

В. Д. Мартынихин, В. Н. Козлов,  
Р. И. Мирончиков, П. Ф. Рудницкий

## ЛЕБЕДКА ТЛ-БТИ-1 С АВТОМАТИЧЕСКИМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ОБОРОТОВ РАБОЧИХ БАРАБАНОВ

Лебедка, относящаяся к числу экспериментальных, предназначена для барабанного привода замкнутого контура тягово-несущих канатов в трелевочных установках, не имеющих несущего каната. Барабанная система привода каната в этом случае оправдана преимуществами технологического характера, так как при сравнении работы проектируемой лебедки с работой лебедки, имеющей в качестве рабочего органа шкив, отпадает необходимость в полиспасте натяжения, монтажном барабане, уменьшается число направляющих блоков и тем самым сокращается объем монтажно-демонтажных работ и, во-вторых, легче решается вопрос при разработке лесосек и секторов переменной длины.

Отличительной особенностью лебедки является синхронная навивка-свивка канатов на два барабана при многослойной их укладке на последние. В связи с этим один из барабанов имеет переменные обороты, автоматически изменяющиеся в процессе работы. Спецификой лебедки является также система установки тросоукладчика и система автоматического регулирования числа оборотов одного из барабанов.

Кинематическая схема лебедки показана на рис. 1.

Замкнутый контур состоит из двух канатов, каждый из которых одним концом закрепляется на барабане лебедки. Между собой канаты соединены на грузонесущем органе трелевочной установки. Привод трансмиссии лебедки производится от двигателя внутреннего сгорания с коробкой переменных передач 1. Лебедка снабжена реверсом 3 для получения диапазона скоростей движения грузонесущего органа как в прямом, так и в обратном направлениях, который связан с коробкой передач цепной передачей 2.

Привод на тяговый барабан 12 осуществляется через передачу из шестерен 4, 5, 8, 9, 10, 13, из которых последняя жестко связана с конусным фрикционом барабана.

Привод на барабан обратного хода 6 производится при помощи несимметричного дифференциала, расположенного внутри барабана двумя путями. Один путь — на коронную шестерню 7 дифференциала от шестерни 5, другой — на солнечную шестерню 22 дифференциала через шестерню 10, упругую муфту 11, шестерни 21 и 16, цепной вариатор скорости ВЦ-5 17 и далее, через шестерни 18 и 20 и цепную передачу 19.

Число оборотов барабана обратного хода зависит от числа оборотов коренной и солнечной шестерен по законам планетарного механизма. При этом число оборотов барабана регулируется автоматически вариатором путем изменения числа оборотов солнечной шестерни дифференциала.

Тяговый барабан и барабан обратного хода снабжены канатоукладчиками 15 известной конструкции и прижимными подпружиненными роликами 23. Как первые, так и вторые смонтированы на шарнирных рам-

ках, поворачивающихся на кронштейнах рамы относительно осей вращения барабана. Необходимость расположения канатоукладчиков, а также роликов на поворотных кронштейнах вызвана переменными углами входа канатов на барабаны, которые зависят от высоты расположения блоков на мачтах и расположения относительно их лебедки. Тип канатоукладчиков — винтовой, с цепной передачей от барабанов. Прижимные

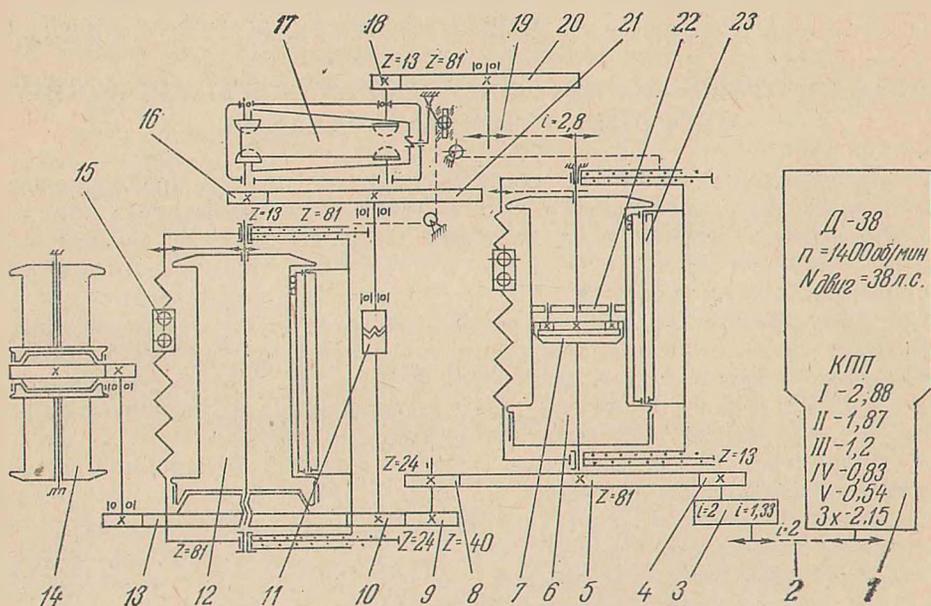


Рис. 1. Кинематическая схема лебедки.

подпружиненные ролики играют двойную роль. Во-первых, способствуют рядовой укладке каната в слоях и сохранению их положения на барабанах в моменты ослабления канатов; во-вторых, через посредство гибкой передачи изменяют число оборотов вариатора ВЦ-5.

Механизм изменения передаточного числа вариатора — канатно-блочной. Он состоит из каната, концы которого закрепляются на подпружиненных цилиндрах, жестко связанных с прижимными роликами.

Цилиндры перемещаются в направляющих, закрепленных на поворотных рамах. К участку каната, расположенному на последнем блоке, прикрепляется один конец рычага управления вариатором. Другой конец этого рычага соединяется с тягой к вариатору, при помощи которой происходит управление дисками последнего. Следует указать, что такой системы управления серийный вариатор не имеет, и она должна быть спроектирована заново путем несущественных изменений в конструкции рычажной системы.

Для выполнения погрузочных работ в лебедке предусматривается два вспомогательных барабана 14 с лебедки ТЛ-4.

Все четыре барабана лебедки снабжены ленточными тормозами с педальным управлением с места лебедчика. Тяговый и вспомогательный барабаны включаются при помощи конусных фрикционов, а барабан обратного хода — кулачковой муфты — рычагами с места лебедчика.

Работу лебедки следует рассматривать:

1) в транспортном цикле при совместной работе тягового бара-

бана и барабана обратного хода (подвесная или полуподвесная трелевка леса с использованием подъемной силы канатов);

2) в транспортном цикле с раздельной работой барабанов (трелевка леса без использования подъемной силы канатов) и при натяжении и опускании канатов при работе по п. 1;

3) при выполнении погрузочных работ вспомогательными барабанами.

В первом случае работа производится при включенном фрикционе тягового барабана и включенной упругой муфте. Положение реверса и передача коробки скоростей выбирается в зависимости от направления движения грузонесущего органа и необходимой скорости транспортировки. Регулирование оборотов барабана обратного хода по условию синхронной навивки-свивки каната происходит автоматически.

Во втором случае барабаны работают раздельно: при работе тягового барабана должна быть выключена упругая муфта барабана обратного хода, а при работе последнего выключается конусный фрикцион тягового барабана. При работе вспомогательными барабанами выключаются как кулачковая муфта, так и конусный фрикцион.

Основные параметры лебедки ТЛ-БТИ, спроектированной авторами настоящей статьи, установлены исходя из задания на проектирование и имеющихся комплектующих узлов.

При выборе параметров лебедки особо решался вопрос выбора скоростей движения грузонесущего органа для первого случая транспортного цикла. Ограничительным условием при этом явились параметры вариатора ВЦ-5, в частности, его максимальная мощность, которая может быть последовательным расчетом определена по формулам:

$$n_x = \frac{n_T [D_T + d_k (2m_1 - 1)]}{D_x + d_k (2m_2 - 1)},$$

где  $n_x$  — число оборотов барабана обратного хода, об/мин;  
 $n_T$  — число оборотов тягового барабана, об/мин;  
 $D_T$  и  $D_x$  — диаметры тягового барабана и барабана обратного хода;  
 $d_k$  — диаметр каната;  
 $m_1$  и  $m_2$  — номера слоев укладки каната на тяговый барабан и барабан обратного хода;

$$n_B = 3n_x - 2n_K,$$

$n_B$  — число оборотов солнечной шестерни дифференциала, связанной с вариатором;

$n_K$  — число оборотов коронной шестерни дифференциала;

$$N_B = \frac{0,0014 M_{кр} n_B}{\eta_{II}},$$

$M_{кр}$  — крутящий момент на барабане обратного хода;

$\eta_{II}$  — к. п. д. участка трансмиссии от солнечной шестерни дифференциала до вариатора.

Более наглядно и удобно определять  $n_B$  и  $N_B$  и решать оптимальные задачи по построенной номограмме составного типа \* (рис. 2).

\* Номограмма составлена В. Д. Мартынихиным.

В верхних правом и левом углах чертежа номограммы показаны зависимости между диаметрами навивки-свивки канатов  $D'_T$  и  $D'_X$ , номерами слоев их укладки на барабаны  $m_1$  и  $m_2$  и диаметрами барабанов  $D_T$  и  $D_X$ . Шкалы номограммы этих зависимостей линейные для  $m_1$  и  $m_2$  и логарифмические для  $D'_T$  и  $D'_X$ . В промежутке между этими шкалами, которые являются бинальными, расположена номограмма из

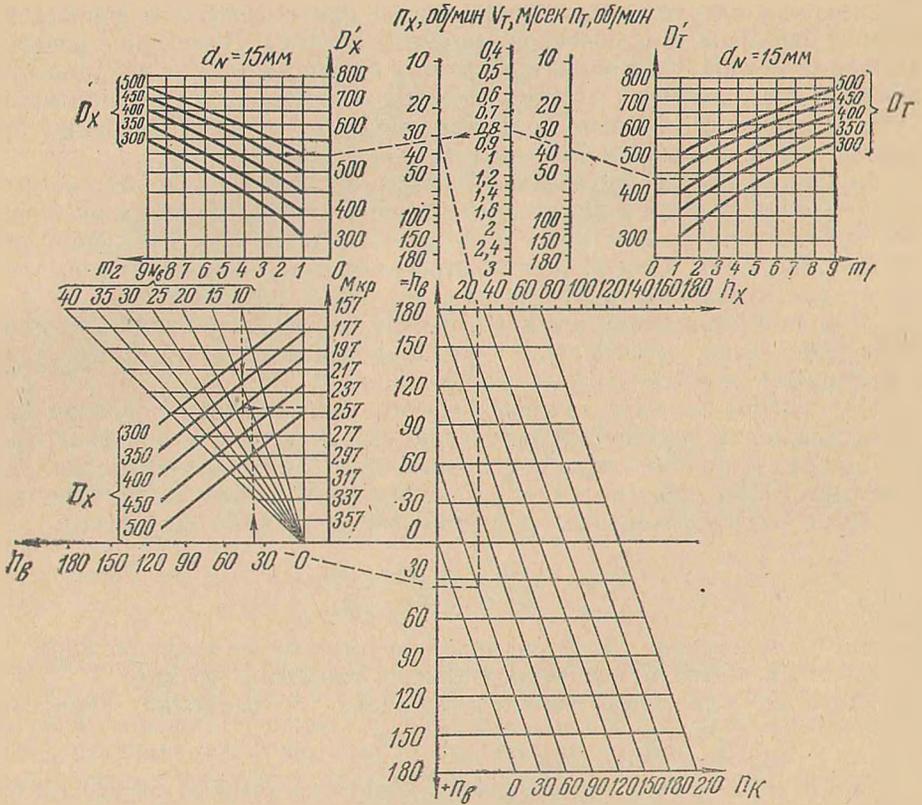


Рис. 2. Номограмма для определения мощности, передаваемой на вариатор, и числа оборотов барабанов.

выравненных точек, построенная также в логарифмическом масштабе. Крайними шкалами этой номограммы являются бинальные шкалы  $D'_T$  и  $D'_X$ , а между ними расположены шкалы числа оборотов тягового барабана  $n_T$ , скорости движения каната  $v$  и числа оборотов барабана обратного хода  $n_X$ . По верхней части номограммы находится согласно «ключу»  $n_X$ .

В правом нижнем углу чертежа номограммы представлена зависимость между числом оборотов барабана обратного хода  $n_X$ , отложенных в линейном масштабе по оси абсцисс, числом оборотов солнечной шестерни  $n_B$  и числом оборотов коронной шестерни дифференциала  $n_K$ . При построении ось абсцисс проходит по середине этой части номограммы, а ось ординат расположена под шкалой  $n_X$  номограммы из выравненных точек.

В зависимости от выбранных  $n_K$  солнечная шестерня может вра-

щаться в ту или другую сторону. В зависимости от этого рабочей для определения  $n_b$  будет нижняя или верхняя часть номограммы.

И наконец, в левом нижнем углу чертежа показана номограмма для определения мощности, передаваемой на вариатор. По оси ординат, которая расположена под шкалой  $D_x'$ , откладывается крутящий момент на барабане обратного хода. По оси абсцисс, являющейся продолжением оси абсцисс номограммы  $n_b = f(n_x, n_k)$ , берутся перенесенные значения  $n_b$ . В поле номограммы нанесены прямые  $D_x$  и прямые мощности, передаваемой на вариатор  $N_b$  (без учета к. п. д.). На этих прямых получают ответ согласно «ключу».

#### Техническая характеристика лебедки

Назначение лебедки	трелевка и погрузка леса	
Количество барабанов:		
рабочих		1
обратного хода		1
вспомогательных		2
Рабочий барабан:		
назначение	трелевка	леса
диаметр, мм		400
длина, мм		750
Тяговые усилия ( $T$ ) (числитель), скорость ( $m/сек$ ) каната (знаменатель)	на нижних витках	на верхних витках
На I передаче	3,0/0,7	2,4/0,9
II    »	1,9/1,1	1,5/1,4
III  »	1,25/1,7	0,9/2,2
IV и V передачи не используются		
диаметр каната, мм		15
канатоемкость, м		350
управление фрикционом		ручное
» тормозом		педальное
Барабан обратного хода:		
назначение	поддержание натяжения в замкнутом контуре каната, обратный ход	
диаметр, мм		400
длина, мм		750
тяговые усилия ( $T$ ) (числитель), скорость ( $m/сек$ ) (знаменатель):		
На I передаче	2/1,05	1,6/1,35
II    »	1,25/1,66	1,0/1,5
III  »	0,9/2,55	0,6/3,3
IV и V передачи не используются		
диаметр каната, мм		15
канатоемкость, м		830
управление муфтой		рычажное
» тормозом		педальное
Вспомогательные барабаны (заимствованы с ТЛ-4):		
назначение	разворот погрузка	
наибольшие тяговые усилия, т		3
диаметр каната, мм		15
канатоемкость, м		100
управление фрикционом		ручное
» тормозом		педальное
Двигатель Д-38	$N = 38$ л. с.	
Вариатор ВЦ-5	$N = 19$ л. с.	
	$n_{max} = 1560$ об/мин	
	$n_{min} = 520$ об/мин	

В заключение необходимо заметить, что конструкция лебедки, в частности ее трансмиссия, далеко несовершенна. Основное назначение этой экспериментальной конструкции — проверка синхронности работы барабанов по навивке-свивке каната и работа механизма автоматического регулирования числом оборотов барабана обратного хода. Проведенные исследования позволяют сделать выводы о работоспособности такого вида привода замкнутого контура канатов для трелевочных канатных установок.