

УДК 622.232.83

## МАШИНЫ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БУРЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РЕСУРСОДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ

Бобкович Н.С., студент гр. ГЭс-141, IV курс

Научные руководители: Л.Е. Маметьев, д.т.н., профессор; А.Ю. Борисов, к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева,  
г. Кемерово

Эффективность бурошнекового способа проходки горизонтальных скважин в значительной степени зависит от правильного выбора технологической схемы, бурошнекового оборудования и контрольно-информационной системы направленности процесса бурения [1].

На практике длина скважины обычно определяется границами препятствия, через которые необходимо пробурить подземные скважины-переходы проектной длины и заданного направления. Такой процесс бурения принято называть стесненным в рабочем пространстве, ограниченном жилыми и производственными постройками, автомобильными дорогами, пешеходными тротуарами, природоохранными зонами и другими препятствиями. Областью применения направленных горизонтальных и слабонаклонных скважин являются процессы и оборудование для бестраншейной прокладки жизнеобеспечивающих инженерных подземных коммуникаций различного назначения.

Горизонтальное бурение характеризуется совмещением процессов разрушения забойных массивов режущими, раздавливающими инструментами с процессами транспортирования и погрузки разрушенной горной массы [2–14].

Применение при горизонтальном бурении шнекобурового инструмента без колонны инвентарных обсадных труб не обеспечивает заданную направленность буримых скважин, а достижимая длина буримых скважин не превышает 30–35 м [15]. Размещение бурошнекового инструмента внутри колонны обсадных труб и использование двухэтапной технологии, позволяет увеличить диаметр буримых скважин в диапазоне от 540 до 1740 мм и длину скважин от 50 до 80 м.

Двухэтапная технология проходки горизонтальных скважин большого диаметра, реализуемая путем первоначального бурения пионерной скважины с последующим разбуриванием до требуемого диаметра расширителями обратного хода, является перспективной и конкурентоспособной. Проведение горизонтальных скважин по такой технологии позволяет не только уменьшить энерговооруженность и габариты оборудования, повысить унификацию бурошнековых машин и снизить номенклатуру бурового инструмента и устройств. При этом суммарная продолжительность времени чистого бурения по двухэтапной технологии не превышает продолжительность бурения скважины по одноэтапной технологии. Кроме того, чем больше диаметр скважины,

разбуриаемой обратным ходом, тем меньше трудоемкость и энергозатраты [16].

Дальнейшая оптимизация энергозатрат на осуществление технологии двухэтапного бурения, получившая актуальность в последнее время, предполагает работу в составе бурошнекового комплекса информационной системы контроля положения его конструктивных элементов, решающей в автоматическом режиме следующие задачи:

- тщательный контроль при реализации первого этапа бурения направленности пионерной скважины влияет на энергоемкость второго этапа;
- предотвращение врезания в стенки скважины торцевой поверхности обсадной колонны, протягиваемой прицепным устройством расширителя;
- эффективная работа комплекта датчиков информационной системы без изменения конструкций узлов и деталей бурошнекового оборудования.

В основе датчиков положения заложены платы с микроэлектромеханическими гироскопами. Многочисленность требуемых датчиков определяется сложным составом бурошнекового комплекса и служебным назначением каждого конструктивного элемента, его влиянием на направленность проходки прямым ходом пионерной скважины, а затем и скважины, разбуриаемой обратным ходом до требуемого диаметра (рис. 1). Это предопределяет, в том числе и необходимость автономного питания.

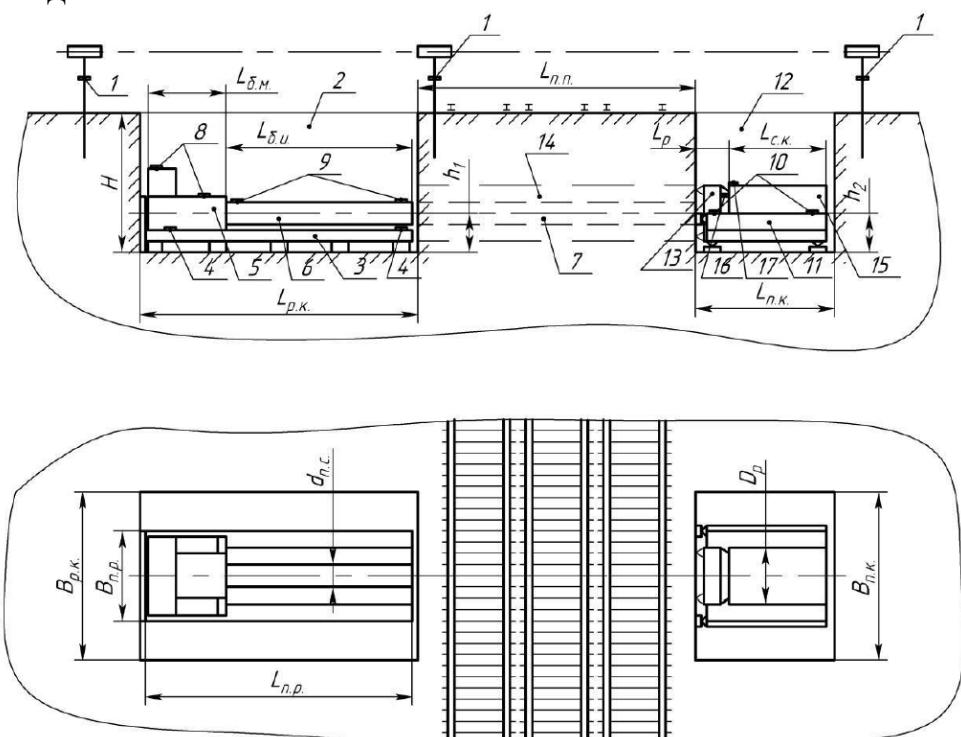


Рис. 1. Схема двухэтапного бурения горизонтальной скважины в условиях стесненного рабочего пространства

Проблема заключается в необходимости передачи сигналов датчиков по беспроводным каналам, что составляет определенную техническую сложность при работе в стесненном рабочем пространстве котлованов (а возможно

и в грунте), при явном наличии помех, вызываемых электрическими компонентами приводов бурошнекового комплекса.

С учетом вышесказанного примерный укрупненный алгоритм работы информационной системы для бурошнекового комплекса, работающего по технологии двухэтапного бурения, представленной на схеме (рис. 1), может быть описан следующим образом:

1. Получение системой исходных сигналов с датчиков 1, совместно работающих с оптическими приборами, после установления теодолитной оси пионерной скважины.

2. Преобразование параметров, полученных после обработки системой, для использования при установке на глубине  $H$  и в пространстве рабочего котлована 2 с размерами  $L_{p.k.} \times B_{p.k.}$  постельной рамы 3 бурошнекового комплекса с размерами  $L_{p.p.} \times B_{p.p.}$  при активном использовании сигналов с датчиков 4, расположенных непосредственно на ней, с целью выработки управляющих воздействий для корректировки ее положения.

3. Монтаж на постельной раме и в ее контуре бурошнековой машины 5 длиной  $L_{6.m.}$  и бурошнекового инструмента 6 длиной  $L_{6.i.}$  для бурения пионерной скважины 7 диаметром  $d_{p.c.}$  на высоте  $h_1$  от дна рабочего котлована. При этом для корректировки процесса активно используются сигналы с датчиков 8 на машине и датчиков 9 на инструменте.

4. Бурение пионерной скважины длиной  $L_{p.p.}$  прямым ходом с контролем направленности при использовании сигналов с датчиков 9 бурошнекового инструмента, а также датчиков 10 на опорно-центрирующем устройстве 11 лафетного типа, находящемся в пространстве приемного котлована 12 с размерами  $L_{p.k.} \times B_{p.k.}$ , и которое в дальнейшем используется для забуривания расширителя обратного хода 13 на высоте  $h_2$  от дна приемного котлована.

5. Разбуривание скважины 14 до диаметра  $D_p$  обратным ходом, совмещенное с протаскиванием обсадной колонны, последовательно соединяемой из секций 15 длиной  $L_{c.k.}$ . При этом активно используются сигналы с датчиков 16 на прицепном устройстве расширителя обратного хода и датчиков 17 на секции обсадной колонны с целью снижения осевого усилия на валу бурошнекового инструмента.

При условии реализации вышеприведенного алгоритма информационная система позволит повысить точность задания направленности оси буримой скважины, во-первых, на этапе монтажа бурошнековой машины и инструмента для проходки пионерной скважины.

Во-вторых, на этапе старта разбуривания скважины информационная система способствует повышению точности установки забуривающегося с опорно-центрирующим устройством расширителя обратного хода и соединенной с ним прицепным устройством секции обсадной колонны.

В-третьих, в процессе разбуривания скважины информационная система осуществляет непрерывный контроль соосности и взаимного расположения расширителя обратного хода и связанной с ним прицепным устройством наращиваемой колонны обсадных труб. Последний этап, однако, при общем со-

блюдении условия конструктивной неизменности основных узлов и деталей бурошнекового оборудования, требует создания новых технических решений вспомогательных (прицепных, опорно-якорных) устройств, приспособленных для работы датчиков разрабатываемой информационной системы.

Таким образом, результаты исследования и создания бурошнекового инструмента для бурения пионерных скважин целесообразно реализовать как базовые решения для оснащения проходческих комбайнов избирательного действия с телескопическими стреловыми исполнительными органами, содержащими радиальные реверсивные коронки с дисковым инструментом, при забуривании опережающих многофункциональных технологических горизонтальных и слабонаклонных скважин, облегчающих процессы проведения горных выработок в структурно-неоднородных забойных массивах

### **Список литературы:**

1. Маметьев, Л.Е. Разработка исполнительных органов и инструмента для стреловых проходческих комбайнов и бурошнековых машин / Л.Е. Маметьев // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2015. – №5. – С. 56–63.
2. Исполнительный орган выемочно-проходческой горной машины: пат. 152701 РФ на полезную модель: МПК Е 21 С 25/18, Е 21 С 27/24 (2006.01). / Маметьев Л.Е, Хорешок А.А., Борисов А.Ю; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессион. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2014144633/03; заявл. 05.11.2014; опубл. 10.06.2015, Бюл. № 16. – 3 с.
3. Расширитель скважин обратного хода: пат. 160664 РФ на полезную модель: МПК Е 21 В 7/28, Е 21 D 3/00 (2006.01). / Цехин А.М., Маметьев Л.Е, Хорешок А.А., Борисов А.Ю; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессион. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2015135343/03; заявл. 20.08.2015; опубл. 27.03.2016, Бюл. № 9. – 2 с.
4. Khoreshok A.A., Mametyev L.E., Borisov A.Yu., Vorobyev A.V. The distribution of stresses and strains in the mating elements disk tools working bodies of roadheaders // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2015. V. 91. p. 012084.
5. Khoreshok A, Mametyev L, Borisov A, Vorobiev A. Stress-deformed state knots fastening of a disk tool on the crowns of roadheaders // Taishan academic forum-project on mine disaster prevention and control. Chinese coal in the XXI century: Mining, green and safety. – Qingdao, China, October 17-20, 2014, Atlantis press, Amsterdam-Paris-Beijing, 2014. p. 177–183.
6. Khoreshok A.A., Mametev L.E., Borisov A.Yu., Vorobev A.V. Finite element models of disk tools with attachment points on triangular prisms // Applied Mechanics and Materials. 2015. V. 770. p. 429–433.
7. Khoreshok A.A., Mametev L.E., Borisov A.Yu., Vorobev A.V. Stress state of disk tool attachment points on tetrahedral prisms between axial bits // Applied Mechanics and Materials. 2015. V. 770. p. 434–438.

8. Проходческие комбайны со стреловидным исполнительным органом. Часть 1. Опыт производства и развития: монография / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, Б.Л. Герике, Г.Д. Буялич, А.Б. Ефременков, А.Ю. Борисов; Юргинский технологический институт, Кузбасский государственный технический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 213 с.

9. Проходческие комбайны со стреловидным исполнительным органом. Часть 2. Эксплуатация и диагностика: монография / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, Б.Л. Герике, Г.Д. Буялич, А.Б. Ефременков, А.Ю. Борисов; Юргинский технологический институт, Кузбасский государственный технический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 281 с.

10. Проходческие комбайны со стреловидным исполнительным органом. Часть 3. Выбор и обоснование рабочих параметров двухкорончатых реверсивных исполнительных органов: монография / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин и др.; Кузбасский государственный технический университет, Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 136 с.

11. Khoreshok A.A., Mametyev L.E., Borisov A.Yu., Vorobyev A.V. Influence of the rigid connection between discs in the tetrahedral prisms on equivalent stresses when cutting work faces // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. V. 127. p. 012039.

12. Хорешок, А.А. Формирование нагруженности реверсивных коронок с дисковым инструментом на трехгранных призмах / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов // Горное оборудование и электромеханика. – 2016. – № 4. – С. 3–10.

13. Хорешок, А.А. Обеспечение устойчивости проходческого комбайна с двухкорончатым реверсивным рабочим органом / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов // Горное оборудование и электромеханика. – 2016. – № 6. – С. 3–7.

14. Борисов, А.Ю. Влияние формы корпуса рабочего органа горного комбайна на нагруженность дискового инструмента / А.Ю. Борисов, А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин // Горное оборудование и электромеханика. – 2016. – № 6. – С. 30–37.

15. Маметьев, Л.Е. Разработка требований к информационной системе контроля направленности бурения горизонтальных скважин / Л.Е. Маметьев, О.В. Любимов, Е.А. Маметьев, К.Д. Пономарев // Современные тенденции развития науки и производства: сб. материалов II Междунар. науч.-практ. конф., Кемерово, 15–16 янв. 2015 г. / ООО «ЗапСибНЦ». – Кемерово, 2015. – С. 12–15.

16. Маметьев, Л.Е. Укрупненный алгоритм работы системы контроля положения конструктивных элементов бурошнекового комплекса при двухэтапном бурении / Л.Е. Маметьев, О.В. Любимов, Е.А. Маметьев, К.Д. Пономарев // Научно-технический прогресс: Актуальные и перспективные направ-

ления будущего: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., Кемерово, 26–27 марта 2015 г. Т.1./ ООО «ЗапСибНЦ». – Кемерово, 2015. – С. 7–9.