

СОККУ-БУРУУ ЫКМАСЫНДА ИШТЁЁЧЩ ГИДРАВЛИКАЛЫК ПЕРФОРАТОРДУН ЖУМУШ ЖАРАЯНЫНЫН ЁЗГЁЧЁЛЩКТЁРЩ

ОСОБЕННОСТИ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПЕРФО- РАТОРА ДЛЯ УДАРНО-ПОВОРОТНОГО БУРЕНИЯ

FEATURES OF THE WORKING PROCESSES OF THE HYDRAULIC ROCK DRILL FOR PERCUSSIVE DRILLING

**Ураимов М.
Uraimov M.**

Бул макалада ургулоочу жана буруучу механизмдери бир тулкуда жайгашкан гидравликалык перфоратордын конструкциясы келтирилген. Ал перфоратордун жумуш жараянын ёзгёчёлщктёрщ каралган. Айлануу ийин кщчтицн жеткиликтщц мааниси аркылуу жылдыруучу кщчтицн жогорлоосунда, кёрсётцлгён перфоратордун жардамы менен текти жеке ургулап уратуу эмес, жумуш циклында айрым фазаларда тоо тегин кессе да болот, ушул касиети менен азыркы учурда белгилщц куяларды бургулоочу машиналардан бул перфоратор айрмаланып турат. Ошондуктан, басуу кщчтицнчн чондугуна жараша, бул перфоратор ургулоо-буруу жана ургулоо- айлантма ыкмасына жакын ыкма менен иштей алат.

Представлена конструкция гидравлического перфоратора, в котором ударный механизм и механизм вращения инструмента расположены в одном корпусе. Рассмотрены особенности рабочего процесса перфоратора. Показано, что при увеличении усилия подачи, благодаря достаточно высокому значению крутящего момента, с помощью представленного перфоратора можно обеспечить не только ударное разрушение породы, но на отдельных фазах рабочего цикла осуществить срез горной породы, что отличает от известных в настоящее время машин для бурения шпуров. Следовательно, в зависимости от усилия подачи инструмента на забой данный перфоратор может обеспечивать как ударно-поворотное бурение, так и способ бурения, близкий к ударно-вращательному режиму бурения крепких пород.

The design of a hydraulic perforator is presented, in which the impact mechanism and the tool rotation mechanism are located in the same housing. The features of the working process of the perforator are considered. Therefore, depending on the force of feeding the tool to the bottomhole, this perforator can provide both rotary percussion drilling and a drilling method close to percussive-rotary drilling of hard rocks. It is shown that with an increase in the feed force, due to a sufficiently high value of the torque, using the presented perforator, it is possible to provide not only impact destruction of the rock, but also to cut the rock at certain phases of the working cycle, which differs from currently known machines for drilling holes.

Түйүн сөздөр: гидравликалык перфоратор, ургулоо-буруу бургулоо, сокку механизм, сокку механизми, айлантма механизми, айлануу ийин кщч.

Ключевые слова: гидравлический перфоратор, ударно-поворотное бурение, ударный механизм, механизм вращения, крутящий момент

Keywords: hydraulic drilling machine, shock-turn drilling, drilling tool, impact mechanism, rotation mechanism, increasing rotation moment

При бурении горных пород бурильными установками обычно используются вращательно-ударный и ударно-поворотный способы бурения. Наибольшее распространение в горнорудной промышленности в настоящее время получил вращательно-ударный способ бурения, который благодаря возможности передачи высокой мощности к среде обеспечивает высокую скорость бурения. В соответствии с этим в настоящее время большинство производителей буровой техники выпускают бурильные машины для реализации данного способа бурения.

Для бурения шпуров ударно-поворотным способом в горном деле и строительстве широкое применение получили ручные перфораторы, обеспечивающие бурение шпуров и скважин в крепких горных породах. При бурении таким способом разрушение породы на забое фактически происходит за счет удара, а поворот бурового инструмента используется для перемещения инструмента на новую позицию. При этом после удара инструмент отскакивает от забоя, и для его поворота не требуется большой крутящий момент.

Кроме этого способа, выделяют также ударно-вращательный способ бурения. Отличие данного способа от широко распространенного в настоящее время вращательно-ударного бурения, по данным источников [1, 3], заключается в том, что мощность ударного узла больше мощности вращателя.

Для бурения шпуров вращательно-ударным и ударно-вращательным способом выпускается большое количество бурильных машин с гидравлическим приводом, характеризующихся высокой мощностью ударного механизма и вращателя. Поэтому скорость бурения этими способами значительно выше по сравнению с ударно-поворотным способом.

Одним из факторов, ограничивающих широкое применение ударно-поворотного способа бурения, является отсутствие соответствующих машин с большой мощностью. Существующие перфораторы для бурения ударно-поворотным способом имеют пневматический привод ударного механизма, а поворот инструмента происходит при обратном ходе поршня за счет связанного с ним геликоидального механизма. При больших усилиях подачи инструмента на забой момент, необходимый для поворота инструмента, возрастает, что приводит к замедлению движения поршня ударного механизма или его полной остановке.

Применение гидравлического привода для создания машин для ударно-поворотного бурения представляется одним из перспективных направлений при создании машин рассматриваемого класса.

Такой перфоратор при значительно большем крутящем моменте на инструменте обладает при одинаковой мощности меньшими габаритами и массой по сравнению с пневматическими

перфораторами, большим коэффициентом полезного действия, не требует использования громоздких компрессорных станций и не загрязняет окружающую среду выхлопом отработанного воздуха.

С целью расширения областей применения ударно-поворотного способа бурения крепких пород за счет использования преимуществ гидравлического привода была разработана конструкция перфоратора с гидравлическим механизмом поворота инструмента, расположенным в одном корпусе с ударным механизмом. Перфоратор разработан на основе схемы, представленной в работе [5]. Общий вид перфоратора, рассматриваемого в данной работе, которому присвоено обозначение **ГП 250**, представлен на рисунке 1. Основные конструктивные решения, принятые при разработке данной конструкции перфоратора, были ранее апробированы и проверены при испытаниях ранее созданного перфоратора, результаты которых представлены в [4,6,7].

Перфоратор состоит из трёх узлов, соединенных между собой. Это ударный механизм, механизм поворота бурового инструмента и буродержатель с узлом крепления бурового инструмента. Все эти узлы расположены соосно и стянуты между собой двумя продольными шпильками. В собранном виде перфоратор устанавливается на плиту, которая далее может быть прикреплена к подающему механизму буровой установки.

В состав ударного механизма входят корпус 1, поршень-ударник 2, гильза 3 с двумя направляющими втулками. Гильза запрессована в центральном отверстии корпуса. Во внутреннем отверстии гильзы с возможностью совершения возвратно-поступательного движения размещён поршень-ударник. Перемещение поршня-ударника в осевом направлении ограничивается двумя направляющими втулками, расположенными на торцах гильзы. В корпусе выполнены продольные и поперечные каналы, соединенные с источником питания через соответствующие штуцеры 21, расположенные по обе стороны корпуса ударника. В центральном отверстии гильзы с использованием поясков ступенчатого поршня-ударника образовано несколько рабочих камер, соединенных через радиальные отверстия гильзы с коммутационными каналами, расположенными в корпусе.

На корпусе размещены напорный 4 и сливной 5 аккумуляторы, с помощью которых достигается уменьшение колебания давления в гидросистеме. Жидкостные камеры аккумуляторов соединены с соответствующими каналами с напорной и сливной магистралями. К корпусу прикреплён задний фланец 6, обеспечивающий силовое замыкание конструкции с задней стороны.

В передней части перфоратора размещен механизм поворота бурового инструмента, выполненный в виде гидромотора. Он состоит из корпуса 7, статора 8, поворотной втулки 9 и ротора 10. Ротор с возможностью совершения вращения размещён в статоре и специальной опоре 12.

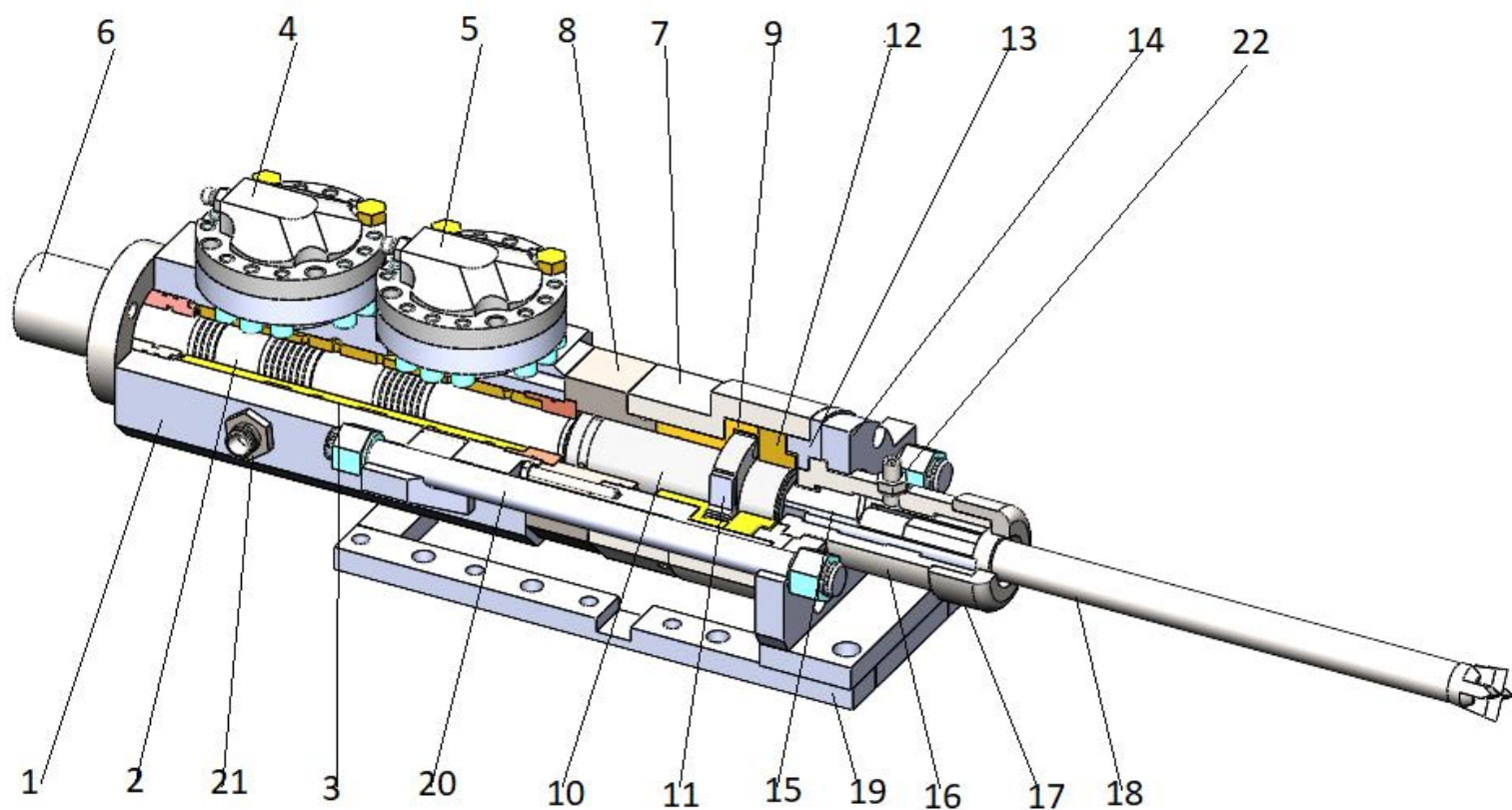


Рисунок 1— Общий вид перфоратора ГП 250

1—корпус ударника, 2— поршень-ударник, 3— гильза с направляющими втулками, 4,5— напорный и сливной гидропневмоаккумуляторы, 6— задний фланец, 7— корпус гидромотора, 8— статор, 9— поворотная втулка, 10— ротор, 11— храповой механизм, 12—опора ротора, 13—передний фланец гидромотора, 14— стойка, 15— хвостовик, 16— буродержатель, 17— фиксатор хвостовика, 18— штанга буровая, 19— основание, 20— шпилька стяжная, 21— штуцер подачи жидкости, 22— штуцер для подачи воздуха.

По наружному диаметру на ротор с возможностью поворота посажена поворотная втулка.

В настоящее время разработанная конструкция перфоратора изготовлена, и проведен начальный этап экспериментальных исследований. В процессе испытаний перфоратора установлена работоспособность разработанной конструкции и возможность бурения шпуров по крепким породам.

Особенностью перфоратора является то, что величина крутящего момента не связана с энергией удара ударного механизма, как это наблюдается в перфораторах с геликоидальным механизмом поворота бурового инструмента. Величина крутящего момента при прочих равных условиях зависит только от площади торца поворотной втулки, на который действует давление жидкости. Благодаря этому крутящий момент, развиваемый на буровом инструменте, может достигать значительных величин, сопоставимых с крутящим моментом бурильных машин ударно-вращательного и вращательно-ударного действия, обеспечивающим срезание слоя породы.

Конструкция представленного перфоратора позволяет осуществлять поворот буровой штанги как в конце холостого хода поршня-ударника, так и после соударения его со штангой. В отличие от пневматических перфораторов с геликоидальным механизмом поворота в данном перфораторе поворот штанги осуществляется в периоды рабочего цикла, когда поршень-ударник неподвижен или имеет минимальную скорость. Поэтому практически вся подача жидкости, обеспечиваемая источником питания в эти периоды, используется для поворота бурового инструмента.

Особенность рабочего процесса, реализуемого данным перфоратором, можно представить в виде диаграмм, характеризующих характер протекания рабочего процесса соответствующих машин. На рисунке 2 представлены диаграммы изменения скорости U , угла поворота бурового инструмента φ и глубины h внедрения бурового инструмента в течение двух рабочих циклов работы, построенных при различных значениях усилия прижатия бурового инструмента.

В отличие от ударника, имеющего специальное распределительное устройство, в данном перфораторе роль распределителя выполняет механизм поворота бурового инструмента. По этой причине диаграмма изменения скорости поршня-ударника (рисунок 2а) имеет особенность, которая заключается в том, что в точках переключения или в конце холостого и рабочего ходов скорость его снижается или равна нулю, потому что в этих точках основной поток жидкости используется для поворота бурового инструмента и на возврат поворотной втулки в исходное положение.

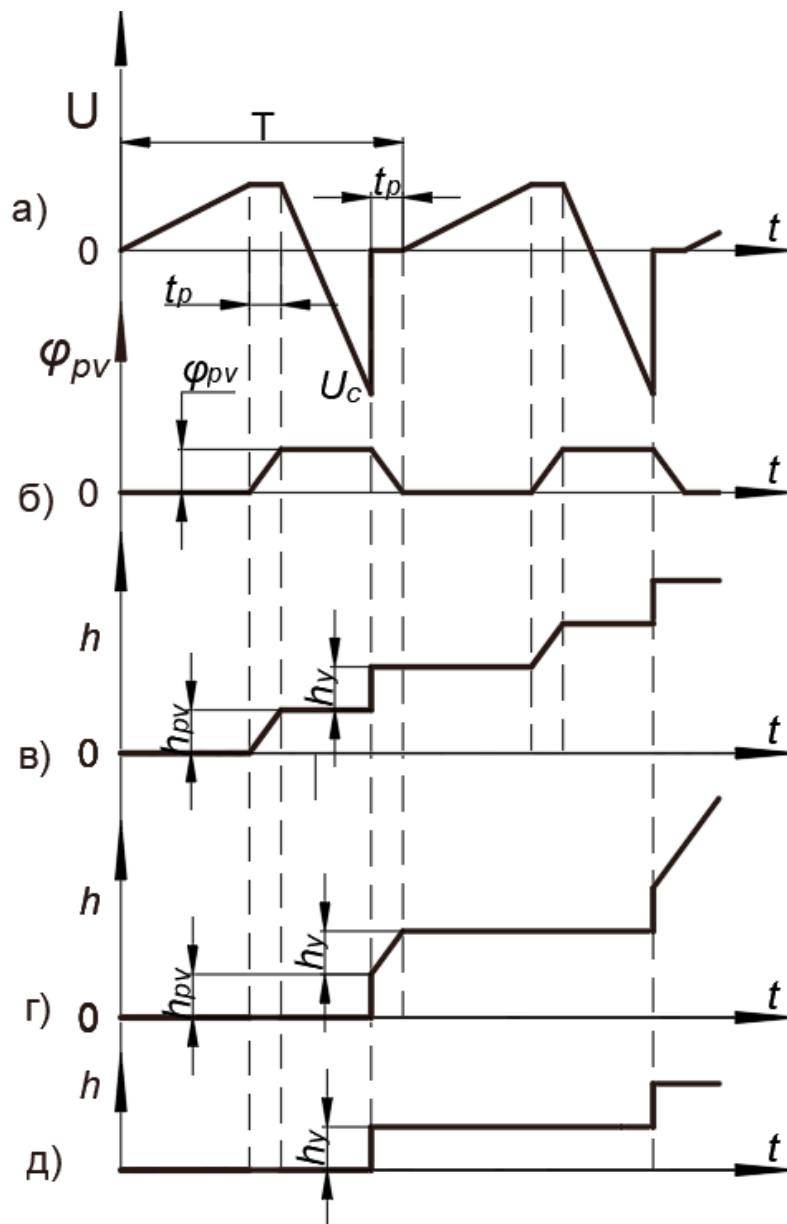


Рисунок 2 – Диаграммы изменения параметров работы перфоратора по времени: скорость поршня-ударника (а), угол поворота поворотной втулки (б), глубина внедрения инструмента в породу при его повороте при максимальном усилии прижатия в конце холостого хода (в) и в конце рабочего хода (г), глубина внедрения инструмента при минимальном усилии прижатия (д)

Поворотная втулка, которая является ведущим звеном механизма поворота, в зависимости от положения поршня-ударника, совершает возвратно-поворотное движение вокруг центральной оси. Диаграмма изменения движения поворотной втулки показана на рисунке 2б.

Крутящий момент, развиваемый при повороте поворотной втулки, передаётся к ротору и далее через хвостовик к буровой штанге. Поворотная втулка и ротор соединены между собой

через храповой механизм, поэтому поворот поворотной втулки с передачей крутящего момента осуществляется только в одном направлении.

Поворот поворотной втулки с передачей крутящего момента можно осуществлять в одном из двух положений: в конце холостого хода и в конце рабочего хода, после нанесения удара по торцу хвостовика.

Диаграммы изменения глубины внедрения по времени для двух возможных вариантов поворота бурового инструмента представлены на рисунках 2 в и 2 г.

В первом случае, когда поворот бурового инструмента происходит в конце холостого хода, под действием крутящего момента сначала происходит срез породы и инструмент внедряется на глубину h_{pv} . В конце рабочего цикла под действием удара буровой инструмент внедряется в породу на глубину h_y . Суммарная глубина внедрения в породу бурового за один рабочий цикл составит $h = h_y + h_{pv}$ (рисунок 2 в).

Во втором случае внедрение рабочего инструмента в породу происходит в конце рабочего цикла. Сначала буровой инструмент под действием удара внедряется в породу на глубину h_y , затем осуществляется поворот бурового инструмента и срез породы на глубину h_{pv} . Суммарная глубина внедрения, как и в первом случае, составит $h = h_y + h_{pv}$ (рисунок 2 г).

Эти варианты работы перфоратора возможны, если усилие подачи его к забою достаточно большое и обеспечивает непрерывный контакт с породой. В противном случае, если сила подачи мала и не обеспечивает контакт инструмента с породой, срез породы становится невозможным и разрушение породы осуществляется только под действием удара, что показано на рисунке 2 д. В этом случае реализуется ударно-поворотный способ бурения.

В отличие от бурильных машин вращательно-ударного действия, которые обеспечивают непрерывное вращение бурового инструмента, при работе рассматриваемого перфоратора поворот бурового инструмента прерывистый и осуществляется между ударами с остановками. При этом поворот бурового инструмента так же, как и при вращательно-ударном способе бурения, сопровождается срезом горной породы, что отличает режим бурения, обеспечиваемый перфоратором, от существующих способов бурения пород.

Следует отметить, что величину угла поворота бурового инструмента можно изменять, ограничивая сектором забоя, который был раздроблен или ослаблен при ударе. Для пневматических перфораторов величина этого угла в зависимости от крепости буримой породы составляет 9–16 градусов. При этом количество ударов за один оборот бурового инструмента составляет 24–40 ударов.

По данным исследований [1,2,3] для гидравлических бурильных машин вращательно-ударного действия, этот показатель рекомендуется принимать при бурении пород крепостью 10–14 по шкале М.М. Протоdjаконова и диаметре шпуров 28–43 мм в пределах 16–17 ударов на один оборот. При этом угол поворота бурового инструмента равен 21–22,5 градуса. Для более крепких пород этот угол может быть уменьшен до 15–16 градусов.

Использование преимуществ ударно-поворотного режима (малый износ коронки благодаря малому углу поворота на количество ударов) и вращательно-ударного способа (срез породы благодаря большому крутящему моменту) составляет отличительную черту рассматриваемого перфоратора и характера протекания рабочего процесса.

Таким образом в зависимости от усилия подачи инструмента на забой данный перфоратор может обеспечивать как ударно-поворотное бурение, так и способ бурения, близкий к ударно-вращательному режиму бурения крепких пород.

Проведение более широких исследований процессов бурения шпуров предлагаемым перфоратором в горных породах представляет интерес для дальнейшего развития работ в данном направлении.

Литература

1. Иванов К.И., Варич М.С., Дусев В.И., Андреев В.Д. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1974. – 408 с.
2. Медведев И.Ф. Режимы бурения и выбор буровых машин. – М.: Недра, 1986. – 223 с.
3. Басов С.А. Основные показатели гидравлических вращательно-ударных механизмов бурильных машин. – Фрунзе, 1986. – 124 с.
4. Еремьянц В.Э., Ураимов М. Гидравлический перфоратор с совмещенным ударным механизмом и механизмом поворота инструмента. Горное и строительное машиностроение: наука и производство. – СПб. – № 10. – 2021. – С.56–63.
5. Ураимов М., Квитко С.И. Гидравлический перфоратор. Патент КР №2142. С1. кл. E21B 6/06. Приоритет 06.04.2018.
6. Ураимов М., Еремьянц В.Э., Квитко С.И. Механизм дискретного поворота инструмента гидравлического перфоратора //Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. –Т. 5. – №1. – 2018. – С. 284–289.

7. Ураимов М. Конструктивные особенности гидравлического перфоратора для бурения шпуров ударно-поворотным способом. //Машиноведение. Имаш НАН КР, 1(11). – 2020. – С.98–106.