

КОНТРОЛЬ НАПУСКА КАНАТА НА ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВКАХ

Н. И. КЛЫКОВ

(Представлено научным семинаром кафедры горной механики горного факультета)

Напуск каната возникает при постановке подъемного сосуда на жесткую опору. В процессе образования напуска происходит упругое сокращение каната. Как показали наши наблюдения и исследования инж. В. Ф. Куцепаленко [1], особую опасность представляет свободный напуск, при котором происходит перегиб проволок в месте запанцировки нижнего конца каната. При трогании сосуда вверх вследствие напуска возникают динамические напряжения в канате.

Таким образом, для ограничения динамических усилий и для уменьшения износа проволок в месте запанцировки напуск каната должен быть не больше максимально допускаемой величины.

На практике имеют место: а) аварийный напуск, вызываемый заклиниванием опускающегося сосуда в стволе шахты; б) эксплуатационный напуск, возникающий при посадке сосуда под загрузку. Контроль аварийного и эксплуатационного напуска преследует совершенно различные цели. Аварийный напуск каната контролируется для того, чтобы в момент его образования произвести своевременную остановку подъемной машины и избежать падения сосуда с большой высоты, что может привести к обрыву каната. Эксплуатационный напуск контролируется с той целью, чтобы своевременно производить регулирование длины каната и этим уменьшать разрушение проволок в запанцировке и величину динамических усилий в канате.

Постоянный контроль заключается в том, что при образовании аварийного или максимального эксплуатационного напуска машинисту подъема подается соответствующий сигнал. При этом может быть предусмотрена и автоматическая остановка машины путем своевременного включения предохранительного тормоза. Периодический контроль напуска производится с целью определения фактической вытяжки каната и регулирования его длины.

Анализируя различные способы постоянного контроля напуска, их можно объединить в две группы: 1) по верхней части и 2) по нижней части рабочей ветви каната.

В первом случае на поверхности в определенном месте устанавливаются датчики или специальные устройства, срабатывающие при образовании напуска каната над сосудом. Большое распространение, например, получили для этой цели специальные контактные устройства, устанавливаемые у канатного окна (рис. 1). В момент образования напуска происходит провисание струны каната и срабатывает

контактное устройство, подающее сигнал машинисту или включающее предохранительный тормоз. Иногда применяются датчики, устанавливаемые непосредственно на канате и реагирующие на изменение усилий в канате.

Во втором случае датчики устанавливаются у подъемного сосуда, а к сигнальным устройствам и предохранительным аппаратам прокла-

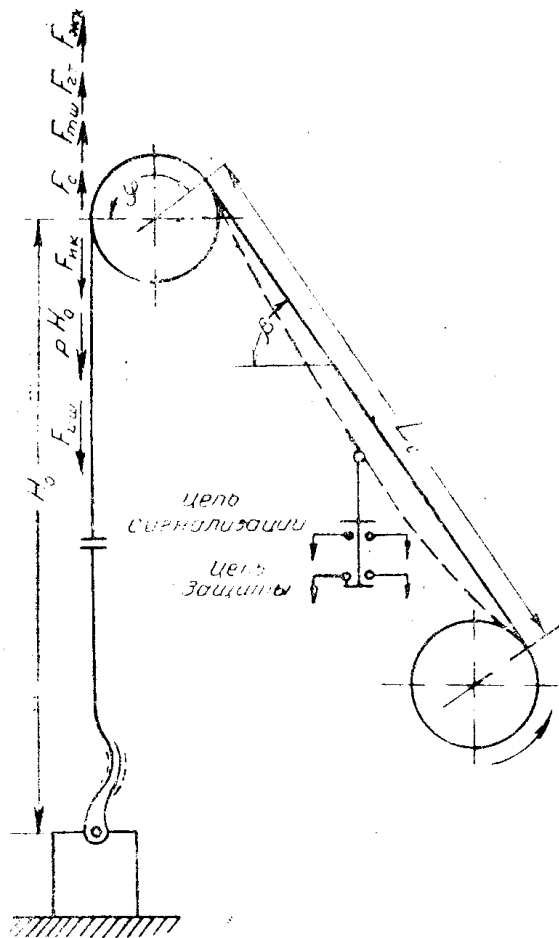


Рис. 1. Схема контроля напуска каната по провисанию струны.

дывается токопроводящая линия. В качестве датчика может служить контрольный участок каната (рис. 2), отличающийся по цвету или имеющий радиоактивные изотопы. При опускании этого участка ниже определенного уровня срабатывает реле, подающее импульс в машинное отделение. Некоторое применение получили также контактные датчики в сочетании с радио или телефонной аппаратурой.

Указанные методы контроля напуска имеют свои преимущества и недостатки. Так, например, контроль напуска по провисанию струны каната очень прост, надежен в эксплуатации, но недостатком этого метода являются помехи, создаваемые колебаниями струны каната, что затрудняет настройку датчика. Метод установки датчиков на верхней части каната с применением специальных усилителей и постоянных источников питания сложен и мало надежен.

Методы контроля напуска по нижнему участку каната применимы при любой глубине шахты и могут быть использованы для других целей, например для связи слесаря, осматривающего ствол, с машинистом подъемника. Кроме того, применяемые устройства в этом случае могут быть настроены на срабатывание при заданной величине напуска. Недостатками этих методов являются сложность и ненадежность работы датчиков в условиях высокой влажности и запыленности, наличие токопроводящей линии большой протяженности, постоянных источников питания и т. д. В зарубежной практике для контроля напуска были попытки использовать радиопередатчики, устанавливаемые на сосудах, для передачи сигналов в машинное отделение. Однако ввиду технической сложности, ненадежности в работе и высокой стоимости аппаратуры этот способ на грузовых подъемах распространения не получил. Несколько проще является способ контроля напуска с применением пружинных контактных устройств у сосуда и изолированной проволоки внутри каната. Источники питания и сигнальные устройства могут быть расположены на подвижной части машины или в машинном отделении—

при наличии токосъемных приспособлений. Внедрение этого способа возможно лишь в случае изготовления канатов с изолированной токопроводящей жилой.

Область применения контроля напуска по ослаблению верхней части каната устанавливается следующим образом. При посадке сосу-

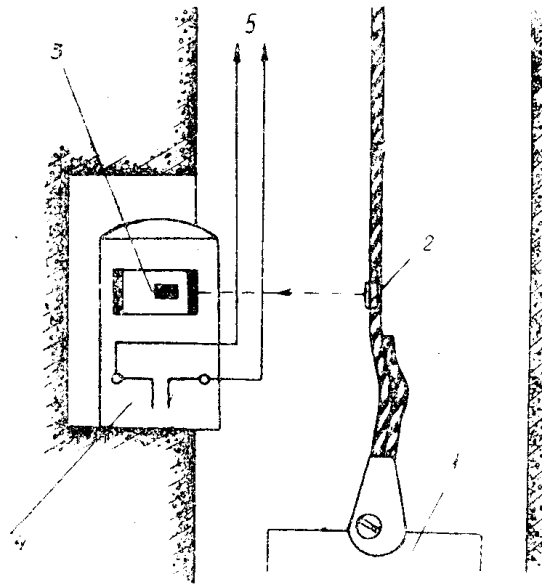


Рис. 2. Схема контроля напуска по нижнему участку каната при применении реле, реагирующих на изменение положения контрольного участка каната.

1—подъемный сосуд; 2—контрольный участок каната; 3—чувствительный элемент реле; 4—исполнительные контакты; 5—цепь сигнализации.

да или при его заклинивании в стволе шахты провисание струны каната происходит при условии

$$p H_0 + F_{ик} + F_{иш} < F_c + F_{тш} + F_{тк} + F_{жк}, \quad (1)$$

где p —вес 1 м длины каната, кг/м;

H_0 —длина отвеса каната, м;

$F_{ик}$ —сила инерции свисающей части каната, кг;

$F_{иш}$ —сила инерции шкива, кг;

F_c —составляющая веса струны каната, кг;

$F_{тш}$ —сила трения оси шкива в подшипниках, приведенная к окружности шкива, кг;

$F_{тк}$ —сопротивления гибкого трения каната, кг;

$F_{жк}$ —сила сопротивления, обусловленная жесткостью каната, кг.

Определение величин, входящих в выражение (1), производится по общепринятой методике. Подставив эти величины в выражение (1) и произведя некоторые преобразования, получим максимальную длину отвеса каната, при которой возможно применение контроля напуска каната по провисанию струны

$$H_0 < \frac{L_c \cdot \sin \beta + \frac{f_0 d_0}{D_{ш}} \left(L_c \cdot \sin \beta + \frac{P_{ш}}{p} \right) - \frac{GD^2}{D_{ш}^2} \frac{j}{g}}{2 + \frac{j}{g} - \frac{f_0 d_0}{D_{ш}} - \epsilon f_0 - \epsilon_{жк}}, \quad (2)$$

где L_c — длина струны каната, $м$;
 β — угол наклона струны каната к горизонту, град;
 f_0 — коэффициент трения между втулкой и осью шкива;
 d_0 — диаметр оси шкива, $м$;
 $D_{ш}$ — диаметр шкива, $м$;
 $P_{ш}$ — абсолютный вес шкива, $кг$;
 GD^2 — маховой момент шкива, $кг/м^2$;
 j — замедление движения каната, $м/сек^2$;
 g — ускорение силы тяжести ($g=9,8 м/сек^2$);
 e — основание натуральных логарифмов ($e=2,718$);
 f — коэффициент трения между канатом и ободом шкива;
 φ — угол обхвата шкива канатом, $рад$.;
 $\epsilon_{ж}$ — коэффициент жесткости каната.

Коэффициент жесткости каната при напуске может быть определен из выражения

$$\epsilon_{ж} \approx 125 \cdot 10^{-6} d_k \left(\frac{1+p}{p} \right), \quad (3)$$

где d_k — диаметр каната, $мм$.

Многочисленные расчеты для конкретных производственных условий показывают, что данный метод контроля напуска применим при длине отвеса каната, не превышающей 120—150 $м$. Экспериментальная проверка этого метода на подъемах Кузбасса подтверждает вышеизложенное. Так, при искусственном образовании напуска на скиповых подъемах с глубиной ствола 80—120 $м$ (шахты „Физкультурник“, „Андреевская-2“ и др.) машинисту подавался соответствующий сигнал. На других подъемах, где глубина ствола составляла 200—400 $м$, устройства для подачи сигнала машинисту не срабатывали. Однако описанный метод пригоден для контроля аварийного напуска, так как застревание сосуда происходит обычно в верхней части ствола.

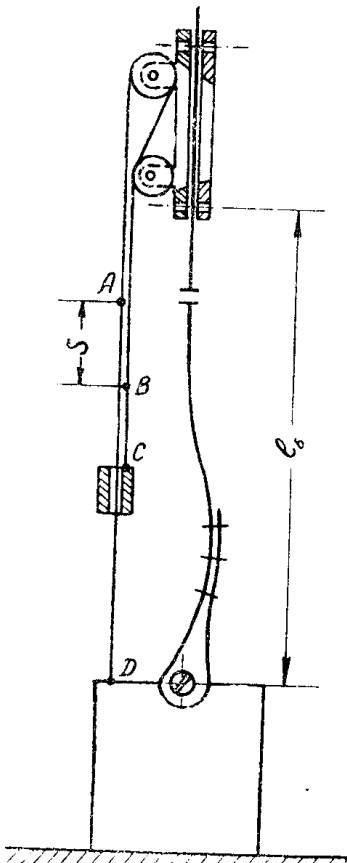


Рис. 3. Схема измерения напуска каната с помощью подвесного блока.

До разработки простого и надежного способа контроля напуска по нижней части каната для глубоких шахт рекомендуется проводить периодический контроль напуска путем его измерения. Для этой цели на расстоянии 5—8 $м$ от подъемного сосуда к канату прикрепляются специальные блоки с зажимами (рис. 3), через которые перекидывается гибкий шнур. Один конец шнура прикрепляется к сосуду, а к другому подвешивается груз. При натянутом канате подвижные метки A и B на ветвях шнура совмещаются и сосуд вместе с наблюдателем опускается в шахту до установки на посадочные устройства и образования свободного напуска

$$\Delta l_{сн} = \frac{\Delta S}{2}, \quad (4)$$

где ΔS — расстояние по вертикали между метками, $м$.

Величина эксплуатационного напуска при точной остановке сосудов составит

$$\Delta l_{\text{эл}} = \Delta l_{\text{сн}} - h_{\text{пр}}, \quad (5)$$

где $h_{\text{пр}}$ — превышение сосудом уровня разгрузки в момент измерения, м.
Величина возможного напуска в этом случае составит

$$\Delta l_{\text{вн}} = \Delta l_{\text{эл}} + h_{\text{вк}}, \quad (6)$$

где $h_{\text{вк}}$ — высота переподъема, на которую настроены концевые выключатели, м.

Работа подъемной установки может считаться нормальной, если при точной остановки сосудов свободный напуск отсутствует, а величина возможного напуска не превышает 0,2 м. В противном случае необходимо производить регулирование длины канатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудепаленко В. Ф. Исследование напуска шахтного подъемного каната. Безопасность труда в промышленности, № 2, 1959.