріння, протифільтраційний екран, розрив пластів, дренаж, ін'єкція.

**Menelyuk A.I., Petrovsky A. F., Borisov A.A.**  
Odessa State Academy of Construction and Architecture

### NEW APPLICATIONS OF HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILLING

#### Summary

This paper presents an analysis of the new areas of application of horizontal directional drilling (HDD), and the results of studies of the authors moving in this direction. The world's experience of HDD technology in various industries will be reviewed. A flow chart, based on the analysis, was made, and divided into two parts. The first part includes innovations developed in Ukraine, including the participation of the authors. The second section describes world experience with the HDD in various industries. The first part represents different methods of protecting underground areas of buildings from flooding groundwater, as well as using the equipment for HDD in order to protect underground space from pollution. The second part consists of HDD technology, applied in areas such as melioration, the construction of drainage systems, and other rail equipment.

**Keywords:** horizontal directional drilling, impervious screen, fracturing, drainage, injection.