

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ШАХТНОГО ПОДЪЁМНОГО СОСУДА В КАНАТНЫХ ПРОВОДНИКАХ

Логвинов Н.Г., докт. техн. наук, Гураль В.Г., инж.,  
Глущенко П.П., Шилинговский Н.И., канд-ты техн. наук

*Приведены результаты исследования динамики движения подъёмного сосуда в проводниках гибкой армировки и даны рекомендации по установке и креплению направляющих устройств следящего типа.*

*The outcomes of research speakers of driving of an elevating vessel in explorers floppy armouring are reduced and the guidelines on installation and mount of guides of devices of a tracking type are given.*

Дальнейшее увеличение добычи угля за счёт освоения новых месторождений, залегающих на глубоких горизонтах, ставит задачу повышения производительности шахтных подъёмных установок путём увеличения скорости движения подъёмных сосудов и их грузоподъёмности, а также создания нового и реконструкции действующего шахтного оборудования с высокими эксплуатационными и экономическими показателями.

В большинстве случаев в шахтном подъёме используется жёсткая армировка, однако, когда глубина стволов достигает 1000 м и более, использование жёсткой армировки стало приводить к большим временным и капитальным затратам, расходу большего количества металла, что резко снижает экономичность её применения.

Одним из основных и наиболее прогрессивных способов достижения необходимого уровня производительности подъёмных установок является применение в шахтных стволах гибкой армировки. Простота конструктивного исполнения, удобство обслуживания, малые временные и капитальные затраты при монтаже, незначительная металлоёмкость, хорошие аэродинамические качества ствола – эти и другие характерные особенности гибкой армировки определяют её преимущество перед жёсткой.

Однако, несмотря на указанные достоинства, гибкая армировка широкого распространения при оборудовании вертикальных шахтных стволов ещё не получила. Причинами ограниченного применения являются некоторые её недостатки: незначительное сопротивление подъёмному сосуду при его горизонтальном отклонении;

необходимость установки дополнительных жёстких проводников в местах загрузки и разгрузки подъёмных сосудов; отсутствие научно-обоснованных рекомендаций и методики выбора основных конструктивных и технологических параметров; отсутствие экономических и надёжных в эксплуатации направляющих устройств, связывающих подъёмный сосуд с канатными проводниками. Эти недостатки являются следствием недостаточной изученности процессов взаимодействия шахтного подъёмного сосуда с гибкой арматурой, как единой динамической системы.

Теоретические исследования динамических процессов системы «подъёмный сосуд – канатные проводники» [1] с учётом её инерционных, жёсткостных, кинематических и геометрических характеристик приводит к решению системы пяти дифференциальных уравнений второго порядка с переменными коэффициентами в системе координат  $(x, y, z, \psi, \theta, \varphi)$ .

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + F(c_{ij})x - F(c_{ij}, b_i) + F(c_{ij}, h_i)\theta = 0,$$

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + F(c_{ij})y - F(c_{ij}, b_i) + F(c_{ij}, h_i)\varphi = 0,$$

$$I_x \frac{d^2 \psi}{dt^2} - I_{xy} \frac{d^2 \theta}{dt^2} - I_{xz} \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + F(c_{ij}, h_i)\psi - F(c_{ij}, h_i)y - F_2(c_{ij}, h_i)\varphi = 0,$$

$$I_y \frac{d^2 \theta}{dt^2} - I_{xy} \frac{d^2 \psi}{dt^2} - I_{yz} \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + F_1(c_{ij}, h_i)\theta + F(c_{ij}, h_i)x - F_2(c_{ij}, h_i)\varphi = 0,$$

$$I_z \frac{d^2 \varphi}{dt^2} - I_{xz} \frac{d^2 \psi}{dt^2} - I_{yz} \frac{d^2 \theta}{dt^2} + F(c_{ij}, a_i, b_i)\varphi + \\ + F(c_{ij}, b_i)x - F_2(c_{ij}, h_i)\psi - F(c_{ij}, b_i, h_i)\theta = 0,$$

где  $m$  – масса подъёмного сосуда, кг;  $I_x, I_y, I_z$  – осевые моменты инерции, кг·м<sup>2</sup>;  $I_{xy}, I_{xz}, I_{yz}$  – центробежные моменты инерции, кг·м<sup>2</sup>;  $a_i, b_i, h_i$  – координаты расположения направляющих устройств, м;  $c_{ij}$  – обобщённые коэффициенты поперечной жёсткости проводника, н/м;  $F(c_{ij}, b_i, h_i)$  – переменные коэффициенты уравнений.

Результаты исследования решений полученных дифференциальных уравнений движения для разных вариантов расположения направляющих устройств и влияния основных характеристик системы, а также их соотношений на динамические процессы системы позволяют сделать следующие выводы:

– Подъёмный сосуд при движении в канатных проводниках совершает поперечные и крутильные колебания, амплитуда и частота которых зависит от совокупности соотношений инерционных, жёстких, кинематических и геометрических характеристик системы «подъёмный сосуд - канатные проводники».

– Крутильные колебания подъёмного сосуда относительно вертикальной оси существенно зависит от крутящегося момента, создаваемого головным канатом. Для уменьшения размаха этих колебаний целесообразно применять головные канаты, не создающие крутильного момента, например, канаты крестовой свивки.

– Устойчивость движения подъёмного сосуда в канатных проводниках может быть достигнута расположением рабочих направляющих устройств только на верхнем поясе. С целью предотвращения аварийных ситуаций в экстремальных условиях на нижнем поясе достаточно разместить предохранительные направляющие устройства скользящего типа с увеличенным первоначальным внутренним диаметром сменных вкладышей на 15 мм по сравнению с рабочими.

– Для снижения влияния побочных факторов (перекос сосуда вследствие несимметричной подвески, отклонение канатных проводников от вертикали, поперечные колебания проводников и т.п.) на динамическое состояние сосуда целесообразно применять направляющие устройства следящего типа.

#### Список источников

1. Логвинов Н.Г.; Шилинговский Н.И.; Глушенко П.П. Дифференциальные уравнения движения шахтного подъёмного сосуда в канатных проводниках гибкой армировки / Донецк. политех. ин-т. – Донецк, 1981. – 10с., - Библиогр. – 2 назв. – Деп в ЦНИЭИ Уголь, № 2200.