

## ГИДРОУДАРНИК ДВОЙНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ УДАРНО-ВРАЩАТЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ СКВАЖИН

Вопросы разработки конструкции гидроударных механизмов для работы в скважинах диаметром 112-132 мм можно отнести к инженерным. Более проблемными остаются задачи, связанные с проектированием внешних характеристик гидроударников, соответствующих технологическим режимам бурения в различных горнотехнических условиях. Причем, выбор внешней характеристики гидроударника главным образом должен подчиняться требованию достижения области необходимых силовых параметров машины для эффективного бурения в породах V-XII категорий. Это не новые показатели назначения гидроударников, однако, в условиях жестких технических и технологических ограничениях, прежде всего по диаметру корпуса механизма и имеющейся области допустимых параметров привода буровых насосов, наиболее важное значение приобретают решения, направленные на выбор необходимого сочетания конструктивно-технологических параметров гидроударника с возможностью реализации оптимального характера его работы. Такой вариант работы машины требует обоснованного выбора, как исходных технологических режимов бурения, так и рабочих параметров гидроударника.

В условиях разведочного бурения, где решающим является обеспечение эффективной работы гидроударников при относительно малом расходе жидкости, весьма прогрессивными являются механизмы двойного действия (ГДД). Несмотря на то, что такие машины характеризуются сложной кинематикой рабочего процесса и системой распределения жидкости, требующей большого количества уплотнений и внутренних каналов для ее прохода, разработка ГДД обусловлена возможностью создания механизмов со сравнительно высоким КПД, большой энергией и частотой ударов, при сниженной, более чем, в два раза, по сравнению с гидроударниками одинарного действия (ГОД), подаче промывочной жидкости.

Схематический чертеж разработанного гидроударника (ГУ), имеющего диаметр корпуса 108 мм приведен на рис.1. В соответствии с общей классификацией механизм относится к группе гидроударников двойного действия с дифференциальным поршнем [1]. Во время эксплуатации гидроударник может быть в двух состояниях – заблокированном и рабочем.

Блокировка ГУ обеспечивается наличием в структуре ГУ шлицевого разъема, элементы которого, в отличие от ГОД [1, 2], дополнительно

выполняют функции распределителя жидкости. Кроме того, верхнее размещение разъема исключает влияние реактивных сил отдачи при относительном перемещении пары «шлицевой шток 3 - шлицевая муфта 2» на характер работы гидроударника.

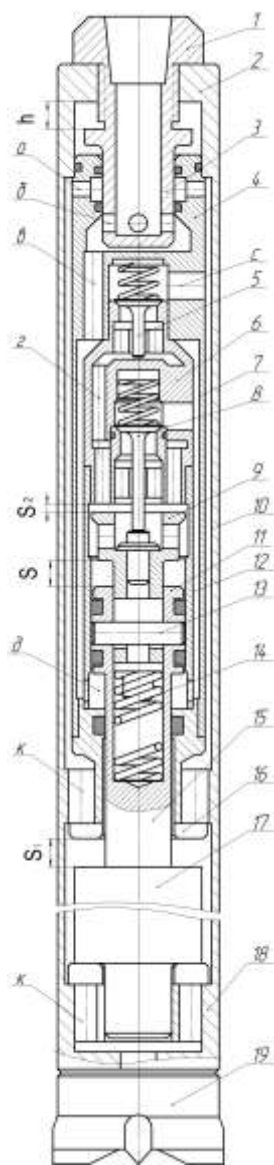


Рис.1 Схема гидроударника

площадь поршня 11;  $f_u$  - площадь штока 15).

В период спуска или подъема снаряда гидроударник под действием собственного веса опускается на величину хода шлицевого разъема  $h$ . Отверстия «а» и «б», выполненные соответственно в распределителе 4 и патрубке шлицевого штока 3 совмещаются. Промывочная жидкость через отмеченные отверстия, кольцевой зазор между наружным 10 и внутренним 7 корпусами, продольные каналы «к» верхней 16 и нижней 18 наковален, и далее, через промывочные каналы долота 19 свободно поступает на забой.

При постановке механизма на забой шлицевой шток 3 опускается до посадки переходника 1 на опорную поверхность шлицевой муфты 2. Каналы «б» размещаются в камере гидродвигателя и обеспечивают поступление промывочной жидкости в приводную полость «д» цилиндра 12. Давление жидкости  $P$  в полости «д» формирует силу  $R = P(F_n - f_u)$ , которая обеспечивает движение системы «поршень 11 - боек 14» вверх ( $F_n$  -

В период подъема бойка клапанная группа («впускной клапан 8 - выпускной клапан 9») остается в исходном нижнем положении за счет силы давления жидкости, прижимающей клапан 8 к седлу. В процессе перемещения бойка жидкость, находящаяся в цилиндре 12 над поршнем 11 вытесняется по смещенным каналам «г» клапанной коробки 6 и далее, через открывшийся обратный клапан 5 и радиальный канал «с» распределителя 4 поступает в кольцевой зазор между наружным 10 и внутренним 7 корпусами механизма. При движении поршня 11 вверх одновременно с ним перемещается палец 13 по

пазам, выполненным в хвостовике клапана 9. На этой фазе происходит сжатие пружины 14.

Пройдя расстояние  $S$ , поршень 11 наносит удар по выпускному клапану 9. За счет энергии удара и силы сжатой пружины 14 система «*впускной клапан 8 - выпускной клапан 9*» переместится вверх. При этом выпускной клапан 9 своей тарелкой будет прижат к нижней поверхности клапанной коробки 6, закрывая смещенные каналы «*г*», а впускной клапан 8 откроет доступ жидкости и в надпоршневую полость цилиндра 12. В период перестановки клапанов боек продолжает движение вверх до встречи с наковальней 16.

Движение поршня-бойка вниз обеспечивается результирующей силой  $R = Pf_u$ , обуславливающейся дифференциальной формой поршня при действии на него давления как с верхней, так и с нижней сторон.

При перемещении поршня вниз выпускной клапан 9 останется прижатым к поверхности клапанной коробки 6 за счет давления в надпоршневой камере цилиндра 12. Клапанная группа сохраняет верхнее положение на пути  $S$ . В момент контакта пальца 13 и нижней поверхности паза выпускного клапана 9 произойдет перестановка клапанов в исходное положение. Доступ жидкости в верхнюю полость цилиндра прекратится. Жидкость будет поступать только в подпоршневую полость «*д*» цилиндра 12. В период перестановки клапанов боек, за счет накопленной энергии, продолжает движение до удара по нижней наковальне 18. Далее цикл работы машины повторится.

В процессе бурения скважин гидроударник формирует два параметра – энергию  $W$  и частоту ударов  $n$ . Причем, оба параметра могут оперативно изменяться количеством подаваемой промывочной жидкости  $Q$ . С учетом целевого назначения разработки при бурении долотами в породах V-XI категорий, необходимая скорость восходящего потока в скважине обеспечивается при подаче насоса  $Q = 180-220$  л/мин.

По данным [3] абсолютное значение энергии удара, которую должен развивать гидроударник для эффективного разрушения пород V-XII категорий при бурении скважин долотами диаметром 112 - 132 мм находится в пределах  $W = 75-150$  Дж. При установленном  $Q$  и формирующейся при этом энергии удара  $W$ , параметр  $n$  является величиной фиксированной, влияющей, в основном, на выбор частоты вращения снаряда, диапазон изменения которой должен находиться в интервале  $80-135$  об/мин.

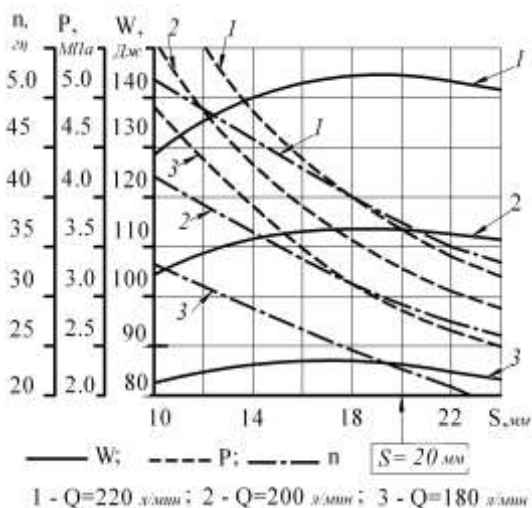
Установленный предел  $Q$ , а также давление в гидросистеме  $P$ , не превышающее пределы номинального  $[P]$  для заданного типа насоса явились исходными технологическими параметрами для проектирования конструктивных элементов и необходимых частотно-силовых характеристик гидроударника.

Рабочая площадь поршня гидродвигателя, составившая  $16 \text{ см}^2$ , выбрана из условий ограничения по диаметру корпуса машины (108 мм).

В такой ситуации, обеспечение необходимой характеристики гидроударника сужено возможностью выбора оптимального рабочего хода  $S = S_{\text{опт}}$ , при котором силовые характеристики гидроударника имеют наибольшее значение.

Анализ приведенных на рис. 2 расчетных зависимостей  $W$ ,  $n$  и  $P$  для заданных  $Q$  (рис. 2), иллюстрирующих общую закономерность формирования параметров гидроударника от хода бойка, позволил

установить значение  $S_{\text{опт}} \cong 20 \text{ мм}$ , при котором в диапазоне  $Q = 180-220 \text{ л/мин}$  с соблюдением условия  $P < [P]$  энергия удара имеет максимальную величину.



В целом, несмотря на подтвержденную работоспособность разработанного гидроударника, делать взвод о высокой эффективности его применения при реализации ударно-вращательного способа бурения преждевременно. Необходимы более детальные и масштабные теоретические и экспериментальные исследования не только машины, но технологических режимов бурения с рекомендациями использования целевого породоразрушающего инструмента.

## Литература

1. Граф Л.Э., Коган Д.И. Гидроударные машины и инструмент. М.:Недра,1972. 207 с.
2. Калиниченко О.И.,Зыбинский П.В, Забойные буровые машины. Донецк. Изд. «Норд-Компьютер», 2006. 222 с.
3. Иванов К.И., Латышев В.А., Андреев В.Д. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1987.