

### Энергосберегающий подход при конструировании грунтопроходчика

Известно [1, 2], что разрушение твердых тел является многостадийным процессом, протекающим во времени. При этом на разных стадиях деформирования и разрушения ведущую роль играют физические процессы, различные по энергиям активации, характерным масштабам, времени релаксации и структуре. Отсюда следует, что энергия должна передаваться обрабатываемому материалу в таком количестве, которое способно полезно поглотить обрабатываемое вещество. В результате материал, с которым взаимодействует рабочий орган машины, не перегружается излишней энергией. Таким образом, важное значение приобретает дозировка и локализация вводимой в обрабатываемый материал энергии [2]. Поэтому актуально исследование и установление зависимостей, описывающих взаимосвязь элементов системы «привод– исполнительный орган – забой» с учетом строения твердых тел и временного фактора. Это позволит более объективно и точно выполнять расчеты по определению геометрических параметров машин, их рабочих органов и технологических режимов, обеспечивающих оптимальные энергозатраты на добычу, обработку материала, и требуемое качество конечного продукта.

На основе анализа различных схем управления предложено принципиальное решение системы автоматического регулирования частоты ударов гидравлического ударного устройства в зависимости от нагрузки на рабочем инструменте [3, 4, 5].

Рабочий инструмент под действием гидравлического ударного устройства (ГУУ) передает в забой энергию  $E_{уд}$ . Для разрушения горной породы должно выполняться условие

$$E_{уд} \geq E_{сопр}, \quad (1)$$

где  $E_{сопр}$  - энергия необходимая для разрушения горной породы.

Для отделения от массива некоторого объема  $W$  требуется определенное время  $t_{разр}$ , в течение которого в забой будет передаваться энергия ГУУ  $E_{уд}$ . Тогда можно записать

$$E_{уд} = A_{уд} \cdot n_{уд} \cdot t_{разр}, \quad (2)$$

где  $A_{уд}$  - энергия единичного удара ГУУ;

$n_{уд}$  - частота ударов ГУУ.

Из (1) и (2) следует, что время разрушения

$$t_{разр} = \frac{E_{сопр}}{A_{уд} \cdot n_{уд}} = \frac{E_{сопр}}{N_{уд}} = \frac{\sigma_{эkv} \cdot S_{инс} \cdot X_{дин.}}{N_{уд}}, \quad (3)$$

где  $N_{уд}$  - ударная мощность ГУУ;

$\sigma_{эkv}$  - эквивалентное сопротивление материала разрушению;

$X_{дин.}$  - величина ударного внедрения рабочего инструмента;

$S_{инс}$  - площадь поперечного сечения рабочего инструмента.

Очевидно, что эффективность работы машины, оснащенной ГУУ, обуславливается необходимостью обеспечения постоянного контакта рабочего инструмента с забоем. Следовательно, перемещение исполнительного органа должно осуществляться со скоростью, позволяющей за время  $t_{разр}$  проходить путь, равный величине ударного внедрения  $X_{дин.}$ :

$$V_{п.} = \frac{X_{дин.}}{t_{разр}} = \frac{X_{дин.} \cdot N_{уд}}{\sigma_{эkv} \cdot S_{инс} \cdot X_{дин.}} = \frac{N_{уд}}{\sigma_{эkv} \cdot S_{инс}}, \quad (4)$$

Если скорость  $V_{п.}$  будет меньше расчетного значения, то избыток развиваемой ГУУ энергии будет поглощаться тормозной камерой [5]. Давление в тормозной камере  $p_{тр}$  служит управляющим сигналом для изменения режима работы ГУУ с целью ее настройки под заданную скорость перемещения. Для рассматриваемой схемы ГУУ можно записать

## Секция 5. Контроль диагностика и энергосбережение

$$n_{уд} = f(Q_p), \quad (5)$$

где  $Q_p$  - расход рабочей жидкости, поступающий на вращающийся распределитель системы управления ГУУ.

Тогда, система регулирования ударной мощности должна связывать изменение давления рабочей жидкости в тормозной камере  $p_{тр}$  с расходом  $Q_p$ , меняя его, а, следовательно, и частоту ударов  $n_{уд}$  до необходимого уровня. Задача исследования заключается в изучении закономерностей, описывающих процесс, и установление функциональной зависимости вида

$$Q_p = f(p_{тр}), \quad (6)$$

и как следствие частоты ударов  $n_{уд}$  от давления рабочей жидкости в тормозной камере  $p_{тр}$ . При этом основным условием является достижение соответствия ударной мощности развиваемой ГУУ и необходимой в данный момент для нормального функционирования системы «привод – исполнительный орган – забой».

В соответствии с результатами анализа вышеприведенных зависимостей можно утверждать, что скорость перемещения  $V_{б.м.}$  определяется горно-геологическими условиями и расходом жидкости, проходящим через систему управления ГУУ. Если задать  $V_{п} = const$ , то справедливо выражение

$$Q_p = f(\sigma_{э.кв.}) \quad (7)$$

Таким образом, установлена обратная связь между нагрузкой на рабочем инструменте и параметрами рабочего тела ГУУ, что следует считать основой понятия адаптивное гидравлическое ударное устройство. Такая конструктивная схема расширяет технологические возможности и позволяет наиболее рационально использовать подводимую мощность, что приведёт к повышению коэффициента полезного действия системы «приводной двигатель – гидравлический насос – гидравлическое ударное устройство».

### Литература

1. Griffith A.A. The phenomenon of rupture and flow in solids. Phil, Trans, Roy. Soc. A221, 1920. - 220p.
2. А.Ф. Кичигин, Д.А. Егер, А.Г. Ивченко Глобальная энергия в энергосбережении, добычи и обработке материалов. – Киев: Кондор, 2006. -401с.
3. Сагинов А.С., Кичигин А.Ф., Лазуткин А.Г., Янцен И.А. Гидропневмоударные системы исполнительных органов горных и строительно-дорожных машин. М.: Машиностроение, 1979. -200 с.
4. Л.С. Ушаков, Ю.Е. Котылев, В.А. Кравченко Гидравлические машины ударного действия. М.: Машиностроение, 2000. 415 с.
5. Пат. 2361996 Российская федерация, МПК Е 21 В 1/26 Гидравлическое устройство ударного действия / Ушаков Л.С., Кантович Л.И., Фабричный Д.Ю., Лазуткин С.Л., Кравченко В.А.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования орловский государственный технический университет. - №2008113585/03; заявл. 07.04.09; опубл. 20.07.09; Бюл. №20.