УДК 622.063.23

К.П.ТАЛЕРОВ
Горно-электромеханический факультет, группа ГМ03к-2

А.Я.БУРАК
Аспирант кафедры горных транспортных машин и технологий машиностроения

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ УДАРНОГО ИМПУЛЬСА В УДАРНОЙ СИСТЕМЕ «ПОРШЕНЬ – БОЕК – ШТАНГА» НА РАБОТУ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ПЕРФОРАТОРА ПП54

Изложены теоретические и практические исследования процесса «дребезга» в ударной системе «поршень – боек – штанга». Затронут вопрос влияния высокочастотных импульсов на увеличение стойкости коронки.

In article are stated theoretical and practical studies of «fluctuation» process in striking system «piston – striker – shank». Influences frequency pulse is touched upon the problem on increase of the resource of the crash tool.

Сотрудниками кафедры КГМиТМ СПГГИ(ТУ) совместно с ОАО «Апатит» проведены работы по созданию новой перспективной ударной системы, которая была испытана и показала существенное увеличение скорости бурения с одновременным уменьшением уровня шума и вибрации. Предложенная ударная система позволяет на своей базе создать буровую головку нового технического уровня.

Модернизированная ударная система состоит из трех тел, а не из двух, как классическая ударная система. Между поршнем-ударником и штангой вводится дополнительное тело – боек, имеющий небольшую массу.

Модернизированная ударная система получила название ударной системы «поршень – боек – штанга». В такой системе в ходе ударного взаимодействия поршня-ударника со штангой боек совершает серию повторных, учащающихся микросоударений, возникает «дребезг» бойка, реализуется квазипластический удар. КПД передачи удара в таком случае значительно выше, чем при упругом ударе. Квазипластический удар в системе трех тел, движущихся прямолинейно, был изучен в работе Р.Ф.Нагаева*.

Явление «дребезга», как было установлено, возникает только при выполнении нескольких условий**.

В первом условии необходимо выполнение неравенства:

$$\mu < \frac{1-\dfrac{4R}{(1+R)^2}}{\dfrac{4R\nu}{(1+R)^2}+1}, \qquad (1)$$

где $\mu = m_2'' / m_2$ – коэффициент, характеризующий отношение массы бойка к массе всего ударника; $\nu = m_2 / m_1$ – коэффициент, характеризующий отношение массы всего ударника к массе штанги; R – коэффициент восстановления скорости.

Так как коэффициент восстановления скорости зависит от большого числа пара-

* *Нагаев Р.Ф.* Механические процессы с повторными затухающими соударениями. М.: Наука, 1985.

** Обоснование параметров и выбор материалов деталей для ударной системы «поршень – боек – инструмент» перфоратора / Д.А.Юнгмейстер, А.Ю.Васильев, К.П.Талеров, М.П.Талеров / Труды 6-й Межрегиональной научно-практической конференции. Т.2. Воркута, 2008.

метров, то его в большинстве случаев можно найти только экспериментально.

На трехмерном графике (рис.1) изображена область проявления «дребезга», т.е. «дребезг» возможен только при попадании значения внутрь области, ограниченной тремя основными плоскостями (горизонтальной, фронтальной и профильной) и изображенной поверхностью.

Второе условие заключается в том, что время дребезга должно быть меньше времени распространения волны по длине штанги

$$T_{\text{др}} < T_{\text{вол}}. \qquad (2)$$

Время цикла ограничивается значением порядка $(30\text{-}38)^{-1}$ с. Время дребезга зависит от устанавливаемого зазора между бойком и штангой. Величина необходимого зазора находится по формуле

$$s = \frac{T_{\text{äð}} v_{\text{ïó}} (h_1 + R)}{1 + R_2}\ , \qquad (3)$$

где s – величина предварительного зазора между бойком и хвостовиком штанги, м; $v_{\text{пу}}$ – скорость поршня-ударника ($v \otimes 8$ м/с); R – коэффициент восстановления скорости, $R = 5/9$ при ударе стальных тел; h_1 – характеристическое число, изменяется в интервале от 0 до 1,

$$h^2 + \left[2R - \frac{m_1 m_2' (1+R)^2}{(m_1 + m_2'') m_2} \right] h + R^2 = 0\,, \quad 4)$$

где m_2' – масса поршня-ударника без бойка.

На трехмерном графике (рис.2) изображена зависимость времени «дребезга» от параметра h и величины зазора s между бойком и штангой.

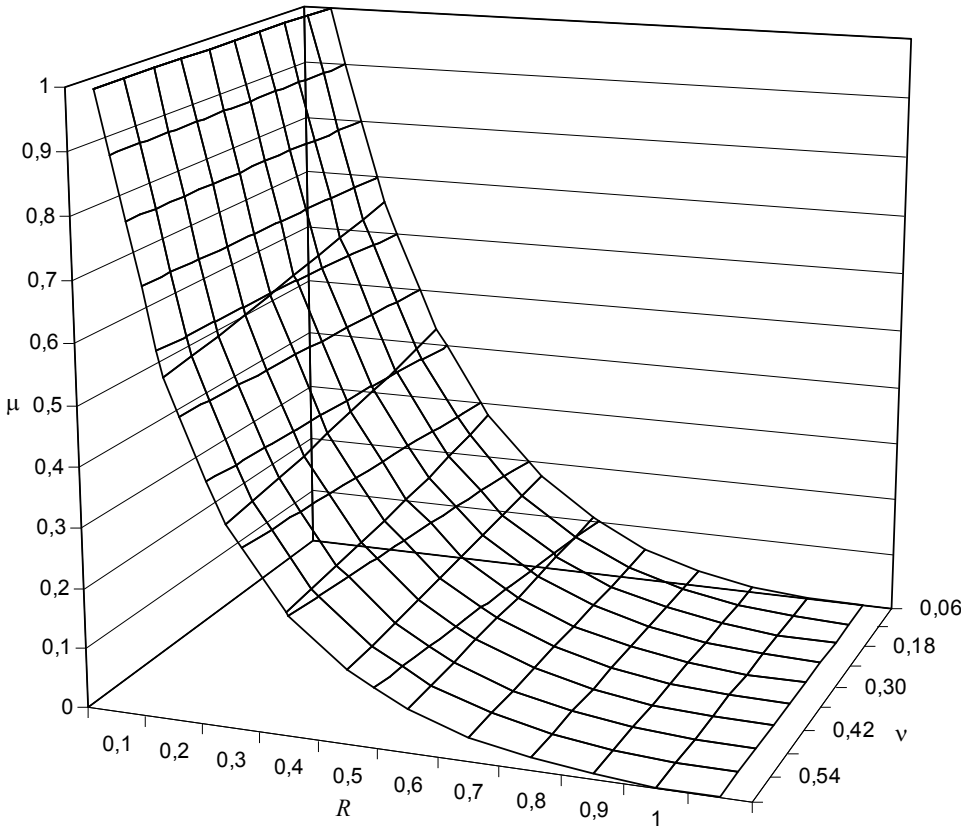


Рис.1. График области проявления «дребезга»

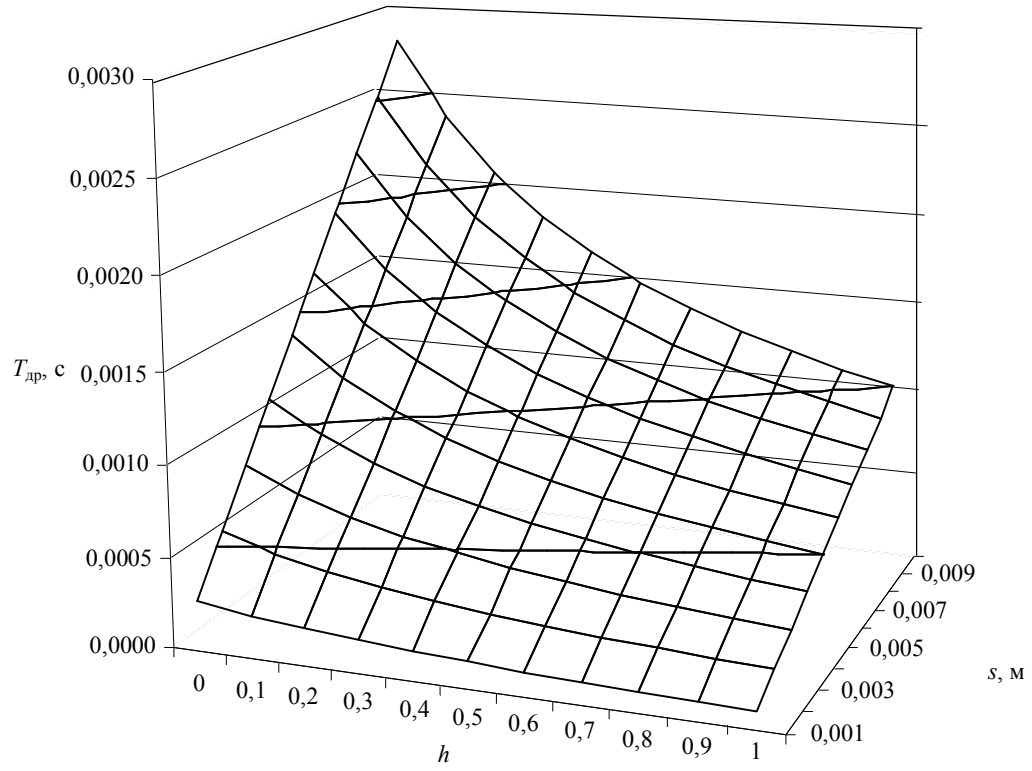


Рис.2. График зависимости времени «дребезга»

В настоящее время ведется поиск решения проблемы удержания бойка на строго определенном расстоянии от торца штанги после каждого удара. Наиболее перспективным считается способ удержания при помощи удлиненной воздушной трубки. Боек в таком случае выполняется со специальной внутренней формой. При прохождении струи воздуха сквозь боек возникают силы, сдвигающие боек в исходное положение. Тем самым гарантируется необходимый для «дребезга» зазор. Другие возможные варианты удержания бойка тоже рассматриваются.

Ударная система «поршень – боек – штанга» позволяет получить ряд эффектов, которые улучшают работу перфоратора сразу по нескольким показателям. Эффекты были зафиксированы в ходе испытаний новой ударной системы на предприятии ОАО «Апатит»:

• Реализуется квазипластический удар, что ведет к увеличению скорости бурения.

• Благодаря «дребезгу» бойка возникает ударный импульс сложной формы – семейство Л-образных импульсов вместо одиночного колоколообразного. Это ведет к более эффективному разрушению горной породы, что увеличивает скорость бурения.

• Реализуется эффект демпфирования отраженных от забоя волн. Благодаря этому снижается уровень вибрации и шума при работе перфоратора, что крайне важно, потому что шум и вибрация ведут к возникновению профессиональных заболеваний.

Применение ударных систем «поршень – боек – штанга» при соответствующей технической реализации может дать значительный экономический и социальный эффект.

В ходе испытаний опытных вариантов усовершенствованной ударной системы «поршень – боек – штанга» было установлено, что ресурс коронок при такой ударной системе значительно выше.

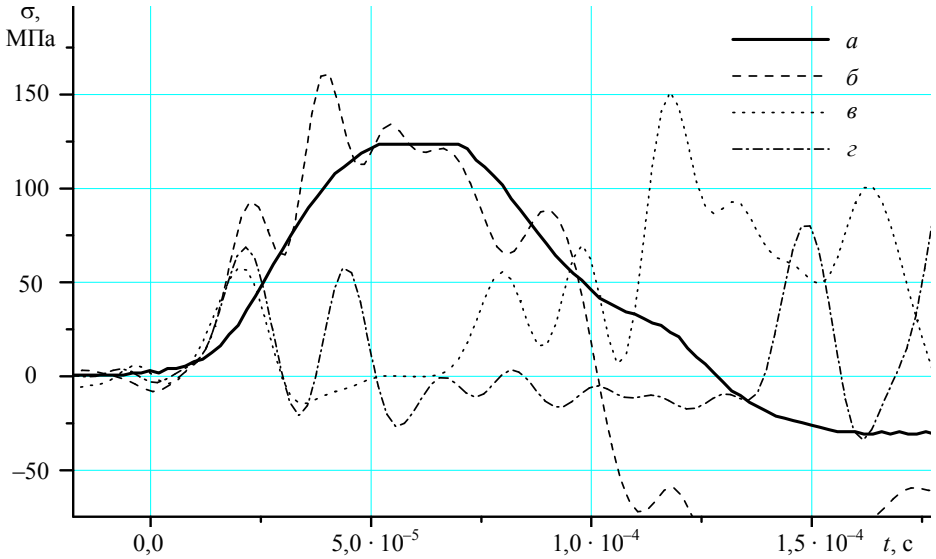


Рис.3. Напряжения в штанге при установке бойков на различные расстояния от торца штанги

В этом случае возможен определенный упрочняющий эффект коронки, на которую оказывает влияние высокочастотный импульс, формируемый бойком во время «дребезга». Твердосплавные элементы коронки выполнены из сплавов ВК, например ВК15, и не подвержены упрочнению. Матрицы коронок изготавливают из других сплавов, поэтому эффект их упрочнения под действием высокочастотных импульсов вполне возможен и требует детального изучения. Так как коронка часто выходит из строя из-за выкрашивания твердосплавных вставок из матрицы, то эффект упрочнения матрицы может значительно сократить вероятность выхода коронки из строя.

Высокочастотные колебания, проходящие по штанге и коронке, имеют диапазон частот от 20 до 50 Гц (рис.3).

На рис.3 в случае *б* зазор – 1 мм; *в* – 3 мм; *г* – 5 мм; случай *а* – ударная система из двух тел (поршень-ударник и штанга).

Исследования эффекта увеличения стойкости коронок под действием высокочастотного импульса будут продолжены, в случае подтверждения указанного явления при использовании ударной системы «поршень – боек – штанга» может ожидаться весьма значительный социальный и экономический эффект.

Научный руководитель д-р т. н. проф. *Д.А.Юнгмейстер*