

УДК 622.232(043.3)

Д.А. Кузиев, А.А. Губенко

**ПАРАМЕТРЫ ГЕНЕРАТОРОВ ИМПУЛЬСОВ
ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫНУЖДЕННЫХ
КОЛЕБАНИЙ В ПРИВОДЕ ШНЕКО-ФРЕЗЕРНОГО
РАБОЧЕГО ОРГАНА КАРЬЕРНОГО КОМБАЙНА**

Выполнен анализ конструктивных, технологических и виброреологических параметров карьерного комбайна со шнеко-фрезерным рабочим органом, показавший необходимость применения генератора импульсов в приводе рабочего органа, что даст возможность осуществить выемку слоя породы с более высокой прочностью или существенно увеличить ресурс элементов гидропривода рабочего органа без снижения его производительности.

Ключевые слова: карьерный комбайн, конструктивные параметры, гидропривод, прочность породы, техническая производительность комбайна.

Семинар № 22

**D.A. Kuziev, A.A. Gubenko
PARAMETERS OF PULSE GENERATOR TO FORM A FORCED OSCILLATION IN DRIVE SURFACE MINER EQUIPPED WITH SPIRAL CUTTER DRUM**

The analysis of design, technological and vibrorheological parameters of the surface miner equipped with spiral cutter drum, demonstrated the need for a pulse generator which may be on a drum that will make it possible to carry out excavation layer of rock with a high strength, or substantially increase the resources of hydraulic working body without reducing its productivity.

Key words: surface miner, design parameters, hydraulic drive, rock strength, technical capacity of miner.

В конце 70-х, начале 80-х годов за рубежом заметно возрос интерес к оборудованию, позволяющему достичь высокой производительности и поточности и базирующемуся на принципах безвзрывного разрушения массива пород, обеспечивающему технологические процессы отделения от массива, дробления и погрузки горной массы. В результате исследовательских и опытно-

конструкторских работ, проведенных рядом машиностроительных фирм США, Германии и Австрии, были разработаны и изготовлены промышленные образцы карьерных комбайнов различных типов для открытых горных работ.

Новой разработкой фирмы «MAN TAKRAF» является карьерный комбайн MTS 250. С 2002 г. эта модель эксплуатируется на участке «Ташкура» Джерой-Сардаринского фосфоритового месторождения в Узбекистане), в сложных климатических условиях с температурными колебаниями от -20 до +50 °С. Мощность пласта крепкого фосфорита (карбонатистого фторопатита, содержащего пятиокись фосфора), прочностью на сжатие около 50 МПа составляет до 700 мм.

Однако, первый опыт эксплуатации 2-х комбайнов MTS 250 на участке «Ташкура», показал недостаточно высокую производительность при выемке рудных фосфопластов различной мощности дискретными порциями. Это объясняется тем, что техническая производительность карьерного комбайна при заданных его конструктивных и энерге-

тических параметрах зависит не только от технологических, но и от виброреологических параметров, а также от приемов работы машиниста-оператора при фрезеровании слоя породы.

До настоящего времени практически отсутствуют основы расчета и выбора частотных и энергетических параметров гидроимпульсного привода рабочего органа карьерного комбайна, которые учитывали бы:

- гидромеханические процессы в регулируемом по скорости гидравлическом контуре «насос – гидромотор»;

- виброреологические процессы взаимодействия стальной цилиндрической оболочки шнеко-фрезерного рабочего органа с породой, в процессе ее фрезерования.

Для интенсификации виброреологического эффекта необходимо оснастить гидравлическую систему привода шнеко-фрезерного рабочего органа генератором импульсов движущего момента.

Таким образом, задача о взаимодействии источника возбуждения с механической колебательной системой привода рабочего органа карьерного комбайна состоит в определении движения устройства (источника возбуждения), создающего переменные во времени механические силы, в определении этих сил и вызываемых ими колебаний механической системы, связанной с источником возбуждения.

Если создаваемые источником возбуждения силы можно считать не зависящими от возбуждаемых ими колебаний, то эта задача сводится к обычной задаче о вынужденных колебаниях, дополненной предварительным определением вынуждающих сил.

Задачи о взаимодействии источника возбуждения с колебательной системой (их называют еще задачами о колебаниях систем с ограниченным возбуждением и задачами о возбуждении вибраций) выделились в настоящее время в специальный раздел теории колебаний, который далеко еще не завершен.

Источники возбуждения колебаний и, следовательно, задачи настоящей теории можно классифицировать по характеру физических процессов, вследствие которых возникают силы, вызывающие вынужденные колебания.

Сегодня, в технической литературе [1, 2] исследователи выделяют следующие основные типы возбудителей: электромеханический, электромагнитный, электродинамический, электростатический, магнитострикционный, электрострикционный, гидравлический и пневматический.

В настоящем исследовании интерес представляет исключительно гидравлический возбудитель - генератор импульсов вынужденных колебаний. В котором, переменные во времени силы, создаются за счет изменяющегося во времени давления рабочей жидкости. Импульсы давления действует на гидромотор, связанный с механической колебательной системой. В результате при колебаниях происходит динамическое взаимодействие гидравлического привода с механической колебательной системой.

Для оптимального выбора конструкции генератора импульсов давления (расхода) рабочей жидкости и места его установки в гидравлической системе привода шнеко-фрезерного рабочего органа рассмотрим известные в практике гидравлические вибровозбудители пульсационного действия.

Сегодня, наибольшее распространение находят гидравлические вибровозбудители пульсационного действия [3, 4]. Привод вибровозбудителя этого типа состоит из пульсатора, приводного двигателя, соединенного с валом пульсатора муфтой, подпиточного насоса и масляного бака. Работа подпиточного насоса для упрощения конструкции привода осуществляется от основного двигателя. Для большей компактности привода сливной бак и опорная рама конструктивно совмещены.

Гидроимпульсатор (рис. 1, а) с вертикальным расположением цилиндров

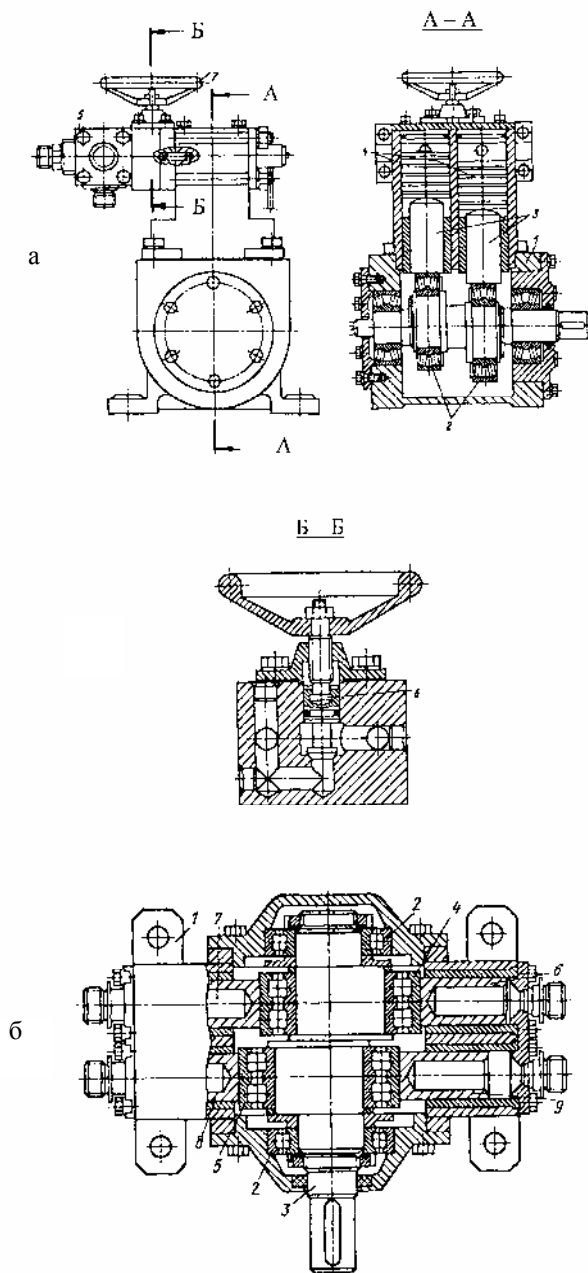


Рис. 1. Конструктивные схемы гидроимпульсаторных генераторов: а – с вертикальными; б – с горизонтальными цилиндрами

штурвалом 7 и предохранительные клапаны. Конструкция гидроимпульсатора предусматривает плавное регулирование нагрузки на приводной двигатель (без перегрузок во время пуска) путем сообщения рабочих пространств поршней соединительным каналом, который во время установившегося режима работы частично или полностью перекрыт отсечным клапаном.

Гидроимпульсаторный привод с горизонтальным расположением цилиндров показан на (рис. 1, б). Привод имеет корпус 1, в котором на подшипниках 2 установлены эксцентриковый вал 3 с подшипниками 4 и 5 и четыре поршня 6-9. Он представляет собой двоярный поршневой насос, секции которого работают в противофазе. Это устройство, как и устройство с вертикальным расположением цилиндров (рис. 1, а), также позволяет осуществлять плавный пуск в работу приводного электродвигателя.

Основное достоинство пульсаторных вибровозбудителей (рис. 1, а), с насосами-пульсаторами это четкая реализация заданной

состоит из корпуса 1, в котором расположен вал с двумя эксцентриками 2; блока цилиндров с размещенными в нем толкателями 3 и поршнями 4 клапанной коробки 5, в которой монтируются отсечной клапан 6 с винтовым

амплитуды и частоты поршней исполнительных гидроцилиндров. Однако эти конструкции пульсаторов требуют для оперативного регулирования частоты импульсов давления (расхода) иметь регулируемый по частоте вращения при-

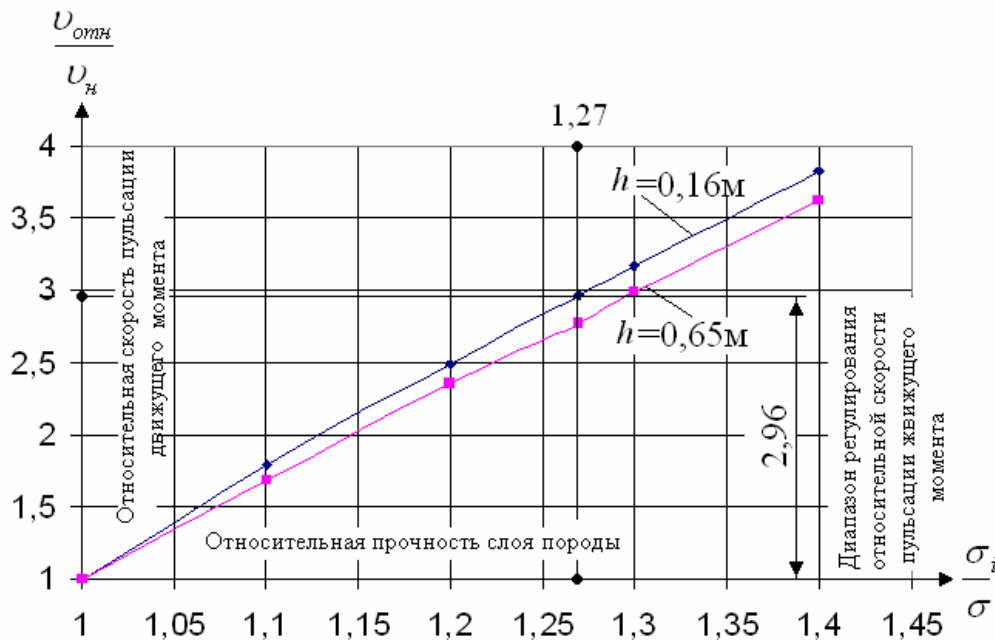


Рис. 2. Зависимость относительной скорости пульсации движущего момента от относительной прочности слоя породы

вод мощностью равной мощности системы привода шнеко-фрезерного рабочего органа и не могут быть задействованы в не совмещенных с вращением шнека режимах работы силовой установки комбайна (например, при его быстром передвижении). Но основным недостатком, рассмотренных конструкций насосов-импульсаторов, является невозможность оперативно регулировать амплитуду синусоидального импульса давления (расхода).

Таким образом, для эффективной выемки породы шнеко-фрезерным рабочим органом, следует применить гидроимпульсный привод. То есть привод, оснащенный импульсатором давления (расхода).

Рассмотрим условия выемки слоев породы различной прочности σ_1 и σ_2 , при $\sigma_1 < \sigma_2$, для равной производительности комбайнов, с базовой конструкцией привода (индекс- «1») и с гидроим-

пульсным приводом шнеко-фрезерного рабочего органа (индекс- «2»):

$$P_{T1} = P_{T2} \quad (1)$$

где P_{T1} - производительность комбайна с базовой конструкцией привода, м³/час; P_{T2} - производительность комбайна с гидроимпульсным приводом шнеко-фрезерного рабочего органа, м³/час.

Для одной и той же высоты слоя породы ($h_1 = h_2$), различной прочности σ_1 и σ_2 , с учетом, что $\theta = \frac{2W}{\omega D} \approx const$ и

$$\frac{P_T}{N_u + N_x} = \frac{3,6 \cdot \varphi_0}{\sigma \left[\frac{1 + f\psi}{\eta_u} + 2 \frac{\lambda(\varphi_0, \Psi)}{\eta_x} \cdot \frac{W}{\omega D} \right]}$$

/5/, где: W - скорость подачи шнека, ω - скорость вращения шнека, D - диаметр шнека при равных КПД механизмов хода и вращения шнека комбайна $\eta_x \cong \eta_u$, после соответствующих

преобразований, равенство (1) решенное относительно f_{31}/f_{32} можно записать следующим образом:

$$\frac{f_{31}}{f_{32}} = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} + \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_1} - 1\right) [\theta \lambda(\varphi_0, \Psi) + 1] \Psi^{-1} \quad (2)$$

И, уравнение (2) с учетом результата

$$\Phi\left(\frac{v_{omn1}}{v_n}\right) = \left[1 + \frac{v_{omn1}^2}{v_n^2}\right]^{-0,5} = \left[1 + \frac{4\pi^2 a^2}{t^2 \cos^2 \alpha} \cdot \frac{\omega_n^2}{\omega^2}\right]^{-0,5}$$

[5] окончательно принимает вид:

$$\frac{v_{omn2}}{v_{n2}} = \sqrt{\left\{\frac{\sigma_2}{\sigma_1} + \left(\frac{\sigma_2}{\sigma_1} - 1\right) [\theta \lambda(\varphi_0, \Psi) + 1] \Psi^{-1}\right\}^2 \left(1 + \frac{v_{omn1}^2}{v_{n1}^2}\right) - 1} \quad (3)$$

Графическая интерпретация зависимости (3) с учетом результата эксперимента /6/,

$$f_s = \frac{0,55}{\sqrt{1 + \frac{v_{omn1}^2}{v_{n1}^2}}} = 0,39; \quad \frac{v_{omn1}^2}{v_{n1}^2} = 1,0 \quad (4)$$

при $\theta = 0,0563$ и $\Psi = 0,3$; $\lambda(\varphi_0, \Psi)$ - var; $36,9^0 (h = 0,16) \leq \varphi_0 \leq 79,2^0 (h = 0,65)$ приведена на (рис. 2).

Анализ зависимости свидетельствует, что:

- требуемая относительная скорость пульсации движущего момента не линейно возрастает с увеличением прочности слоя породы;

- максимальный диапазон регулирования относительной скорости пульсации движущего момента привода шнеко-фрезерного рабочего органа соответствует минимальной высоте фрезеруемого слоя породы ($h = 0,16$) и составляет:

$$1,0 \leq \frac{v_{omn1}^2}{v_{n1}^2} \leq 3,0 \quad (5)$$

Таким образом, карьерный комбайн должен быть оснащен гидроимпульсным приводом с оперативно регулируемой частотой и амплитудой импульса. Это даст возможность (при одной и той же установленной мощности силовой установки карьерного комбайна) осуществить выемку слоя породы с более высокой прочностью или существенно увеличить ресурс элементов гидропривода рабочего органа без снижения его производительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глухарев К.К., Фролов К.В. Взаимодействия колебательной системы с двумя источниками энергии. - «Известия АН СССР. Сер. МТТ», 1971, №4, с. 65-71.
2. Алифов А.А. Об автоколебательной системе, взаимодействующей с источником энергии. - «Известия АН СССР. Сер. МТТ», 1977, № 1, с. 36-42.
3. Гончаревич И.Ф., Докукин А.В. Динамика горных машин с упругими связями. М.: «Наука», 1975. 212с.
4. Баранов В.Н., Захаров Ю.Е. Электрогидравлические и гидравлические вибрационные механизмы. М.: «Машиностроение», 1977. 325с.
5. Кузиев Д.А. Обоснование и выбор параметров гидроимпульсного привода шнеко-фрезерного рабочего органа карьерного комбайна Автореферат канд. дисс. М.: МГТУ, 2007, 24с..
6. Замышляев В.Ф., Грабский А.А., Кузиев Д.А., Абдуазизов Н.А. Сравнительный анализ результатов аналитических и экспериментальных исследований момента сопротивления вращению шнеко-фрезерного рабочего органа карьерного комбайна. // Горный информационно-аналитический бюллетень, № 10.- М.: Изд-во МГТУ, 2007, С. 15-23. **ИИAB**

Коротко об авторах

Кузиев Д.А. – кандидат технических наук, докторант кафедры ГМО,
Губенко А.А. – аспирант кафедры ГМО,
Московский государственный горный университет, ud@msmu.ru