

ТЕНЗОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ БАШМАКИ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ АРМИРОВКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТОЛОВ

Е.К. Керский

С увеличением в горнодобывающей промышленности удельного веса глубоких вертикальных шахтных стволов и соответственным увеличением скорости движения подъемных сосудов и их грузоподъемности проводники стали подвергаться опасным ударным нагрузкам, связанным с взаимодействием подъемного сосуда с армировкой ствола. Поэтому приобрели актуальность вопросы динамического контроля армировки.

Измерение сил взаимодействия между движущимся подъемным сосудом и армировкой ствола — задача сложная. К измерительному устройству, устанавливаемому на подъемном сосуда, предъявляются следующие требования.

1. Конструкция измерительного устройства должна иметь относительно небольшие габариты и вес, чтобы при монтаже не вызвать продолжительных простоев подъемной установки.
2. Мощность выходных сигналов, поступающих от силоизмерительных датчиков на регистрирующее устройство, должна быть достаточной для регистрации без предварительного усиления.
3. Частотные характеристики чувствительных элементов и гальванометров осциллографа должны обеспечивать фиксирование необходимого диапазона частот измеряемых параметров без дополнительной погрешности.
4. Соотношение жесткости чувствительного силоизмерительного элемента и армировки ствола должно быть таким, чтобы оно не уменьшало величину требуемой точности измерений.
5. Силоизмерительные башмаки, регистрирующие лобовые и боковые усилия, необходимо устанавливать на место рабочих башмаков. Такая установка гарантирует при аналогичных ударах действие тех же масс подъемного сосуда и проявление тех же векторов сил.
6. Привязку регистрируемых параметров к проходным расстрелам следует осуществлять с помощью бесконтактного датчика фотоэлектрического типа.

7. Включение измерительной аппаратуры при подъеме груженого сосуда и выключение ее при разгрузке, загрузке и движении вниз должно производиться автоматически без присутствия на сосуде человека.

8. В связи с большим объемом регистрируемой информации там, где это возможно, необходимо упрощать или ссужать количество измерительных каналов без ущерба качества и точности измерений.

9. Измеряемые величины должны лежать в пределах целесообразной точности.

10. Чувствительный элемент силоизмерительных башмаков должен одновременно измерять как квазистатические, так и динамические усилия.

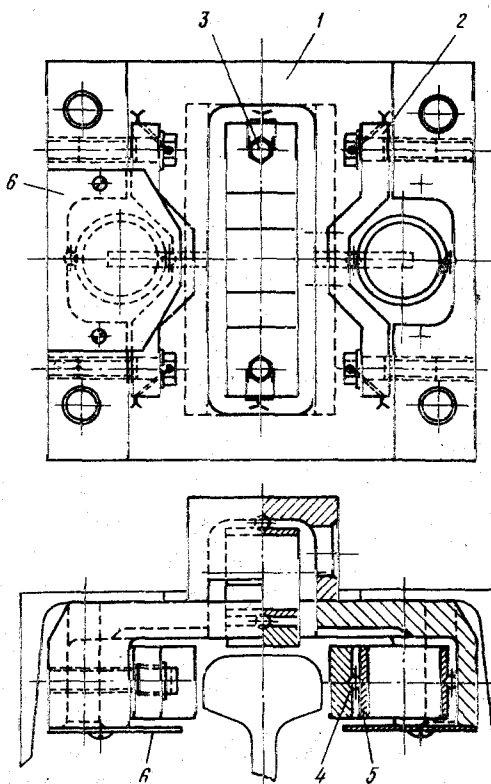


Рис. 1. Тензоизмерительные башмаки

На рис. 1 показано устройство тензоизмерительного башмака, удовлетворяющего перечисленным требованиям. После статической и динамической тарировки четыре тензоизмерительных башмака устанавливаются на подъемном сосуде на место рабочих. В каждом конкретном случае конструкция тензоизмерительных башмаков должна быть согласована с конструкцией направляющих башмаков клеток или омпов, на место которых их устанавливают.

Тензоизмерительный башмак состоит из стального корпуса 1, в котором размещаются три направляющих скобы 2, соединенные с корпусом специальными болтами 3. Между корпусом и каждой направляющей скобой расположен чувствительный элемент, представляющий собой стальное упругое кольцо 5, на которое наклеены тензорезисторы.

Жесткость кольца должна быть выше жесткости армировки на уровне расстрела. Усилия от направляющих скоб на кольцо передаются через шарики 4. Датчики боковых усилий защищены от брызг и частиц рассыпаемого при транспортировке ископаемого крышкой 6. Тензодатчики, оголенные части проводников и разъем покрывают влагозащитной мастикой.

Требования высокой жесткости чувствительного элемента и в то же время его высокой чувствительности, позволяющей обойтись без усилительных устройств, противоречат один другому. Компромиссное решение достигается применением мощных датчиков, составленных из серийно изготавли-

ных фольговых тензорезисторов. В тензоизмерительных башмаках, представленных на рис. 1, на каждое кольцо наклеено 16 фольговых тензорезисторов, соединенных в мостовую схему. Все тензорезисторы являются рабочими, причем при изгибе чувствительного элемента одна их половина работает на растяжение, а вторая — на сжатие.

Учитывая, что два датчика боковых усилий не могут работать одновременно, их выходные сигналы выведены на один гальванометр. При этом 16 тензорезисторов каждого кольца соединены в схему полумоста, образуя из двух датчиков равноплечий мост, состоящий из 32 тензорезисторов. Схема соединений выполнена таким образом, что ток разбаланса моста, вызванный деформацией каждого кольца, отклоняет луч осциллографа в противоположные стороны. Подобная схема включения тензопреобразователей сокращает количество измерительных кабелей, уменьшает число используемых в осциллографе гальванометров, более удобна при расшифровке осциллограмм и обладает большей наглядностью.

Для двух лобовых датчиков, находящихся на противоположных тензоизмерительных башмаках, непосредственное использование этой схемы возможно лишь после предварительных исследований на отсутствие сужения проводников, которое производится обычным способом, когда на каждый гальванометр поступает сигнал только от одного датчика. При сужении расстояния между проводниками одновременно могут возникнуть деформации двух датчиков и при включении их на один гальванометр выходные сигналы скомпенсируют друг друга и не вызовут разбаланс мостовой схемы, в результате чего из поля зрения выпадут существенные деформации, вызванные отклонениями в установке проводников.

Если анализ осциллограмм нескольких пробных измерений покажет, что одновременные деформации двух противоположных лобовых датчиков отсутствуют, то основные измерения можно проводить по схеме с регистрацией параметров двух датчиков на один гальванометр. Конструктивная схема рас-

положения измерительных башмаков показана на рис. 2. Переход с одной схемы соединений на другую осуществляют поворотом галетного переключателя, расположенного на пульте управления. Переключатель на схеме находится в положении, при котором оба лобовых датчика работают на один гальванометр. Знаки плюс и минус на рис. 2 означают соответственно сжатие и растяжение решетки тензорезисторов.

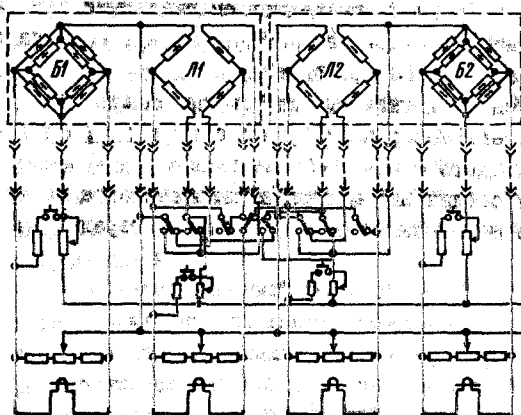


Рис. 2. Схема соединения лобовых и боковых упругих элементов двух противоположных измерительных башмаков

При установке на скине четырех тензоизмерительных баншаков, из которых каждый имеет два боковых и один лобовой датчик усилий, разработанная схема позволяет использовать не 12, а только 6 измерительных каналов.

Ток в измерительной диагонали моста определяется выражением

$$I = 2I_p \varepsilon S R \frac{n}{R + r n},$$

где I_p — максимально допускаемый ток одного резистора, А; ε — величина деформации чувствительного элемента, м; S — чувствительность тензорезистора, Ом/м; R — сопротивление одного тензорезистора, Ом; r — внутреннее сопротивление гальванометра, Ом; n — число тензорезисторов в каждом плече моста.

В спроектированном мосте для гальванометров У типа осциллографа К12-22 эти параметры имеют следующие значения: $I_p = 50 \cdot 10^{-3}$ А; $\varepsilon = 1 \cdot 10^{-3}$ м; $S = 2,27$ Ом/м; $R = 200$ Ом; $r = 23$ Ом; $n = 4$.

Максимальный ток измерительной диагонали, вычисленный по этому выражению, равен 0,62 мА. Как видно, этот ток для гальванометра У типа осциллографа К12-22 вдвое превышает максимально допустимый, равный 0,3 мА. Но при работе двух датчиков на один гальванометр ток в диагонали моста будет в два раза меньше, т.е. достигнет допустимой величины. При пробных замерах, чтобы избежать перегрузки гальванометров, напряжение питания лобовых датчиков следует уменьшить в два раза.

Работа гальванометра на низкоомную нагрузку мощного моста дает схему более чувствительной и отпадает необходимость в демпфирующем сопротивлении, роль которого выполняет мост.

Выводы

1. Силы взаимодействия между движущимся в вертикальном шахтном стволе подъемным сосудом и арматурой определяют специальными тензоизмерительными баншаками, регистрирующими как лобовые, так и боковые составляющие горизонтальных нагрузок на проводники.
2. Чувствительным элементом датчика усилий является стальное упругое кольцо с наклеенными на его поверхность фольговыми тензорезисторами, соединенными по схеме мощного моста.
3. Схема электрических соединений мостов и гальванометра осуществлена таким образом, что по шести измерительным каналам передается 12 измеряемых параметров.