

М. В. Ходосовский

## ОСОБЕННОСТИ ТРЕЛЕВКИ ХЛЫСТОВ ПОЛУПОДВЕСНЫМИ УСТАНОВКАМИ ТПК-1 С НЕСУЩИМ КАНАТОМ

Для улучшения условий проходимости хлыстов по волокам при полуподвесной трелевке лебедками широко применяются трелевочные установки с несущим канатом. Улучшение условий трелевки при использовании данных установок обеспечивается, как известно, приподниманием вершин хлыстов над волоком, которое достигается в результате передачи на несущий канат некоторой части веса трелеваемого вoза.

Эффективность использования несущего каната как средства беспрепятственного движения хлыстов по волоку зависит в основном от способа связи трелеваемого вoза с грузовой кареткой.

По способу присоединения хлыстов к каретке полуподвесные трелевочные установки с несущим канатом можно разделить на три группы.

1. Установки с постоянной фиксацией передней части вoза на каретке. В этом случае высота подъема вершин над волоком обусловлена высотой расположения несущего каната в данной точке пролета, которая в свою очередь зависит от высоты конечных опор, длины пролета, стрелы провеса каната и т.д.

2. Установки с плавающим присоединением груза к каретке, осуществляемым посредством двухкратного полиспаста, например установка УК-1Р. Ввиду того, что сила тяги на крюке примерно вдвое больше величины тягового усилия и меньше сосредоточенной нагрузки от веса головной части вoза (вершинной или комлевой), полиспаст полностью выбирается и передняя часть груза фиксируется на каретке. Однако при определенных условиях, например при резком уменьшении сопротивлений движению вoза хлыстов, может наблюдаться вытравливание плавающего блока, т.е. изменение расстояния между кареткой и грузом.

3. Установки с плавающим присоединением груза к каретке, осуществляемым при помощи трелевочного каната без полиспаста, таковы установки, схема запасовки канатов которых

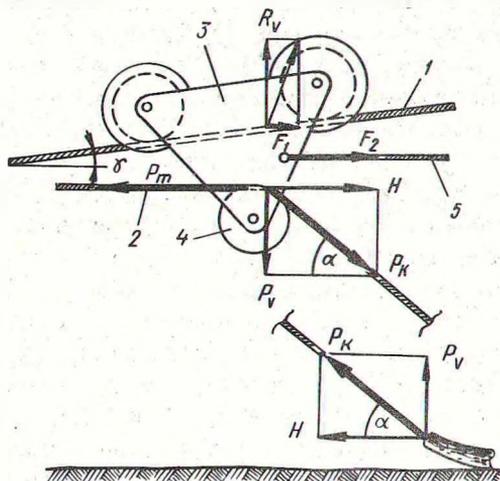


Рис. 1. Схема запасовки канатов на каретке и схема сил, действующих на каретку: 1 — несущий канат; 2 — рабочий трелевочный канат; 3 — каретка; 4 — грузовой ролик каретки; 5 — возвратный канат.

представлена на рис. 1. В указанных установках рабочий трелевочный канат 2 проходит через грузовой ролик 4 каретки 3, а возвратный (холостой) канат 5 закреплен на корпусе каретки.

В отличие от установок с постоянной фиксацией передней части веза высота подъема вершин и проходимость веза хлыстов при данной схеме запасовки канатов зависят не от высоты расположения несущего каната над волоком, а от величины вертикальной составляющей тягового усилия.

Зависимость между высотой расположения несущего каната и высотой подъема вершин выражается только в том смысле, что максимально возможная высота подъема вершин ограничивается высотой расположения несущего каната над волоком в каждой данной точке пролета. Поэтому с увеличением высоты крепления несущего каната появляется всего лишь возможность улучшить условия проходимости веза. Реализация же этой возможности достигается в результате действия подъемной силы, т.е. вертикальной составляющей тягового усилия, величина которой зависит от факторов, не связанных с высотой крепления несущего каната.

Грузовой ролик каретки в данном случае представляет собой подвижный опорный блок рабочего трелевочного каната, а высота над волоком, на которой находится каретка, может рассматриваться как действующая высота мачты. Принципиальное отличие от одномачтовой трелевочной установки состоит только в том, что каретка с ее грузовым роликом выполняет здесь

роль подвижной мачты, перемещаемой по несущему канату впереди груза. Угол  $\alpha$ , составленный касательной к трелевочному канату и волоком, обеспечивается при трелевке данными установками торможением каретки возвратным канатом, а также сопротивлением движению каретки по несущему канату. Для установления зависимости между весом воза, общим сопротивлением движению каретки и углом  $\alpha$  введем обозначения, принятые на рис. 1:  $P_m$  — тяговое усилие, затрачиваемое на перемещение каретки и воза хлыстов, кГс;  $P_k$  — тяговое усилие, приложенное к возу хлыстов, кГс;  $F_1$  — сопротивление движению каретки по несущему канату, кГс;  $F_2$  — тормозное усилие возвратного каната, кГс;  $\alpha$  — угол между волоком и касательной к тяговому канату в точке прицепки воза.

С целью упрощения принимаем, что трелевочный канат слева от каретки располагается горизонтально.

Сумма проекций всех сил на ось  $x$  дает

$$\sum X = P_m - P_k \cos \alpha - F_1 - F_2 = 0. \quad (1)$$

При изменении угла  $\alpha$  тяговой канат перекачивается по грузовому ролику, т.е.

$$P_m = \frac{P_k}{\eta},$$

где  $\eta$  — к.п.д. грузового ролика.

Запишем выражение (1) в следующем виде:

$$\frac{P_k}{\eta} - P_k \cos \alpha = F_1 + F_2. \quad (2)$$

Тяговое усилие в наклонном канате при перемещении им груза по горизонтальной плоскости, как известно, равно

$$P_k = \frac{G\mu}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}, \quad (3)$$

где  $G$  — вес воза хлыстов, кГс;  $\mu$  — коэффициент сопротивления движению хлыстов по волоку.

Подставив значение  $P_k$  в формулу (2) и сделав преобразования, получим

$$F_2 = \frac{G\mu(1 - \eta \cos \alpha)}{\eta(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)} - F_1. \quad (4)$$

Сила  $F_1$  — сопротивление движению каретки по несущему канату равна

$$F_1 = (P_v + G_k) \left( \frac{\mu d + f}{D} \cos \gamma \pm \sin \gamma \right), \quad (5)$$

где  $P_v$  — вертикальная составляющая тягового усилия, представляющая собой поперечную нагрузку на канат, кГс;  $G_k$  — вес каретки, кГс (вес каретки, применяемой в данных установках порядка 50 кг, поэтому им можно пренебречь);  $\frac{\mu d + f}{D}$  — приведенный коэффициент сопротивления движению каретки;  $\gamma$  — угол подъема каретки по несущему канату.

Вертикальная составляющая  $P_v$  тягового усилия равна

$$P_v = R_k \sin \alpha = \frac{G \mu \sin \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$$

Подставив в формулу (4) значение  $F_1$ , получим

$$F_2 = \frac{G \mu \left[ (1 - \eta \cos \alpha) - \eta \sin \alpha \left( \frac{\mu_1 d + f}{D} \cos \gamma \pm \sin \gamma \right) \right]}{\eta (\cos \alpha + \mu \sin \alpha)}. \quad (6)$$

Если тяговый канат не прокатывается по грузовому ролику, т.е. трелька совершается при некотором постоянном угле  $\alpha$  и одинаковых скоростях движения каретки и ваза,  $\eta = 1$  и формула (6) примет вид

$$F_2 = \frac{G \mu \left[ (1 - \cos \alpha) - \sin \alpha \left( \frac{\mu_1 d + f}{D} \cos \gamma \pm \sin \gamma \right) \right]}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}. \quad (7)$$

Формулы (6) и (7) показывают, что с увеличением объема ваза и коэффициента сопротивления движению хлыстов по волоку при одном и том же значении угла  $\alpha$  к каретке надо приложить большую тормозную силу  $F_2$ .

Следует отметить, что  $F_2$  представляет собой сумму двух сил — величину тормозной силы возвратного каната, создаваемую торможением возвратного барабана лебедки, и силу сопротивления перемещению возвратного каната по лесосеке. Малая величина последней силы (80—10 кГс) оказывается недостаточной для обеспечения сколько-нибудь значительной вертикальной составляющей  $P_v$ .

Для вычисления силы  $F_2$  по формуле (6) необходимо знать величину угла  $\gamma$  подъема каретки по несущему канату. Как известно, угол  $\gamma$  изменяется на всем протяжении волока в зависимости от натяжения несущего каната, местоположения каретки в пролете и его длины, величины сосредоточенной на-

грузки на канат, которая в свою очередь определяется значением угла  $\alpha$ , а при трелевке гибких грузов — и высотой конечных опор.

В общем случае угол  $\gamma$  определяется по известной формуле

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \beta \pm \frac{l}{2H} \left( \frac{q}{\cos \beta} + \frac{Q}{l} \right), \quad (8)$$

где  $\beta$  — угол наклона хорды пролета к горизонту,  $\beta = 0$ ;  $l$  — длина пролета, м;  $H$  — горизонтальная составляющая натяжения несущего каната, кГс;  $q$  — вес 1 пог.м каната, кГс;  $Q$  — сосредоточенная нагрузка на канат, в данном случае

$$Q = P_v + G_k.$$

Подставляя в формулу (8) средние значения величин, убеждаемся, что величина  $\gamma$  составляет порядка  $3^{\circ} 30' - 4^{\circ}$ .

Как известно, в первой половине пролета, считая от головной мачты,  $\sin \gamma$  имеет положительное значение (т.е. движение каретки осуществляется на подъем), а во второй половине пролета — отрицательное.

Подставляя в формулу (6) тригонометрические функции углов,  $\alpha$  от  $5^{\circ}$  до  $40^{\circ}$  с градацией через  $5^{\circ}$ , вычислим величины необходимых для создания данных углов тормозных сил, при весе ваза  $G = 3000, 4000, 5000$  кГс, коэффициенте сопро-

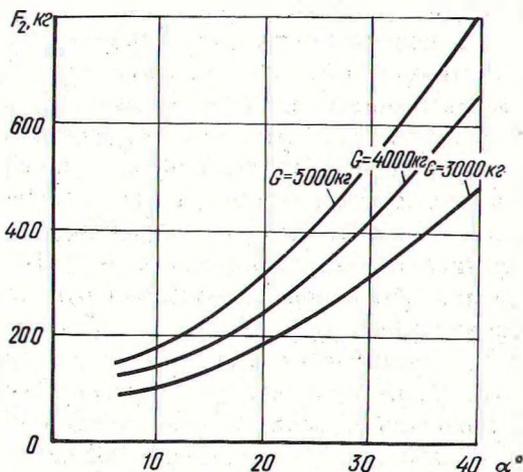


Рис. 2. График изменения величины тормозной силы  $G$ .

тивления движению вoза хлыстов  $\mu = 0,7$  и к.п.д. грузового ролика  $\eta = 0,96$ .

По результатам вычислений построен график (рис.2). Из графика видно, что для создания угла  $\alpha = 30\text{---}35^\circ$  к каретке необходимо приложить такую тормозную силу, величина которой составляет 17---21% от тягового усилия, затрачиваемого на перемещение вoза.

В качестве примера определим, какую тормозную силу необходимо приложить к каретке для того, чтобы поднять вершинную часть вoза хлыстов на высоту 1,5 м, т.е. обеспечить беспрепятственное прохождение вoза по волоку в условиях заболоченных лесосек.

Примем следующие исходные данные: объем хлыста  $Q_x = 0,26$  м<sup>3</sup>, порода ольха, разряд высот II, количество хлыстов в вoзе  $n = 12$  шт, объем вoза  $Q = 3,12$  м<sup>3</sup>, вес вoза  $G = 3,12 \cdot 0,9 \cdot 1000 = 2800$  кгс, коэффициент сопротивления движению вoза хлыстов по волоку  $\mu = 0,7$ .

Пользуясь эмпирическим уравнением прогибов вершин хлыстов, определим величину вертикальной составляющей тягового усилия, которую надо приложить к вoзу, чтобы поднять его вершины на высоту  $y = 1,5$  м:

$$y = C e^{\frac{P(1-\mu)}{n(mq_x + b)}}, \quad \text{откуда}$$

$$P = \frac{n(mq_x + b)(\lg y - \lg C)}{(1 - \mu) \lg l} = \frac{12(56,43 \cdot 0,26 + 7,0)(2,1761 - 0,4183)}{(1 - 0,147 \cdot 0,7) 0,43429} = 1176 \text{ кгс.}$$

Параметры уравнения (8) указаны в статье "Корреляционные уравнения прогибов вершин хлыстов" ("Механизация лесоразработок и транспорт леса", вып.1. Минск, 1970).

Угол между касательной к трелевочному канату и волоком определится из выражения

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P_v}{\mu(G - P_v)} = \frac{1176}{0,7(2800 - 1176)} = 1,0344;$$

$$\alpha = 45^\circ 58'.$$

Вычисленная по формуле (6) величина тормозной силы, необходимой для обеспечения угла  $\alpha = 45^\circ 58'$ , составит  $F_2 = 460$  кгс, т.е. 23% от тягового усилия, затрачиваемого на перемещение данного вoза.

## В ы в о д ы

1. Схема запасовки трелевочного каната на грузовой каретке без полиспастной подвески не позволяет без дополнительных потерь тягового усилия на подтормаживание каретки передать на несущий канат значительную часть веса трелеваемых хлыстов и тем самым обеспечить беспрепятственное прохождение вoза по волокам .

2. Возвратные барабаны большинства трелевочных лебедок не имеют ленточных тормозов , поэтому подтормаживание барабана осуществляется неполным включением муфты, что ведет к ее преждевременному износу, требует от лебедчика повышенного внимания и в то же время не обеспечивает сколько-нибудь постоянной величины подъемной силы (вертикальной составляющей тягового усилия).

3. Существенным недостатком установок без полиспастного блока является ручное вытравливание тягового каната с чокерами к месту прицепки хлыстов, хотя данная схема и упрощает процесс чокеровки.

4. Отмеченные выше недостатки могут быть устранены изменением схемы запасовки трелевочных канатов на каретке, например по схеме установки  $УК = 1Р$ , применением автоматических кареток с фиксацией на них вершинной части вoза или же созданием необходимого натяжения в возвратном канате путем торможения возвратного барабана специальным тормозным устройством.