

УДК 622.23.05: 622.235

Б.М. Кенжин, Ю.М. Смирнов, С.С. Саттаров

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ШАХТНОГО ВИБРАЦИОННО-СЕЙСМИЧЕСКОГО МОДУЛЯ

Предложена математическая модель вибрационно-сейсмического модуля для проведения шахтных геофизических работ. В ее основе лежит обобщенная структурная схема гидравлической пульсационной системы, которая является основным элементом вибрационно-сейсмического модуля — источника механических колебаний, генерируемых и передаваемых в углепородный массив.

Ключевые слова: углепородный массив, гидравлическая пульсационная система, математическая модель

Шахтный вибрационно-сейсмический модуль предназначен для передачи вибрационно-сейсмических сигналов в углепородный массив при проведении мониторинга за его состоянием и обнаружения нарушений различного рода. Основным элементом модуля является гидравлическая пульсационная система.

В общем случае структурная схема гидравлической пульсационной системы может быть охарактеризована рис. 1. Источник энергии *ИЭ*, представляющий собой, в частности, электродвигатель, передает крутящий момент на преобразователь энергии *ПЭ*, который нагнетает рабочую жидкость под давлением в трансмиссию *Тр*, соотвещающую преобразователь энергии с исполнительным органом *ИО*. Перераспределение потока рабочей жидкости между рабочими камерами исполнительного органа в каждой фазе рабочего цикла осуществляется органом управления *ОУ*, получающего сигналы от генератора импульсов *ГИ*. В результате на объекте воздействия *ОВ* генерируются механические импульсы заданной формы. В общем случае генератор импульсов может

функционировать по заданной программе либо иметь обратную связь с объектом воздействия.

Отмеченные особенности позволяют на базе существующей модели гидроударной системы разработать физическую модель низкочастотной гидравлической пульсационной системы (рис. 2). Масса *M*, представляющая собой совокупность приведенной массы объекта воздействия, основного исполнительного элемента и движущейся жидкости, находится под действием сил со стороны привода *F(t)* и реакции объекта воздействия *R*. Привод представлен упруго вязким телом с коэффициентом жесткости *C_H* и μ_H , свободный конец которого движется со скоростью *V₀*, определяемой подачей жидкости от источника давления. Объект воздействия представлен также упруго-вязким телом с соответствующими коэффициентами жесткости *C_c* и вязкости μ_c . При движении на основной исполнительный элемент системы действуют диссипативные силы сопротивления *R_c*. Движение массы производится в интервале *I_p*, удаленном от условной

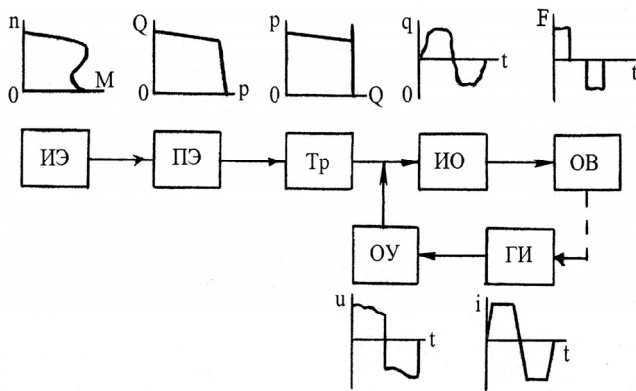


Рис. 1. Обобщенная структурная схема гидравлической низкочастотной пульса-ционной системы: ИЭ — источник энергии; ПЭ — преобразователь энергии; Тр — трансмиссия; ИО — исполнительный орган; ОУ — орган управления; ГИ — генератор импульсов; ОВ — объект воздействия

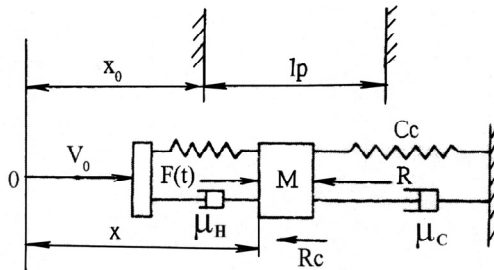


Рис. 2. Физическая модель гидравлической пульса-ционной системы: M — приведенная масса; V_0 — приведенная скорость жидкости; $F(t)$ — сила со стороны привода; C_H и μ_H — коэффициенты жесткости и вязкости трансмиссии; R — реакция объекта воздействия; C_c и μ_c — коэффициенты жесткости и вязкости объекта воздействия; R_c — приведенная сила сопротивления; X_0 — начальная координата; l_p — интервал движения; X — текущая координата

начальной точки на расстоянии X_0 . Исходными данными при исследовании являются приведенная масса M , коэффициенты, характеризующие свойства объекта воздействия C_c и μ_c , начальная сила деформации R_0 , степень деформации $\varepsilon = R/R_0$, максимальная скорость деформации v , максимальная величина деформации

l_p и условная координата X_0 , связанные соотношениями:

$$l_p = \frac{R_0}{C_c}(\varepsilon - 1);$$

$$X_0 = l_p / (\varepsilon - 1). \quad (1)$$

Единичный цикл исследуемой системы включает два аналогичных по своей сущности периода: обратного и прямого хода. При обратном ходе объект воздействия деформируется от положения статического равновесия по направлению к исполнительному органу, при прямом ходе — от положения статического равновесия в противоположном направлении. Такой цикл предполагает вполне определенные граничные условия для каждого периода и его фаз: начальные перемещения, начальные и конечные скорости равны нулю. Вследствие этого движение в каждой фазе описывается уравнениями одного вида, а решение соответствующих уравнений определяется набором дополнительных условий, которые вводятся и формулируются по мере их появления.

Принятая модель определяет величины сил, действующих на подвижную массу:

$$F(t) = P_0 + C_H [V_0 t - (X - X_0)] - \mu_H \dot{X}; \quad (2)$$

$$R = R_0 + M\ddot{X} + \mu_c \dot{X} + C_c X, \quad (3)$$

где P_0 — начальная сила со стороны привода; X и t — соответственно текущая координата и время.

С учетом этого дифференциальные уравнения движения системы примут вид:

$$M\ddot{X} + (\mu_c + \mu_H)\dot{X} + (C_H + C_c)X = P_o - R_o - R_c + C_H X_o + C_H V_o t; \quad (4)$$

$$\text{б) в фазе разгрузки} \\ M\ddot{X} + \mu_H \dot{X} + C_c X = R_o (\varepsilon - 1) - R_c. \quad (5)$$

Получены дифференциальные уравнения второго порядка с правой частью, решение которого определяется соотношением входящих коэффициентов, характеризующих упруго вязкие свойства привода и объекта воздействия.

Решение математической модели производится для конкретных эксплуатационных условий. **ГЛАВ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Кенжин Б.М. — доцент, кандидат технических наук, директор, МашЗавод № 1, г. Караганда, kbmz@mail.ru

Смирнов Ю.М. — профессор, доктор технических наук, Карагандинский государственный технический университет, smirnov_y_m@mail.ru

Саттаров С.С. — доцент, кандидат технических наук, Объединенная химическая компания, г. Астана, satsapar52@mail.ru



НОВИНКИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ГОРНАЯ КНИГА» – КНИГИ ДЛЯ УСПЕШНЫХ ИНЖЕНЕРОВ

Меретуков М.А., Рудаков В.В., Злобин М.Н.
ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ МИНЕРАЛЬНОГО
И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

Год выпуска: 2011, страниц: 438

ISBN: 978-5-98672-278-8

(в пер., суперобложка)

УДК: 622.553.411



В книге прослежена связь между геологией и металлургией золота, основанная на общих закономерностях физико-химических процессов (растворение, осаждение, восстановление, адсорбция, комплекс- и коллоидообразование и др.), реализуемых в природных и промышленных условиях. Показано, что принципиально важными для гидрометаллургии золота являются природные процессы, предопределяющие проявление наносостояния. Проанализированы условия образования и свойства золотосодержащих руд (карлинских, черносланцевых, латеритных и термальных), имеющих важное промышленное значение, а также такие нетрадиционные источники добычи, как месторождения океанские, техногенные, угольно-торфяные, железные и др. Большое внимание уделено вопросам, связанным с изменением состояния золота и сопутствующих ему минералов в отвалах горнометаллургического производства. Рассмотрена возможность извлечения золота из руд с применением технологии «сухого» обогащения. Приведены сведения о важнейших месторождениях ведущих стран — производителей золота.

Для научных работников, инженеров, аспирантов и студентов, специализирующихся в области гидрометаллургии золота.