

## 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 допустимой 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-

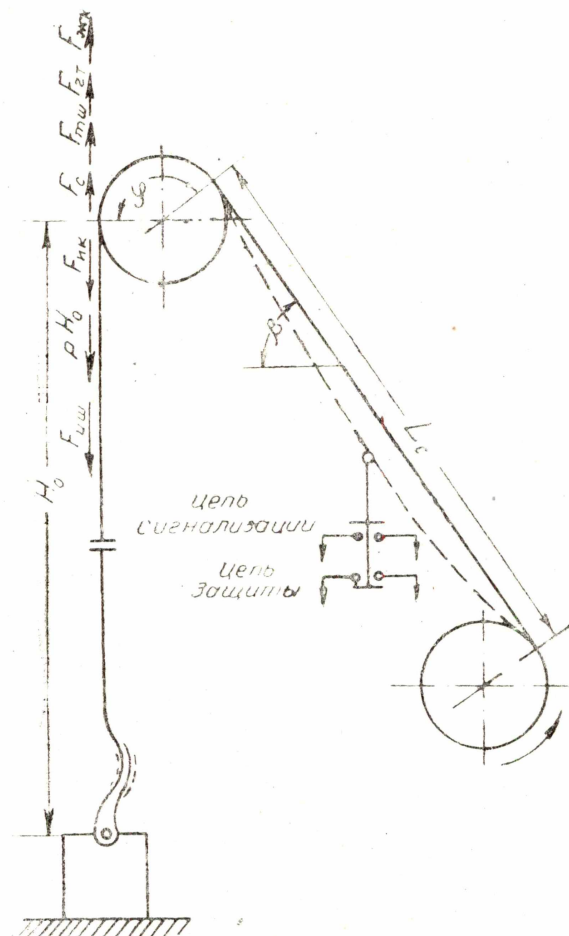


Рис. 1. Схема контроля напуска каната по провисанию струны.

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 малонадежен.

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 заграничной 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. Несколькo проще является способ контроля напуска с применением подвижных 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-

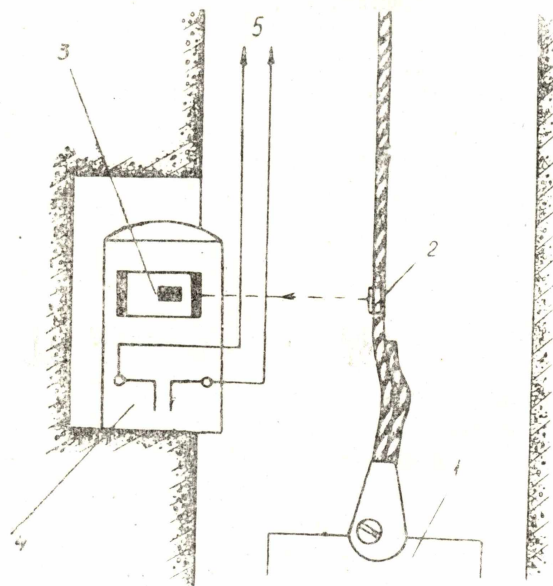


Рис. 2. Схема контроля напуска по нижнему участку каната при применении реле, реагирующих на изменение положения контрольного участка каната.

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

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

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

$$H_0 \leq \frac{L_c \cdot \sin \beta + \frac{f_0 d_0}{D_{ш}} \left( L_c \cdot \sin \beta + \frac{P_{ш}}{p} \right) - \frac{GD^2}{D_{ш}^2} \frac{j}{g}}{2 + \frac{j}{g} - \frac{f_0 d_0}{D_{ш}} - e f_0 - \xi_{ж}}, \quad (2)$$

где  $L_c$  — длина струны каната,  $м$ ;  
 $\beta$  — 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;  
 $\varphi$  — 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.

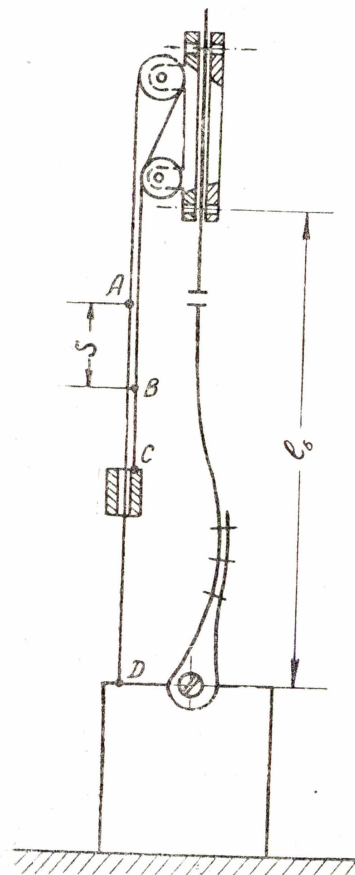


Рис. 3. Схема измерения напуска каната с помощью подвешенного блока.

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 А и В 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  $\Delta S$  — расстояние по вертикали между метками,  $м$ .

Величина эксплуатационного напуска при точной остановке сосудов составит

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

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

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

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