

УДК 622.24

Аспирант УГНИВЕНКО В.В.

Донецкий государственный технический университет, г. Донецк, Украина

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ УСТРОЙСТВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ЗАБОЙ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН

В настоящее время на Украине возникла сложная ситуация с источниками энергии. Государство вынуждено покупать энергоносители за рубежом. В связи со сложившейся ситуацией возникает необходимость в разработке собственных месторождений. В Донбассе начата добыча природного газа из скважин, пробуренных на угольных месторождениях. Так как глубина многих скважин (при конечном диаметре 295-243 мм) не превышает 500 м, то использование буровых установок нефтяного сортамента нецелесообразно. Поэтому на практике используются самоходные установки геологоразведочного сортамента, предназначенные для бурения скважин на воду. Особенностью технологии бурения скважин шарошечными долотами является высокая осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент. Практика бурения нефтяных и газовых скважин показывает, что наиболее эффективно процесс бурения протекает при нагрузке на забой, близкой к значению допустимой нагрузки на долото (для долот диаметром 243-295 мм допустимая нагрузка составляет не менее 800 кН). Однако технология бурения и мощность привода самоходных установок позволяют создавать статическую осевую нагрузку на забой в пределах 100 кН, что при бурении шарошечными долотами соответствует полной нагрузке на забой равной примерно 200 кН. Таким образом, возникает необходимость в использовании специальных средств, позволяющих повысить эффективность бурения газовых скважин на угольных месторождениях, для разработки которых необходимо детальное рассмотрение существующих механизмов.

Проведенный анализ устройств, генерирующих ударные нагрузки, позволил разработать следующую систематизацию этих механизмов (рис.1).

Устройства, генерирующие динамические нагрузки подразделяются по виду привода на гидроударники, пневмоударники и механические ударники. Гидроударники и пневмоударники достаточно широко используются при бурении скважин и уже имеются весьма подробные их классификации [1]. Поэтому мы подробно рассматриваем только механические ударники.

Механические ударники (наддолотные утяжелители) являются наиболее простыми приспособлениями, представляющие собой груз (или набор грузов), установленный над наковальней, связанной с долотом. При бурении нефтяных и газовых скважин колебания низа бурильной колонны стараются свести до минимума, применяя специальные демпферы или наддолотные амортизаторы, а в применении наддолотных утяжелителей нет практической необходимости вследствие специфики используемого бурового оборудования. Поэтому они не нашли широкого применения в данной отрасли бурения. Но при бескерновом бурении скважин геологоразведочными установками применение механических ударников может быть одним из путей повышения эффективности буровых работ.

Все имеющиеся устройства, предназначенные для создания ударных нагрузок на долото, можно разделить на две группы – с одним грузом и с несколькими. Обе группы содержат устройства со свободно перемещающимся грузом и с подпружиненным грузом. Устройства первой группы может выполняться с одной или несколькими наковальнями, а второй – с пружинами постоянной и переменной жесткости. Рассмотрим наиболее типичные устройства одномассовых устройств.

Наиболее простым механическим ударником является устройство для создания

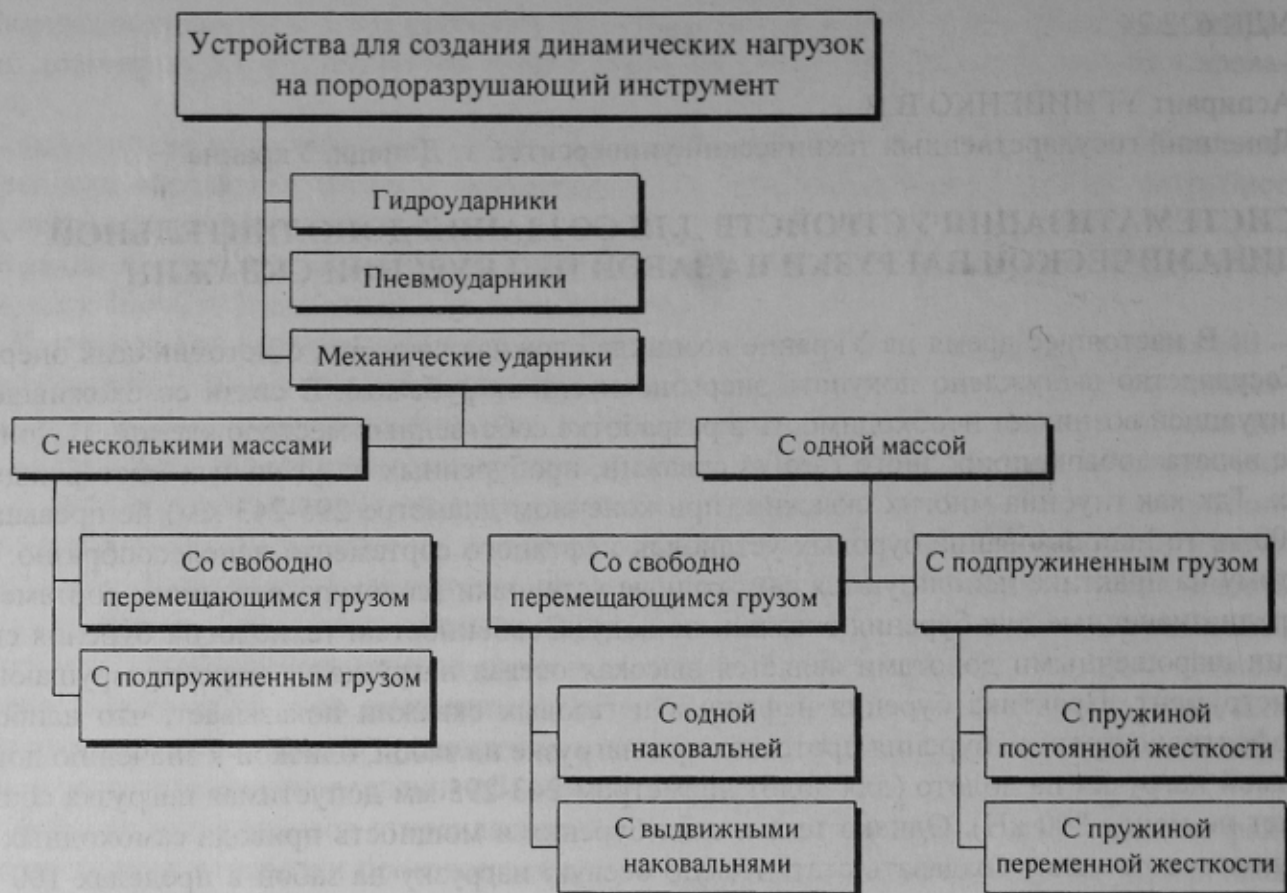


Рис. 1 – Систематизация ударных устройств для создания динамических нагрузок на забой в процессе бурения

ударных нагрузок на долото с одним грузом (рис. 2). Принцип работы устройства заключается в следующем. В процессе бурения возникающие колебания низа бурильной колонны передаются через наковальню 3 грузу 2, который, поднимаясь на определенную высоту, падает и наносит удар по наковальне.

К механическим ударникам с одним подпружиненным грузом (пружина постоянной жесткости) относится устройство (рис. 3) для ударно-вращательного бурения [2]. Шарошки 3 устройства в поперечном сечении выполнены в форме эллипса. При вращении по забою шарошечное долото совершает осевые колебания, размер которых определяется разностью между большей и меньшей осями эллипса шарошки и находится в границах 5-30 мм. Подъем ударника 5 вверх осуществляется через жесткий контакт с наковальней 4. При движении породоразрушающего инструмента 2 вниз ударник 5 продолжает двигаться вверх в шлицевых соединениях 8 и 6 за счет собственной кинетической энергии и потенциальной энергии сжатой пружины 7, накапливая потенциальную энергию. После остановки ударник 5 падает и наносит удар по наковальне 4. Потом цикл повторяется.

Существует конструкция устройства для создания ударных нагрузок на долото (рис. 4), отличительной особенностью которого является возможность обеспечения эффективной работы при разнообразных частотах вращения долота путем изменения жесткости пружины в процессе бурения [3]. Изменение жесткости пружины достигается тем, что устройство снабжено центробежными отсекателями длины пружины, установленными на центральном патрубке.

Устройство работает следующим образом. В процессе бурения колебания долота возбуждают резонансные возмущения в колебательной системе при изменении частоты вращения долота, например, при ее увеличении, частота колебаний долота также увеличивается и перестает быть равной собственной частоте колебательной системы.

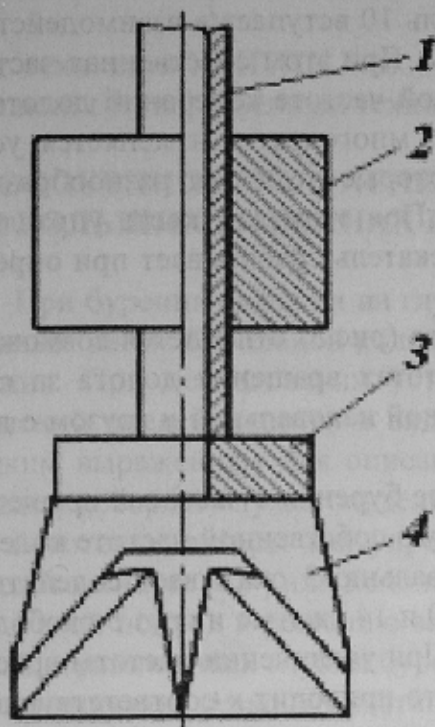


Рис. 2 – Схема простейшего наддолотно-го утяжелителя: 1 – направляющая (бурильная труба); 2 – груз; 3 – наковальня; 4 – долото.

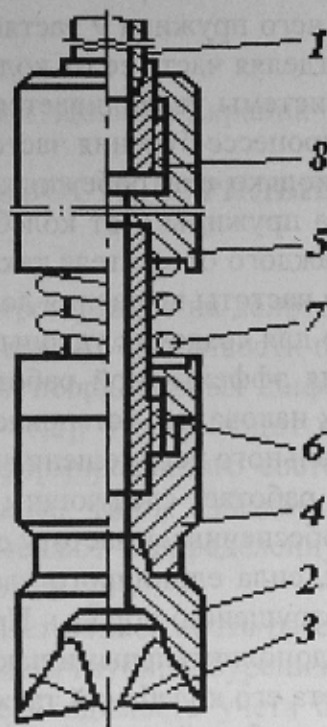


Рис. 3 – Устройство для ударно-вращательного бурения: 1 – бурильные трубы; 2 – долото; 3 – шарошка; 4 – наковальня; 5 – ударник; 6, 8 – шлицевые соединения; 7 – пружина

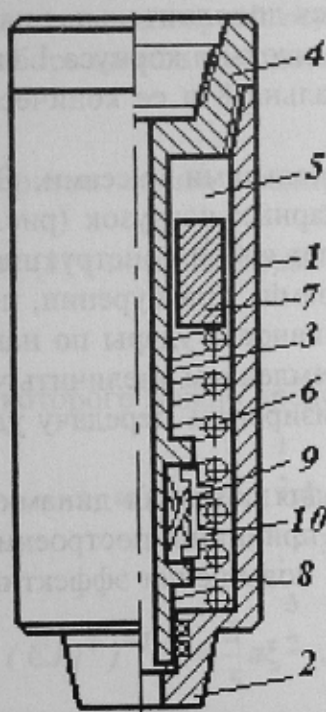


Рис. 4 – Устройство для создания ударных нагрузок на долото: 1 – корпус; 2, 4 – переводник; 3 – центральный патруб-бок; 5 – кольцевая пустота; 6 – пружина; 7 – груз; 8 – ограничительные бурты; 9 – пружина; 10 – центробежные отсекатели

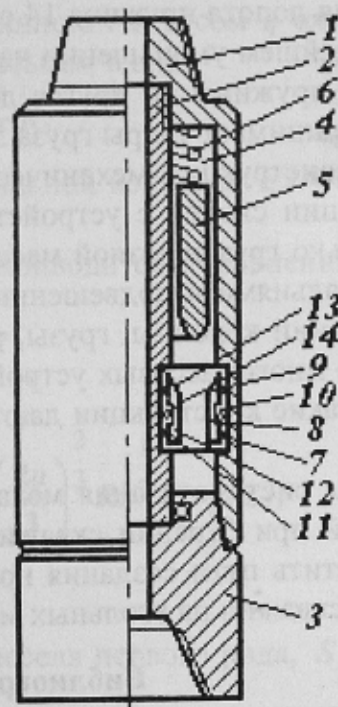


Рис. 5 – Устройство для создания ударной нагрузки на долото с выдвижными наковаль-нями: 1 – корпус; 2 – трубная вставка; 3 – на-ковальня; 4 – камера; 5 – груз; 6 – пружина; 7, 11 – кронштейны; 8, 12 – дополнительные наковальни; 9, 13 – ударные поверхности; 10, 14 – пружины

Синхронно с этим возрастает центробежная сила, которая действует на отсекатель 10, в результате чего пружина 9 растягивается и отсекатель 10 вступает в взаимодействие с пружиной 6, отделяя часть ее от колебательной системы. При этом собственная частота колебательной системы увеличивается и становится равной частоте колебаний долота. В случае, когда в процессе бурения частота вращения долота многократно изменяется, устанавливается несколько центробежных отсекающих устройств 10, которые отделяют разнообразные по длине участка пружины 6 от колебательной системы. При этом жесткость управляющих пружин 9 каждого отсекающего устройства такая, что данный отсекатель срабатывает при определенном значении частоты вращения долота.

Устройство для создания ударных нагрузок на долото (рис.5) отличается возможностью обеспечения эффективной работы при разных частотах вращения долота за счет подпружиненных наковален, установленных между основной наковальней и грузом с возможностью радиального перемещения [4].

Устройство работает следующим образом. В процессе бурения с частотой вращения долота, которая обеспечивает частоту его колебаний, равную собственной частоте колебательной системы, сила единичного удара груза 5 о наковальню 3 оказывает содействие эффективному разрушению породы. При этом пружины 10 и 14 сжатые и груз 5 свободно проходит между дополнительными наковальнями 8 и 12. При увеличении частоты вращения долота, частота его колебаний также увеличивается, что приводит к соответствующему уменьшению колебаний груза 5. Синхронно с этим увеличивается центробежная сила, которая действует на наковальню 12. При этом увеличивается растяжение пружины 14, дополнительная наковальня 12 выдвигается относительно трубной вставки 2 и коническая поверхность 13 воспринимает удары груза 5 в сечении, что обеспечивает соответствующее уменьшение статического расстояния между грузом 5 и наковальней. При уменьшении частоты вращения долота пружина 14 сжимается и втягивается дополнительная наковальня 12. При дальнейшем уменьшении частоты вращения относительно корпуса 1 выдвигается с помощью пружины 10 другая дополнительная наковальня 8 и ее коническая поверхность 9 воспринимает удары груза 5.

Известны конструкции механических ударников с несколькими массами. Один из них по конструкции сходен с устройством для создания ударных нагрузок (рис. 2), но включает несколько грузов разной массы. Другой представляет собой конструкцию с несколькими наковальнями и подвешенными на пружинах грузами. При бурении, под воздействием колебаний колонны, грузы, растягивая пружины, наносят удары по наковальням. Применение многомассовых устройств определяется стремлением увеличить частоту ударов. Однако такие конструкции дают возможность оптимизировать передачу удара на забой [5].

Проведенная систематизация механических ударников для создания динамических нагрузок на забой при бурении скважин позволяет выявить принципы построения этих устройств и наметить пути создания новых конструкций для повышения эффективности бурения газовых скважин на угольных месторождениях

Библиографический список

1. Ясов В.Г. Теория и расчет процессов гидроударных буровых машин. – М.: Недра, 1977. – 152 с.
2. Авторское свидетельство СССР: №794134, кл. Е 21 В 4/06, 1981.
3. Авторское свидетельство СССР: №794137, кл. Е 21 В 4/06, 1981.
4. Авторское свидетельство СССР: №1621590, кл. Е 21 В 4/06, 1988.
5. Александров Е.В., Соколинский Б.В. Прикладная теория и расчет ударных систем. – М.: Недра, 1969. – 132 с.