

УДК 622.243.952

## Перспективы совершенствования погружных гидродинамических машин ударного действия

Бессонов Ю. Д.<sup>1</sup>, Выгонский М. В.<sup>1</sup>, Сирик В. Ф.<sup>2</sup>, Слипенький В. С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Национальный горный университет, Днепропетровск, Украина*

<sup>2</sup> *Днепропетровский завод бурового оборудования, Днепропетровск, Украина*

<sup>3</sup> *КП «Южукргеология», Днепропетровск, Украина*

Поступила в редакцию 01.03.11, принята к печати 18.03.11

### Аннотация

Рассмотрен технический уровень гидродинамических гидроударников прямого действия и технические решения повышения их энергонасыщенности.

Ключевые слова: гидроударник, энергия удара.

Основными параметрами энергетической характеристики погружных машин ударного действия (пневмоударников и гидроударников), определяющих их технический уровень и технологические возможности, являются составляющие ударной мощности: энергия удара и частота ударов. В свою очередь, эффективность единичного акта разрушения породы на забое скважины определяет энергия единичного удара. Величина энергии единичного удара задается из соображений эксплуатационной надежности машины и инструмента, а также обеспечения минимальной энергоемкости разрушения.

На основе обобщения практического опыта применения отечественных и зарубежных погружных пневмоударных машин [1] прослеживается зависимость энергоемкости бурения от удельной энергии удара (рис.1).



Рис.1. Зависимость энергоемкости бурения погружными пневмоударниками от удельной энергии удара.

Анализ данных на рис.1 показывает, что с увеличением удельной энергии удара энергоемкость процесса бурения можно существенно снизить. Отличительной особенностью пневмоударников зарубежных фирм (например, ударник типа DHD 120), работающих при

давлении 1,7 и 3,4 МПа, является удлиненная форма поршня-ударника. Как показано в работах [2, 3] объём разрушенной породы растёт с увеличением длины поршня-ударника, а энергоёмкость – уменьшается. Следовательно, одним из приоритетных направлений развития ударного способа бурения является создание энергонасыщенных погружных машин ударного действия.

Интересно оценить технический уровень современных погружных гидроударных машин в сравнении с пневмоударными, а также возможные технические решения повышения их энергонасыщенности.

Машины ударного действия с гидроприводом можно разделить на два типа:

- машины динамического типа, когда разгон ударника перед ударом осуществляется, в основном, за счёт кинетической энергии потока жидкости;
- машины объёмного типа, если используется потенциальная энергия рабочей жидкости.

Погружные гидродинамические гидроударники в сравнении с объёмными имеют более простую конструкцию. Однако, их основной энергетический показатель - к. п. д., не превышает 15% (против 40–60 % для объёмных), а энергия удара недостаточна для эффективного ударного разрушения крепких горных пород. Например, серийно выпускаемый гидродинамический гидроударник Г76У (энергия удара – 45 Дж, частота ударов 1250 в минуту) имеет удельную энергию удара менее 1,0 Дж/см<sup>2</sup> (см. рис.1, точка для пневмоударника М48). Гидродинамические машины, в свою очередь, работают с открытой циркуляцией рабочего тела (вода, раствор), который является одновременно очистным агентом. Эти машины относят к погружным.

Объёмные ударные машины обладают более высокими энергетическими показателями и технологическими возможностями. Они имеют закрытую циркуляцию рабочего тела (минеральное масло, эмульсии) и могут работать только на дневной поверхности, т.е. они относятся к непогружным машинам. Здесь для выноса шлама из скважины используется специальный очистной агент. Их практическое применение для бурения глубоких скважин весьма ограничено.

Можно ли преодолеть отмеченные выше недостатки гидродинамических гидроударников? На основании анализа литературных источников можно дать утвердительный ответ. Не вдаваясь глубоко в особенности технических решений, коротко обобщим некоторые из них.

1. В работах [4, 5] предложен гидроударник прямого действия Г7 с встроенной конструкцией понизителя расхода жидкости, который при среднем расходе 100 л/мин и перепаде давления 3,5 МПа позволяет получить энергию удара до 80 Дж при частоте ударов 1200 в мин. По существу, понизитель расхода представляет собой погружной гидроаккумулятор. Уже при расходе жидкости 200 л/мин с понизителем расхода можно получить энергию удара до 120–150 Дж, т. е. практически удвоить её величину. В работе [5] отмечено также, что понизитель расхода позволяет также более чем в два раза увеличить КПД гидроударной машины.
2. В работах [6, 7] в ходе теоретического анализа рабочего цикла гидроударника прямого действия показано, что экстремальные значения хода поршня-ударника для ударной мощности и для энергии единичного удара не совпадают. Причём, максимальные значения энергии единичного удара наступают при несколько больших значениях хода и её амплитуда может быть увеличена на 15–20 %. В конструкции гидроударника прямого действия можно также поменять местами клапан с поршнем-ударником и уменьшить, тем самым, потери энергии удара на фазе свободного хода. Здесь реальные потери энергии удара можно сократить до 15 %.
3. В работах [8–11] показано, что использование в конструктивных схемах подводящего трубопровода отражателей различного типа или применение неоднородного трубопровода с замкнутой рабочей камерой позволяет удвоить показатели энергетической характеристики гидродинамических машин ударного действия, включая коэффициент полезного действия.
4. В работе [12] показано, что инженерная методика выбора элементов ударных систем гидроударников позволяет на 15–20 % уменьшить потери энергии удара в процессе её механического преобразования и передачи к забою скважины.

Таким образом, только отмеченные выше известные технические решения позволяют вывести погружные гидродинамические машины на уровень энерговооружения, который имеют современные погружные пневмоударные машины в горнорудной промышленности.

Для сравнения интересна разработка шведской горнорудной компании LKAB с гидроударником динамического типа G «WASSARA». Высокие энергетические показатели этой машины (энергия удара – 350Дж, частота ударов 2800 в мин.) определяются весьма значительными расходом жидкости – 450 л/мин и рабочим давлением – 18 МПа. Гидроударник работает на отфильтрованной воде. Компания положительно оценивает перспективность этой разработки.

### Библиографический список

1. Горные науки, освоение и сохранение недр земли. Под ред. акад. К. Н. Трубецкого. М. изд. Академии горных наук, 1997, с. 372–384.
2. Иванов К.И., Варич М.С., Дусев В.И., Андреев В.Д. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых. Изд. 2-е. М., Недра, 1974, с. 408.
3. Иванов К.И., Андреев В.Д. Разрушение горных пород ударными импульсами, генерируемыми поршнями различной формы // В сб. Взрывное дело, №58/15. М., Недра, 1966.
4. Кушелевич А.Б., Карабош Д.И. Пути повышения эффективности работы гидроударных машин прямого действия // В сб.: Ударно-вращательное бурение разведочных скважин. Кемеровское книжное издательство, Новокузнецк, 1971.
5. Кушелевич А.Б. Усовершенствование рабочего процесса и разработка конструкции гидроударной машины Г-7 для бурения скважин малого диаметра // Автореферат канд. дисс. на соискание учено степени к.т.н., Днепропетровск, 1972.
6. Эпштейн Е.Ф., Сирик В.Ф., Бессонов Ю.Д. Некоторые вопросы ударно-вращательного бурения гидравлическими ударными машинами // В сб. Бурение и крепление скважин, вып 60. М., недра. 1966.
7. Калиниченко О.И. Основные положения теории гидроударников прямого действия. // В сб. Наукові праці ДонДТУ. – Вип. 24. Донецьк, 2001. С. 29 – 35.
8. Каракозов А.А. О разработке математической модели рабочего цикла гидроприводных ударных механизмов для бурения разведочных скважин на шельфе // В сб. научных трудов НГАУ, том 4, Днепропетровск, 1999.
9. Ясов В.Г. Теория и расчёт рабочих процессов гидроударных буровых машин. М., «Недра», 1977. - 153с.
10. Кожевников А.А., Дьяченко Ю.Г. Погружные отражатели гидравлических волн при гидроударном бурении // Обзор техн. и технол. геол. развед. работ, орг. производства. – М.: ВИЭМС – 1985. – 48с.
11. Сліпенький В.С. Визначення енергетичних характеристик гідродинамічного вібробура // Нафтова і газова промисловість. 2002. - № 6. – С. 22 - 25.
12. Бессонов Ю.Д., Сирик В.Ф., Доброгорский Н.А. Методика выбора ударных систем гидроударников // В сб. Наукові праці ДонДТУ. – Вип. 24. Донецьк, 2001. – С. 7–9.

© Бессонов Ю. Д., Выгонский М. В., Сирик В. Ф., Слипенький В. С., 2011.

#### Анотація

Розглянуто технічний рівень гідродинамічних гідроударників прямої дії та технічні рішення підвищення їх енергонасичення.

Ключові слова: гідроударник, енергія удара.

#### Abstract

There are considered the technical level of hydrodynamic hydraulic hammers of direct action and technical solutions to increase their energy saturation.

Keywords: hydraulic hammer, impact energy.