

Чешин Дмитрий Олегович

аспирант

Институт горного дела

им. Н.А. Чинакала, СО РАН,

630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 54,

e-mail: dimixch@mail.ru.

**НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ
ПОДВИЖНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ ШТАНГ
НА ВЕЛИЧИНУ ОТКЛОНЕНИЯ**

Аннотация:

Рассматривается возможность уменьшения радиуса поворота рабочего органа за счет его подвижного соединения с буровой колонной при направленном бурении скважин. Приведены результаты испытаний конструкции соединительного узла рабочего органа с буровой колонной. Дана количественная оценка достигаемой величины отклонения оси скважины

Ключевые слова: буровая колонна, угловая подвижность, отклонение траектории, скважина, направленное бурение

Cheshchin Dmitry O.

Post-graduate student

Chinakal Institute of Mining,

Siberian Branch, Russian Academy of Sciences

54 Krasny av., Novosibirsk, Russia, 630091,

e-mail: dimixch@mail.ru

**SOME RESEARCH RESULTS
OF INFLUENCE RODS MOVABLE JOINTS
ON THE VALUE OF DEVIATION**

Abstract:

The article discusses the possibility of reducing the drilling member turning radius using movable coupling with the drill pipe string performing directed drilling! The test data of the drilling member and drill string coupling design are presented. The quantitative evaluation of drill hole axis deviation is given

Key words: drill string, angular mobility, drill hole, trajectory deviation, directed drilling

Образование протяженных скважин методом бурения является важнейшей составляющей технологий специальных строительных работ. Бурение широко применяется при сооружении коммуникационных объектов и подземных сооружений без вскрытия поверхности. В настоящее время в большинстве стран при бестраншейной прокладке коммуникаций широко применяют установки горизонтального направленного бурения, в которых для разрушения грунта, его удаления и укрепления стенок скважины используется буровой раствор на основе бентонитовой глины [1]. Он обладает способностью поднимать частицы разрушенного грунта, удерживать их во взвешенном состоянии и выводить из скважины по транспортному каналу, которым является «затрубное пространство» между стенкой скважины и наружной цилиндрической поверхностью породоразрушающего инструмента и буровой колонны.

Несомненным достоинством гидравлического бурения является высокая производительность. К сожалению, применение жидкости под давлением для разрушения забоя и транспортирования разрушенного грунта по «затрубному пространству», сечение которого имеет, как правило, кольцевую или серповидную форму, обуславливает и главный недостаток – сложность сооружения скважины правильной геометрии – без местного сужения или чрезмерного расширения скважины [1]. Такие искажения ее формы и размеров приводят к формированию в грунте каверн, которые способны нарушить дневную поверхность вместе с дорогами и иными сооружениями. К тому же, для обеспечения технологического процесса необходимо доставлять к месту производства большой объем очистного агента, загрязняющего рабочий котлован при транспортировании разрушенного грунта, и утилизировать его после завершения работ. Жидкий очистной агент практически исключает работу установок при отрицательных температурах окружающего воздуха.

Для максимального снижения негативного воздействия на окружающую среду и увеличения сезона работ по проходке протяженных скважин в приповерхностных слоях земной коры в ИГД СО РАН разработана новая конструкция буровых штанг с замковым

соединением [2], а также технология горизонтального бурения грунта без использования жидкости («сухое» бурение) [3]. Данная технология позволяет избавиться от отмеченных выше недостатков. Ее основой является комбинированный способ сооружения скважины, реализуемый за счет удаления из нее части грунта и уплотнения оставшегося в грунтовой массив [4].

Такая технология позволяет сформировать геометрически правильную скважину неизменной формы и размеров на всем ее протяжении. Устойчивость скважины обеспечивается уплотненными стенками в течение довольно длительного периода времени, которые способны воспринимать механические нагрузки, возникающие при последующем размещении в них инженерных коммуникаций [5]. Следовательно, новая технология дает возможность формировать устойчивую скважину с использованием свойств самого грунта без применения буровых растворов или других дополнительных материалов.

В настоящее время в буровой практике утвердились две схемы расположения буровой установки относительно оси сооружаемой скважины. В первом случае буровой станок располагается на дневной поверхности. Буровые штанги с инструментом входят в грунтовой массив под углом к поверхности и к оси скважины (рис. 1). В толще грунтового массива штанги изгибаются в пределах упругой деформации. За счет этого изгиба механизм управления траекторией движения рабочего органа обеспечивает вывод инструмента в исходное положение, в котором его ось совпадает с проектной осью сооружаемой скважины. Такое решение обусловлено, главным образом, невозможностью размещения технологического оборудования в рабочем котловане, так как в него в процессе бурения поступает пульпа из отработанного бурового раствора и разрушенного грунта. Недостатком такой схемы расположения является то, что буровой станок необходимо устанавливать на некотором расстоянии от начала скважины [1] для заглубления инструмента и изгиба оси буровой колонны, что затрудняет использование таких установок в стесненных городских условиях.

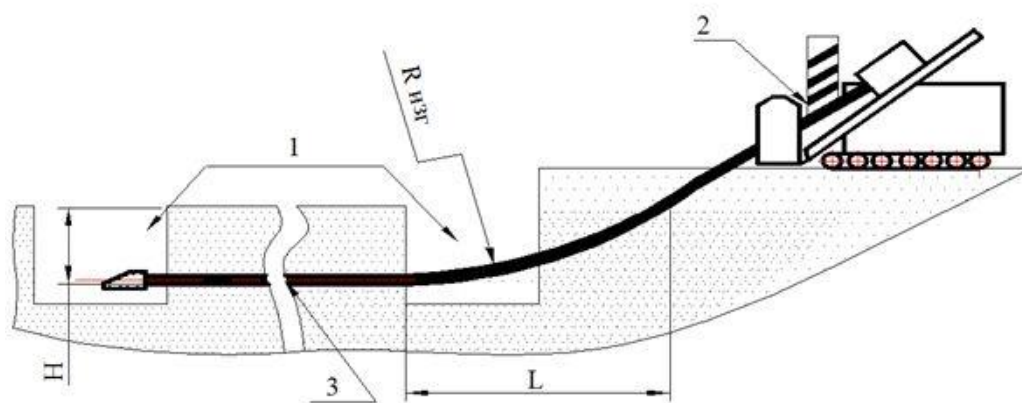


Рис. 1 – Расположение бурового станка на дневной поверхности грунта:

1 – котлованы; 2 – буровая установка; 3 – проектная ось; H – глубина до проектной оси;
 L – длина участка забуривания штанг до выхода к проектному положению;
 $R_{изг}$ – радиус изгиба штанг

В случае использования воздуха для транспортирования продукта бурения устраняется загрязнение рабочего котлована пульпой из отработанного бурового раствора и грунта. Следовательно, возможна установка бурового станка непосредственно в рабочем котловане, а не на дневной поверхности. Такая принципиальная схема реализована, например, в буровых установках «Impact Drilling» (Великобритания).

При расположении технологического оборудования в котловане исключается изгиб буровой колонны на участке ее вывода в проектное положение; увеличивается устойчивость колонны к восприятию осевых усилий; уменьшаются непроизводительные потери усилий подачи и вращающего момента на участках изгиба буровой колонны.

Для устранения отклонений оси скважины от проектной траектории в новой технологии ГНБ предусматривается возможность корректировки направления. Наиболее эффективным является разделение процесса образования скважины на два этапа (рис. 2). *Первый этап* – проходка пионерной скважины малого диаметра. На этом этапе наиболее просто осуществить корректировку направления скважины. В качестве отклоняющего устройства используется асимметричный клин (см. рис. 2). *Второй этап* – расширение скважины до проектного диаметра при обратном движении бурового инструмента – расширителя.

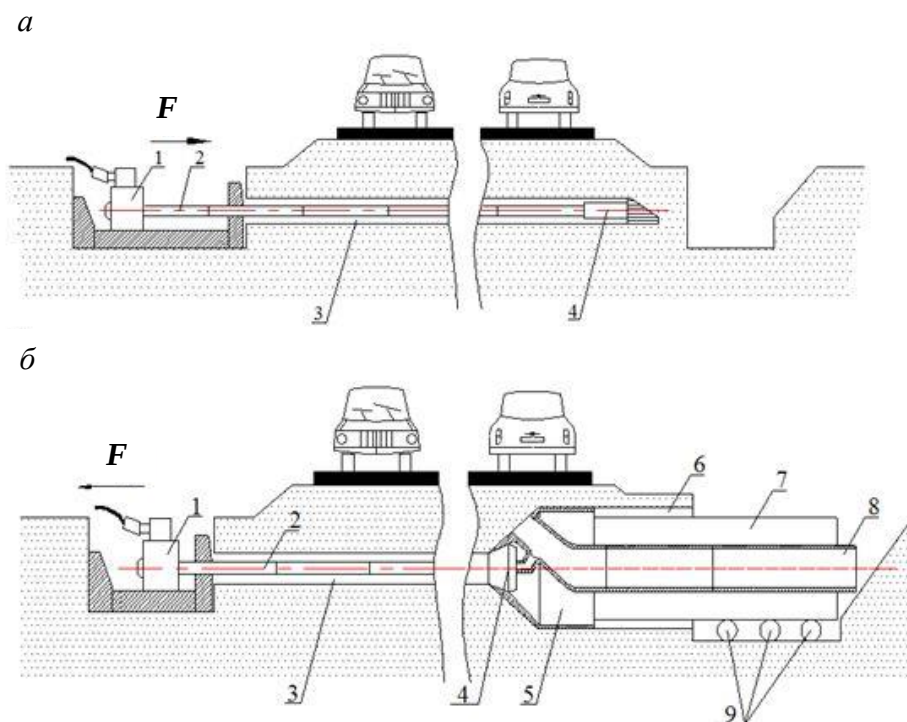


Рис. 2 – Технологическая схема проходки скважины комбинированным способом воздействия на грунт:

а – проходка пионерной скважины; *б* – расширение скважины с одновременной затяжкой трубы:
 1 – буровой станок; 2 – буровая колонна; 3 – пионерная скважина; 4 – рабочий орган с асимметричным инструментом; 5 – расширитель; 6 – расширенная скважина; 7 – кожух; 8 – шламопровод;
 9 – направляющая; F – усилие подачи

Разработан экспериментальный образец буровой установки для проходки протяженных скважин в грунтах с транспортированием разрушенного грунта по горизонтальному вращающемуся трубопроводу постоянного круглого сечения и возможностью корректировки траектории скважины посредством асимметричного клина. Обеспечение точности траектории производится за счет некоторой угловой подвижности в соединениях звеньев буровой колонны. Для оценки влияния этой подвижности на радиус кривизны были проведены экспериментальные исследования. Задача первого этапа заключалась в определении величины угла поворота штанг под действием силы тяжести без приложения внешней. На подготовительном этапе проводилось соосное выравнивание буровой платформы с грунтовым каналом. С помощью строительного уровня и регулировочных элементов платформа была приведена в горизонтальное положение, а также

параллельный ей соединительный переходник, с последующей фиксацией от углового перемещения. Затем к переходнику поочередно подсоединялись штанги и рабочий орган. После каждого наращивания буровой колонны производилось измерение превышений на концах штанг относительно платформы и угла наклона штанг. Испытание позволило оценить подвижность штанг такой конструкции под действием нагрузки от собственного веса (рис. 3) без приложения внешних сил. Среднее значение угла наклона между штангами составило $0,3^\circ$.

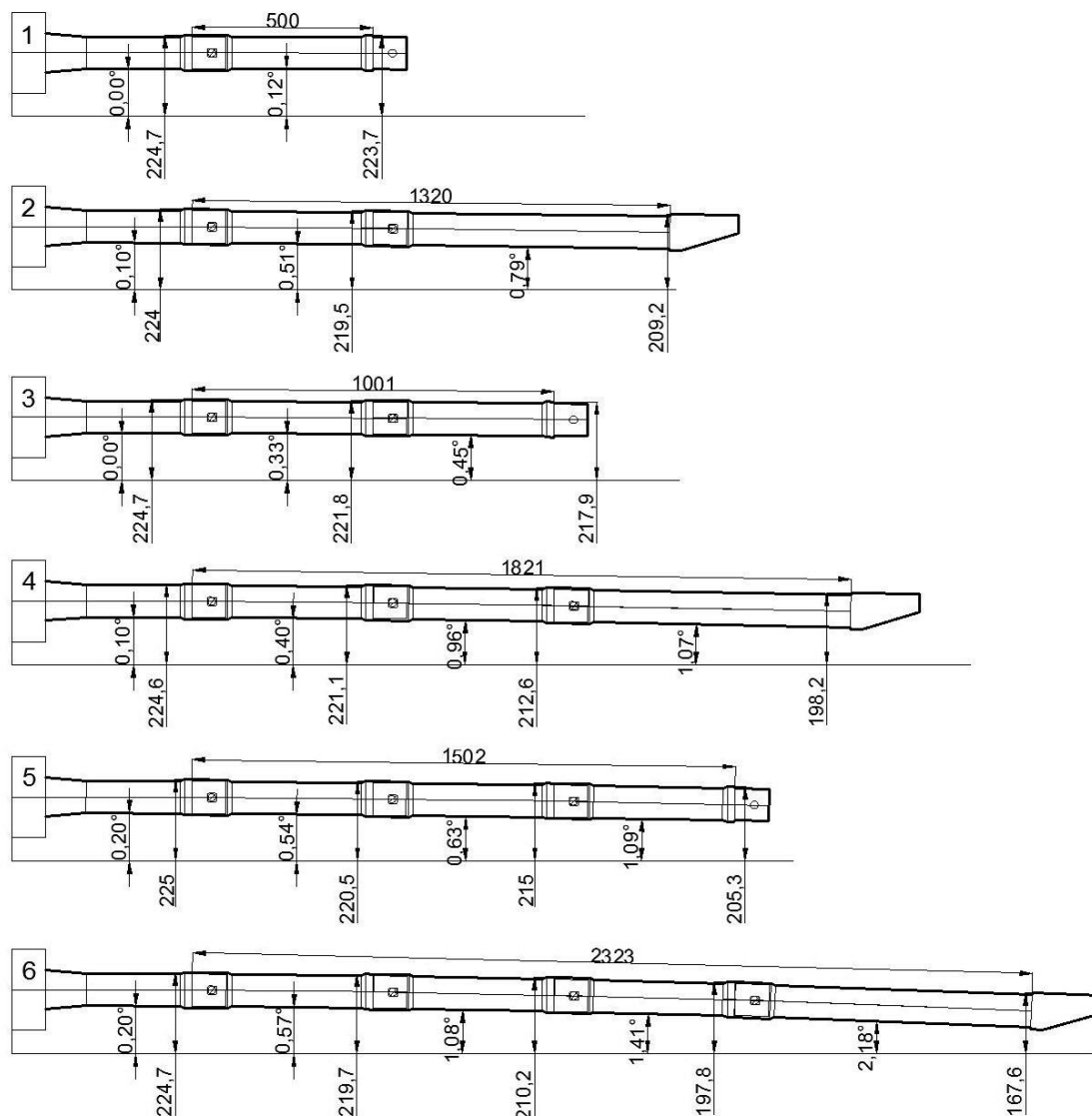


Рис. 3 – Положение штанг при нагрузке от собственного веса

На втором этапе исследований решалась задача оценки угла поворота штанг непосредственно в грунтовом канале. Для этого рабочий орган, внутри которого находится передатчик устройства для определения местоположения и пространственной ориентации рабочего органа, укладывался на подставку, фиксирующую рабочий орган и штанги от продольного смещения. Затем к рабочему органу присоединялась первая штанга, после чего производилось забуривание в грунтовый канал на длину рабочего органа. Поскольку он при этом вращался вокруг своей продольной оси, его горизонтальное положение сохранялось. По окончании этого этапа забуривания клин устанавливался

плоскостью вниз (то есть в положение, соответствующее отклонению рабочего органа вверх) и производилось дальнейшее внедрение рабочего органа в грунт без вращения. В процессе внедрения производилось наращивание буровой колонны за счет присоединения новых штанг. Благодаря конструкции штанг ориентация управляющей плоскости клина сохранялась неизменной. При этом производилась пошаговая регистрация данных об изменении пространственной ориентации рабочего органа с помощью навигационного устройства. Дополнительная проверка этих данных производилась путем измерения глубины залегания рабочего органа на каждом участке при помощи металлического шомпола, вертикально внедряемого в грунт сверху до соприкосновения с рабочим органом.

В результате установлено, что за счет конструктивных мер, обеспечивающих угловую подвижность в соединениях буровых штанг, достигнуто уменьшение радиуса кривизны траектории скважины более чем в два раза по сравнению с неподвижным соединением. Угол поворота инструмента достигает значения более 4° на одном метре длины скважины. Величина изгиба буровых штанг с резьбовым соединением ограничена зоной упругого деформирования материала, из которого они изготовлены, и, как правило, составляет 2° .

Задача третьего этапа исследования заключалась в оценке суммарной величины отклонения буровой колонны, обусловленного конструктивными особенностями и упругой деформацией. Для этого буровая колонна устанавливалась в исходное положение (рис. 4, III) и фиксировалась от углового перемещения на расстоянии от клина до начала забуривания. Затем рабочий орган подвешивался через динамометр к кран-балке и производился подъем колонны. Регистрировались значения динамометра и величина отклонения рабочего органа, при котором обеспечивается изгиб колонны за счет возникновения дополнительной упругой деформации (рис. 4, I). Разность этих величин дает значение силы, создающей упругие деформации.

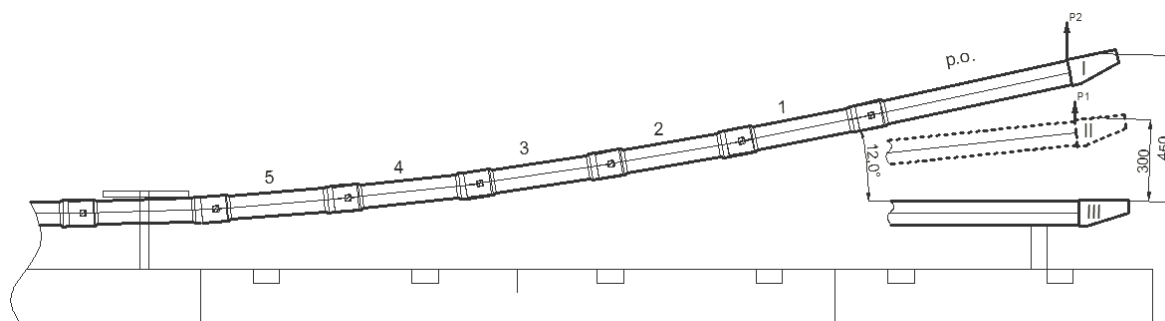


Рис. 4 – Положение буровой колонны при имитации отклоняющего усилия

Согласно ранее проведенным работам [6], при длине скважины 40 м ее отклонение от первоначального направления составляет около 250 мм. Полученные данные показали, что отклонение буровой колонны достигает 60 мм на 1 м ее длины, что превышает среднестатистическое отклонение, представленное в работе [6]. Следовательно, конструкцию можно рекомендовать для решения практических задач.

Особенным достоинством представленного вида соединения штанг по сравнению с резьбовым соединением является возможность производить вращение буровой колонны в обе стороны. Эта возможность позволяет уменьшить отклонение скважины, возникающее при одностороннем вращении. Кроме этого обратное вращение может использоваться для передачи управляющего воздействия на рабочий орган.

Литература

1. Рыбаков А.П. Основы бестраншейных технологий / А.П. Рыбаков. – М.: Пресс Бюро № 1, 2005. – 304 с.
2. Пат. 2344241 Российская Федерация, МПК E21B17/046. Кулачковое соединение буровых штанг / Б.Н. Смоляницкий, Б.Б. Данилов, Н.Д. Сырямин, С.Ю. Фетисов; Институт горного дела СОРАН. – № 2012119057/03; заявл. 10.05.2012; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2.
3. Пат. 2344241 Российская Федерация, МПК E02F5/18. Способ бестраншейной прокладки коммуникаций в грунте (варианты) / Б.Б. Данилов, Б.Н. Смоляницкий; Институт горного дела СОРАН. – № 2007121125/03; заявл. 05.06.2007; опубл. 20.01.2009, Бюл. № 2. – 5 с.
4. Ткач Х.Б. Технология и механизация расширения скважин с частичным удалением грунта / Х.Б. Ткач. – Ярославль: Изд-во ОМТПС Минстроя СССР, 1976.
5. Костылев А.Д. Анализ проходки скважин пневмопробойниками / А.Д. Костылев // ФТПРПИ. – 2000. – № 3. – С. 95 – 100.
6. Пневмопробойники / К.С. Гурков и др. – Новосибирск: Институт горного дела СО АН СССР, 1990. – 5 с.