

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИЛОВЫХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНО НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ ПИЛОТНЫХ СКВАЖИН

К.В. Мельнов

Научный руководитель - профессор Л.А. Саруев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Наличие крепких горных пород является существенной причиной препятствующей использованию горизонтально направленного бурения для большинства отраслей промышленности, которые применяют данную технологию. Для бурения в крепких горных породах требуются мощные буровые установки, при этом имеющие большие габаритные размеры, а вспомогательное оборудование, необходимое для их эксплуатации, является дорогостоящим и непрактичным для использования в городских районах [4]. Одной из важнейших технологий в развитии горизонтально направленного бурения является применение ударно-вращательного способа бурения с гидромеханической системой для формирования силовых импульсов. Развитие данной технологии позволит применять буровое оборудование средних размеров для эффективного бурения в крепких горных породах. На основании этого подтверждается актуальность и необходимость в разработке и научном обосновании принципиально нового формователя силовых импульсов.

Проведенный обзор источников литературы выявил, что для бурения пилотных скважин, в большинстве случаев применяют вращательный способ бурения [5]. К недостаткам данного способа бурения можно отнести недостаточную эффективность работы с крепкими горными породами, которые могут возникать в виде небольших включений на планируемой траектории скважины. В связи с этим более широкое применение находят установки, совмещающие в себе вращение и удар [1]. Пример такой установки приведен на рис. 1.

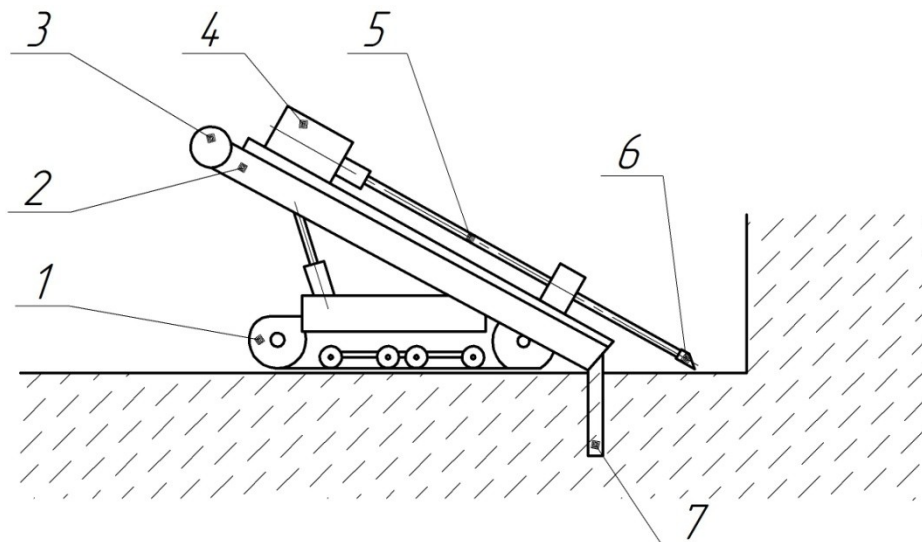


Рис. 1 – Структурная схема установки с гидромеханической системой:

1 – ходовая часть; 2 – рама; 3 – привод подачи; 4 – гидроимпульсный механизм; 5 – бурильная труба; 6 – буровая коронка; 7 – фиксирующая опора.

Приведенная на схеме установка состоит из основания 1 сопряженного с ходовой частью, на нее крепится рама 2 имеющая осевой податчик бурового инструмента 3, также на раму устанавливается гидромеханическая система для формирования силовых импульсов 4, к которой подводится бурильная труба 5, имеющая буровую коронку 6 для разрушения горных пород.

Применение мощных ударных узлов направленных на формирование силовых импульсов большой амплитуды позволяет разрушать крепкие горные породы, но его использование вызывает другую проблему, приводящую к снижению срока службы бурильной колонны. В результате чего возникла необходимость в разработке новой гидромеханической системы для формирования силовых импульсов. Стоит отметить, что разрабатываемый механизм обладает большим КПД по сравнению с существующими пневматическими ударными механизмами [2]. Применение электроударных механизмов не менее эффективно, но имеет ряд значительных ограничений, в связи с чем в настоящий момент разработка мощных механизмов затруднена.

Приведенная в работе [7] конструкция формователя силовых импульсов позволяет увеличить КПД по сравнению с аналогами, но данная конструкция не обеспечивает полной герметичности поршневой полости цилиндра, что приводит к потере мощности механизма, в связи с этим предложена новая конструкция гидромеханической системы для формирования силовых импульсов.

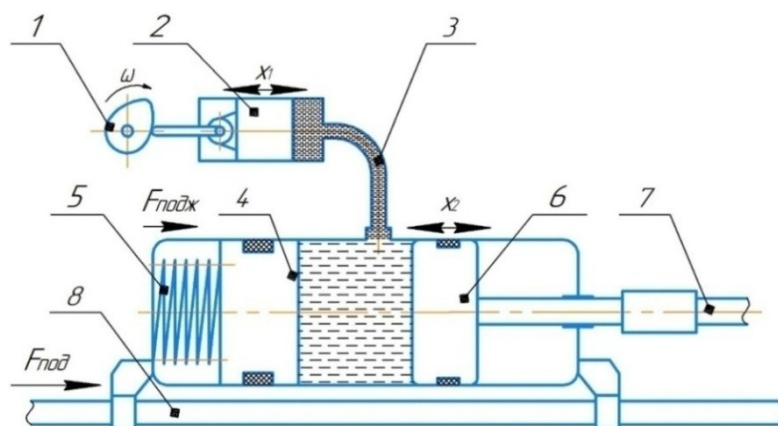


Рис. 2. Гидромеханическая система формирования силовых импульсов установки ударно-вращательного бурения: 1 – кулачковый механизм; 2 – поршень; 3 – рукав высокого давления; 4 – активная масса; 5 – пружина сжатия; 6 – поршень; 7 – бурильные трубы; 8 – направляющая.

Разработанная конструкция гидроимпульсного механизма применяемая для горизонтально направленного способа бурения пилотных скважин приведена на рис. 2. Работает данный механизм следующим образом, при совершении вращательного движения звена 1 происходит движение поршня насоса 2, стоит отметить, поршневая полость предварительно заполнена рабочей жидкостью и должна быть герметичной. При совершении возвратно поступательных движений поршня 2 происходит формирование силовых импульсов, передающихся через рукав высокого давления 3 и воздействующих на активную массу 4, предварительно поджатую пружиной сжатия 5. Активная масса 4 установлена в гидроцилиндре соосно поршню 6, пространство заполнено рабочей жидкостью. После воздействия на активную массу 4 сформированный силовой импульс через поршень 6 передается по бурильной колонне 7 к породоразрушающему инструменту, тем самым разрушая горную породу. Направляющие опоры 8 предназначены для осевой подачи на забой бурового инструмента и располагаются на раме буровой установки, расположение гидроимпульсного механизма приведено на рис. 1.

Однако эффективность применения данного механизма напрямую зависит от типа бурильных труб и конструкции их соединения между собой. Так, в работе [5], доказана эффективность использования ниппельного соединения труб с резьбой круглого профиля. Имеется ряд экспериментальных исследований, подтверждающих эффективность данной конструкции бурильных труб при ударно-вращательном бурении. Основным недостатком применения бурильных труб, используемых для вращательного бурения в ударно-вращательном бурении заключается в отсутствии постоянства сечения бурильной колонны, в местах соединения труб, что приводит к возникновению волны отражения при прохождении силового импульса, и как следствие к снижению эффективности передачи с увеличением длины бурильной колонны.

Выводы

Отличительной особенностью предложенной конструкции гидромеханической системы является возможность автоматической регулировки амплитуды силовых импульсов напрямую взаимосвязанных с крепостью горных пород, встречающихся при бурении скважины. Мировой опыт применения ударно-вращательного бурения позволяет оценить его эффективность при бурении крепких горных пород, порядка 60% данных пород разрушаются при помощи данного способа бурения [4]. Данный фактор подтверждает эффективность и актуальность проведения научных исследований и опытно-конструкторских работ, направленных на совершенствование механизмов для формирования силовых импульсов. Использование гидроимпульсного механизма позволяет расширить условия применения данных механизмов в различных отраслях добывающей промышленности.

Литература

1. Иванов К.И., Латышев В.А., Андреев В.Д., Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых. 3-е изд., перераб. и доп. – М. Недра, 1987 г. – 272 с.
2. Казанцев А.А., Саруев Л.А. Повышение эффективности вращательно-ударного бурения скважин малого диаметра из подземных горных выработок: монография. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 175 с.
3. Пашков Е. Н., Саруев Л. А., Зиякаев Г. Р. Математическое моделирование гидроимпульсного механизма бурильных машин // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 5. – С. 26-31.
4. Рыбаков А.П. Основы бестраншейных технологий (теория и практика). – М.: Пресс Бюро №1, 2005. – 304 с.
5. Саруев Л.А. и др. Перспективы развития технологии и техники горизонтально направленного бурения пилотных скважин для бестраншейной прокладки трубопроводов// Известия Томского политехнического университета. – 2019, Т.330– № 4 – с. 89-97.
6. Shadrina A., Saruev L., Vasenin S. The technology improvement and development of the new design-engineering principles of pilot bore directional drilling // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2014 URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/43/1/012068> (дата обращения 12.10.2018).
7. Novoseltseva M.V., Masson I.A., Pashkov E.N., Investigation of input signal curve effect of formed pulse of hydraulic-powered pulse machine // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – V.127. №1. – p.74-77.