

634.98
Ц-56

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
БССР

Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова

На правах рукописи

Аспирант В. С. ЦИБИЗОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА
РАЗГРУЗОЧНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ
НИЖНИХ ЛЕСНЫХ СКЛАДОВ**

Автореферат
диссертации на соискание
ученой степени кандидата
технических наук

БИБЛИОТЕКА БТИ
ИМ. С. М. КИРОВА

М и н с к
1966

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
БССР

Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова

На правах рукописи

Аспирант В. С. ЦИБИЗОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА
РАЗГРУЗОЧНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ
НИЖНИХ ЛЕСНЫХ СКЛАДОВ

1713/2 49.
Автореферат
диссертации на соискание
ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель
кандидат технических наук

А. И. ЛЕШКЕВИЧ

Минск
1966

Настоящая работа выполнена в лаборатории механизации погрузочно-разгрузочных работ Центрального научно-исследовательского и проектно-конструкторского института механизации и энергетики лесной промышленности (ЦНИИМЭ).

Теоретическая часть работы, связанная с применением вычислительной техники, выполнена в вычислительном центре Государственного университета имени Ломоносова.

Экспериментальные работы проведены на нижнем складе Оленинского опытно-показательного леспромхоза ЦНИИМЭ.

Автореферат разослан *18. VII* 1966 года.

Защита состоится на заседании Ученого совета Белорусского *в октябре* технологического института имени С. М. Кирова 1966 г.

Ваши отзывы и замечания по автореферату просим направлять по адресу: г. Минск, ул. Свердлова, 13, Ученому секретарю совета.

Ученый секретарь совета БТИ.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Директивами XXIII съезда КПСС намечено широкое внедрение комплексной механизации производственных процессов во всех областях народного хозяйства, в том числе и лесной промышленности.

В этом отношении особенно важно решить вопросы комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ, которые являются наиболее трудоемкими операциями лесозаготовительного производства. По данным Гипролестранса, почти половина затрат труда на нижних складах лесозаготовительных предприятий (49,8%) приходится на разгрузку, штабелевку и погрузку древесины.

Решение вопросов комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ на нижних складах требует создания надежных, экономичных и производительных установок, предназначенных для бесперебойной разгрузки лесовозного транспорта, создания запасов древесины, а также перемещения и растаскивания хлыстов на эстакаде.

Анализ разгрузочных установок показал, что существующие конструкции серийно выпускаемых бревновалов в настоящее время не отвечают возросшим требованиям производства.

Поэтому основной целью настоящей работы является создание новой канатной разгрузочно-растаскивающей установки. В связи с этим в диссертационной работе поставлены следующие задачи:

1. Разработать методику определения максимальных динамических нагрузок в тяговых канатах разгрузочно-растаскивающих установок.

2. Исследовать характер и степень влияния основных параметров разгрузочно-растаскивающей установки на величину динамической нагрузки.

3. Определить экспериментальным путем коэффициенты трения скольжения при разгрузке и перемещении хлыстов.

4. На основе теоретических и экспериментальных исследований выбрать оптимальные параметры разгрузочно-рас-

таскивающей установки и проверить их в производственных условиях на опытном образце.

5. Определить области наиболее эффективного применения разгрузочно-растаскивающей установки с учетом создания запасов хлыстов на нижних складах.

Теоретическое и экспериментальное исследование динамических нагрузок в тяговом канате разгрузочных установок

В работе разгрузочно-растаскивающих установок преобладает режим неустановившегося движения с частыми пусками и торможениями. В связи с этим в тяговом канате установок возникают динамические нагрузки.

За последние годы проведен ряд теоретических и экспериментальных исследований динамических явлений, возникающих при работе грузоподъемных машин. Основные направления и особенности этих исследований состоят в следующем:

1. Механизмы грузоподъемных машин рассматриваются как системы, состоящие из твердых (неупругих) тел. Движущая сила при их пуске (избыточный момент двигателя) принимается постоянной.

2. Механизмы грузоподъемных машин рассматриваются как упругие системы. Движущая сила при пуске (избыточный момент двигателя) принимается постоянной или изменяющейся во времени по приближенно выбранным законам.

3. Механизмы грузоподъемных машин принимаются упругими, а движущие силы (момент двигателя) — изменяющимися в соответствии с механической характеристикой двигателя или переменными электрическими параметрами привода.

Последнее направление наиболее близко отражает действительные явления, дает высокую точность при расчетах и вполне отвечает современным требованиям. Поэтому для исследования динамических нагрузок в тяговом канате разгрузочных установок приняты основные положения третьего направления.

При составлении дифференциальных уравнений динамики отделяем главное, что определяет основной характер движения машины от второстепенных факторов и прибегаем к определенной идеализации самой машины, ее звеньев, связей и характера действующих сил. С этой целью действительную схему разгрузочно-растаскивающей установки приводим к эквивалентной схеме для расчета колебательных явлений, а переходный процесс в машине описываем системой дифференциальных уравнений.

Действительную конструктивную схему разгрузочно-растаскивающей установки упрощаем и представляем в виде двухмассовой системы, изображенной на рис. 1. При этом принимаем следующие обозначения:

- M — движущий момент электродвигателя;
- c — жесткость тягового каната;
- R — радиус барабана лебедки;
- φ — угол поворота ротора двигателя;
- J — сумма моментов инерции ротора двигателя и барабана лебедки, приведенных к валу двигателя;
- m — масса груза;
- x — координата массы m ;
- F — внешняя нагрузка;
- ω — угловая скорость вращения ротора двигателя;
- k — передаточное число редуктора лебедки;
- ω_c — угловая скорость вращения магнитного поля.

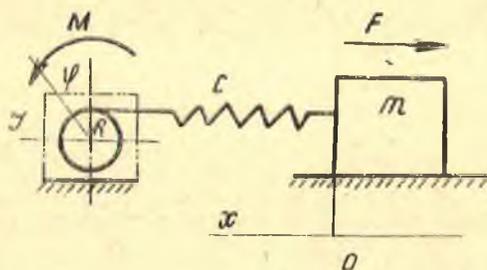


Рис. 1. Расчетная схема разгрузочно-растаскивающей установки.

В соответствии с принятой расчетной схемой процесс движения системы состоит из двух этапов: первый — от начала приложения силы движущего момента M до начала движения массы m и второй — от начала движения массы m до окончания процесса.

Составим уравнение движения ведущей массы для первого этапа:

$$I\ddot{\varphi} + \frac{cR^2\varphi}{k^2} = M \quad (1)$$

и уравнения движения ведущей и ведомой масс для второго этапа:

$$I\ddot{\varphi} + c\left(\frac{R\varphi}{k} - x\right)\frac{R}{k} = M \quad (2)$$

$$m\ddot{x} + \left(\frac{R\varphi}{k} - x\right)c = F \quad (3)$$

Для определения движущего момента M рассмотрим механическую характеристику двигателя.

В качестве привода на разгрузочно-растаскивающем устройстве установлен электродвигатель с короткозамкнутым ротором. Его механическая характеристика изображена на рис. 2 в.

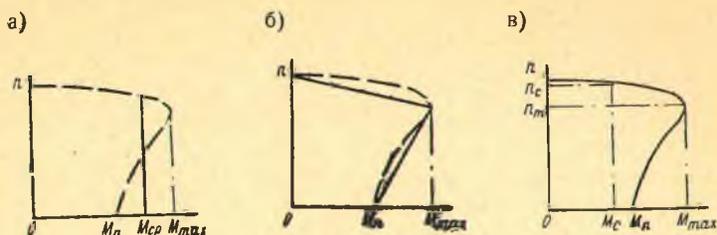


Рис. 2. Определение движущего момента электродвигателя для уравнений динамики.

Кривая $M = f(n)$ является нелинейной функцией, которая не поддается достаточно простому аналитическому выражению.

При приближенном решении движущий момент электродвигателя может быть выражен постоянной величиной, равной среднеарифметическому значению максимального и минимального моментов двигателя (рис. 2 а). Такое определение движущего момента электродвигателя характерно для первого направления, отраженного в работах Л. Г. Кифера и И. И. Абрамовича, С. Д. Пономарева, В. П. Бидермана и др.

Несколько точнее можно определить движущий момент при замене кривой $M = f(n)$ прямолинейной зависимостью, рассмотренной в работах М. С. Комарова, В. И. Алябьева (рис. 2 б). Это характерно для второго направления.

Недостатком определения движущего момента по первому и второму направлениям являются принятые допущения, которые существенно изменяют действительную характеристику двигателя и поэтому не дают возможности получить необходимую точность при расчете динамических нагрузок в тяговом канате разгрузочно-растаскивающих установок.

Наиболее точно движущий момент асинхронного электродвигателя в зависимости от скорости его вращения определяется с помощью уравнения Клосса.

$$\frac{M}{M_m} = \frac{2 + q}{\frac{S}{S_k} + \frac{S_k}{S} + q}, \quad (4)$$

где

M_m — максимальный движущий момент электродвигателя;

S_k — скольжение, соответствующее максимальному моменту двигателя;

M, S — соответственно движущий момент и скольжение электродвигателя;

q — коэффициент уравнения;

Из уравнения (4) движущий момент электродвигателя равен

$$M = M_m \frac{(2 + q) S \cdot S_k}{S^2 + S_k^2 + q S S_k}. \quad (5)$$

Несколько преобразовав уравнение движущего момента электродвигателя, получим

$$M = M_m (2 + q) \omega_c S_k \frac{\omega_c - \frac{d\varphi}{dt}}{\left(\omega_c - \frac{d\varphi}{dt}\right)^2 + q \omega_c S_k \left(\omega_c - \frac{d\varphi}{dt}\right) + S_k^2 \cdot \omega_c^2}. \quad (6)$$

Уравнение (6) определяет движущий момент электродвигателя в соответствии с его действительной механической характеристикой, что отвечает основным положениям третьего направления, принятого для исследования.

Поставив значение M в формулы (1) и (2), получим следующую систему дифференциальных уравнений, описывающих процесс динамики разгрузочно-растаскивающей установки:

а) для первого этапа движения массы

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{1}{J} M_m (2 + q) \omega_c \cdot S_k \frac{\omega_c - \frac{d\varphi}{dt}}{\left(\omega_c - \frac{d\varphi}{dt}\right)^2 + q \omega_c S_k \left(\omega_c - \frac{d\varphi}{dt}\right) + S_k^2 \cdot \omega_c^2} - \frac{c R^2 \varphi}{J k^2}; \quad (7)$$

б) для второго этапа движения масс

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{1}{J} M_m (2 + q) \omega_c \cdot S_k \frac{\omega_c - \frac{d\varphi}{dt}}{\left(\omega_c - \frac{d\varphi}{dt}\right)^2 + q \omega_c S_k \left(\omega_c - \frac{d\varphi}{dt}\right) + S_k^2 \cdot \omega_c^2} - \frac{c \left(\frac{R\varphi}{k} - x\right) \frac{R}{k}}{J}. \quad (8)$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{c \left(\frac{R\varphi}{k} - x\right)}{m} - \frac{F}{m}. \quad (9)$$

Вследствие того, что приведенная система дифференциальных уравнений не могла быть проинтегрирована ана-

литически, она решалась методами моделирования и численного интегрирования.

Исследования, выполненные методом моделирования на электронной машине ИПТ-5, позволили провести качественный анализ процесса динамики и решить вопросы программирования для численного интегрирования уравнений на вычислительной машине «Стрела».

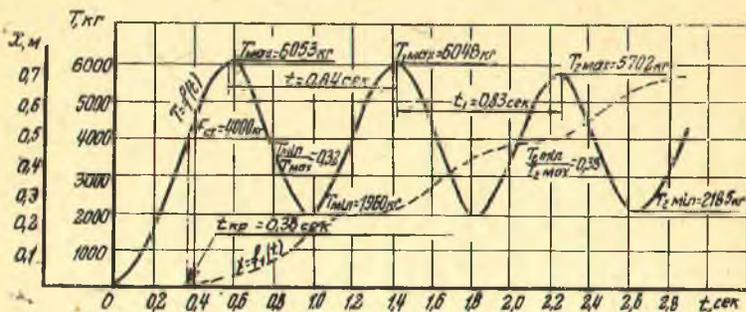


Рис. 3. Характер изменения динамических нагрузок в тяговом канате.

Численное интегрирование уравнений, выполненное на «Стреле», осуществлялось методом Рунга-Кутты с автоматическим выбором шага и абсолютной точностью 10^{-4} .

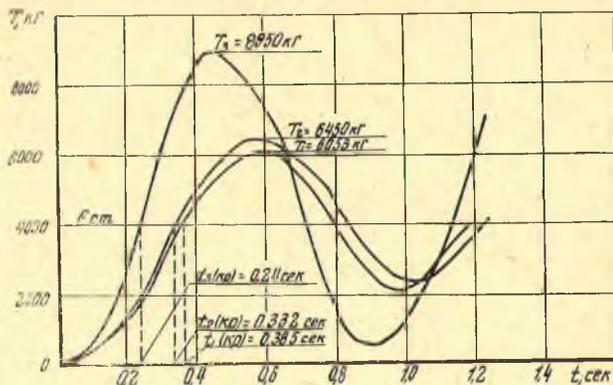


Рис. 4. Максимальные динамические нагрузки при различных скоростях движения груза: T_1 — 0,275; T_2 — 0,375 и T_3 — 0,75 м/сек.

Исследования, проведенные с применением вычислительной техники, позволили определить характер изменения динамических нагрузок в тяговом канате (рис. 3), а также степень влияния на них скорости движения груза (рис. 4),

диаметра тягового каната, мощности электродвигателя и внешней нагрузки.

Анализ полученных результатов показал, что на величину динамических нагрузок, возникающих в тяговом канате разгрузочно-растаскивающей установки, существенное влияние оказывают следующие факторы: скорость движения груза, диаметр тягового каната, мощность электродвигателя и величина внешней нагрузки. При этом динамический коэффициент изменяется следующим образом:

а) при изменении скорости движения груза от 0,275 до 0,75 м/сек — с 1,51 до 2,24;

б) при изменении диаметра тягового каната от 15,5 до 28 мм — с 1,53 до 1,75;

в) при изменении мощности электродвигателя от 14 (тип А073-8) до 40 квт (тип А72-4) — с 1,24 до 1,49;

г) при изменении внешней нагрузки от 2000 до 8000 кг — с 1,98 до 1,43.

С целью проверки достоверности расчетов по разработанной методике были проведены экспериментальные исследования. При этом был принят широко известный метод электротензометрии. Для проведения экспериментов были изготовлены специальные тензометрические звенья грузоподъемностью 6, 10 и 16 т.

Они были выполнены в форме стального кольца с наклеенными на внутренней стороне датчиками. Конструкция тягового звена надежно защищала тензоэлемент от внешних повреждений, влаги, позволяла удобно разместить датчики, наклеить их, а также контролировать их работу.

Тензометрическое звено во время экспериментов включалось в тяговой канат лебедки и с помощью гибкого кабеля соединялось с измерительной аппаратурой. Питание измерительной аппаратуры производилось от комплекта шести-вольтовых аккумуляторов. Для обеспечения высокой точности измерений измерительный мост соединялся с аппаратурой хорошо экранированным кабелем, а провода — посредством пайки.

Эксперименты проводились в лабораторных условиях с помощью опытного образца разгрузочно-растаскивающей лебедки РРЛ-1 и в производственных условиях Оленинского леспромхоза с помощью разгрузочно-растаскивающих установок ДТС-1 (рис. 5) и РРУ-10.

Для проведения исследований к тяговому канату установок прицепляли пакеты хлыстов и перемещали их по эстакаде. При этом с помощью осциллографа записывались изменения динамических нагрузок в тяговом канате разгрузочно-растаскивающих установок при различных скоростях движения груза, диаметрах грузового каната, мощностях электродвигателя и внешних нагрузках. В таблицах 1 и 2 приведе-

Таблица 1

Показатели	$v = 0,275 \text{ м/сек}$		$v = 0,375 \text{ м/сек}$												
	расчетные данные	экспериментальные данные	экспериментальные данные												
Статическая нагрузка, кг	4000	3820	4000	4650	4000	3310	3840	3980	4030	4230	4270	4380	4470	4520	4890
Максимальная динамическая нагрузка, кг	6053	5878	5959	6775	6450	5420	6440	6125	6370	6600	7040	7090	6930	7270	7530
Динамический коэффициент	1,51	1,54	1,49	1,46	1,61	1,64	1,68	1,54	1,58	1,56	1,65	1,62	1,55	1,60	1,54

Таблица 2

Показатели	$v = 0,58 \text{ м/сек}$		экспериментальные данные									
	расчетные данные	экспериментальные данные	экспериментальные данные									
Статическая нагрузка, кг	4000	3370	3490	3840	4040	4170	4430	4520	4830			
Максимальная динамическая нагрузка, кг	7280	6040	6440	6960	7110	7225	7970	7850	8740			
Динамический коэффициент	1,82	1,79	1,85	1,81	1,76	1,73	1,80	1,74	1,81			

ны значения максимальных динамических нагрузок, полученные путем измерения усилий в тяговом канате при скоростях движения груза 0,275; 0,375 и 0,58 м/сек. В этих же таблицах приведены расчетные значения максимальных динамических нагрузок, полученные по разработанной методике.

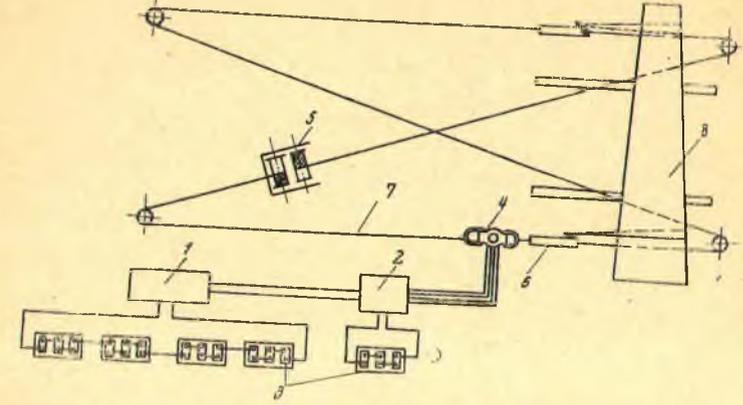


Рис. 5. Схема включения тягового тензометрического звена в грузовой канат разгрузочной установки ДТС-1:

1 — осциллограф; 2 — балансировочный мост; 3 — аккумуляторы; 4 — тяговое тензометрическое звено; 5 — электролебедка; 6 — челючный захват; 7 — грузовой канат; 8 — пакет хлыстов.

В результате статистической обработки полученных данных была определена взаимосвязь между динамическим коэффициентом и скоростью движения груза, которая выражается уравнением

$$y = 0,39x^2 + 0,86x + 1,2.$$

Сравнение экспериментальных данных с результатами расчетов показывает, что расхождение между ними не превышает 5,2%. Это свидетельствует о возможности расчета максимальных динамических нагрузок в тяговом канате разгрузочно-растаскивающих установок по предложенной методике.

Исследование коэффициента трения скольжения при разгрузке и перемещении хлыстов

Экспериментальные исследования с целью определения коэффициентов трения скольжения при разгрузке и перемещении хлыстов проводились в производственных условиях на разгрузочных установках ДТС-1 и СД-1. Экспериментальные работы выполнялись с применением самопишущих динамографов грузоподъемностью 5 и 8 т.

Коэффициенты трения, полученные при перемещении пакетов хлыстов по различной трущейся поверхности разгрузочной эстакады, приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование трущейся поверхности	Коэффициент трения скольжения
Перемещение пакета хлыстов по разгрузочной эстакаде:	
а) по окоренным лежневым бревнам:	
летом	0,45
зимой	0,17
б) по металлической поверхности:	
летом	0,40
зимой	0,14

Коэффициенты трения скольжения были использованы при расчете внешних нагрузок разгрузочно-растаскивающих установок.

Разработка и внедрение в производство разгрузочно-растаскивающей установки РРУ-10

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований были определены основные параметры и найдены конструктивные и технологические решения для создания новой разгрузочно-растаскивающей установки РРУ-10. Ниже приводится краткая техническая характеристика опытного образца разгрузочно-растаскивающей установки РРУ-10, разработанной ЦНИИМЭ при участии автора.

Краткая техническая характеристика разгрузочно-растаскивающей установки РРУ-10

Тяговое усилие	— 10000 кг
Установленная мощность электродвигателей	— 28 квт.
Канатоемкость барабана лебедки	— 42 м
Скорость движения челночных захватов	— 0,275 м/сек
Управление	— кнопочное, с дистанционного пульты
Объем создаваемого запаса хлыстов на эстакаде	— 150 ÷ 200 м ³
Вес установки (металлоконструкций и каната)	— 3,4 т
Расчетная производительность	— 700 м ³ в смену

Установка РРУ-10 отличается от известных разгрузочно-растаскивающих устройств следующими конструктивными и технологическими особенностями:

1. Установка совмещает разгрузку хлыстов с перемещением и растаскиванием их по разгрузочной эстакаде, заменяя работу двух механизмов — бревносвала и растаскивающего устройства.

2. Установка позволяет создавать межоперационные запасы хлыстов непосредственно на разгрузочной эстакаде в объеме $150 \pm 200 \text{ м}^3$, что обеспечивает ритмичную работу раскрывочных механизмов в течение рабочей смены.

3. Система привода установки обеспечивает независимое движение каждой ветви тягового каната, что способствует повышению производительности труда рабочих на перемещении и растаскивании пакета хлыстов.

Благодаря дистанционной системе управления один рабочий-оператор может обслуживать две разгрузочно-растаскивающие установки при сменном объеме работ по разгрузке, перемещению и растаскиванию хлыстов $300 \pm 400 \text{ м}^3$.

5. Конструкция челночных захватов позволяет поднимать упоры-захваты за счет натяжения тягового каната. Это сокращает объем ручного труда при перемещении и растаскивании хлыстов.

6. Благодаря ручейковым канавкам, имеющимся на барабанах приводных лебедок, обеспечивается равномерная укладка каната и уменьшается его износ при эксплуатации.

7. Установка РРУ-10 менее металлоемка и энергоемка, чем другие разгрузочные устройства. Вес РРУ-10 на 2,9 т меньше по сравнению с бревносвалом, на 19,3 т по сравнению с кабель-краном КК-20 и на 56,2 т по сравнению с козловым краном К-302.

Опытный образец разгрузочно-растаскивающей установки РРУ-10, изготовленный на экспериментальном заводе ЦНИИМЭ, был включен в основной производственный поток нижнего склада Мостовского лесопункта Оленийского лесопромхоза. За период производственных испытаний — с 5 октября 1964 по 15 июля 1965 г. — установка РРУ-10 отработала 165 машино-смен и разгрузила 1107 автомашин с хлыстами, общим объемом 25220 м^3 . По данным хронометражных наблюдений, затраты времени на разгрузку, перемещение и растаскивание одного пакета хлыстов составили 10 мин. 14 сек. Продолжительность цикла разгрузки, перемещения и растаскивания хлыстов обеспечивала бесперебойную и ритмичную работу полуавтоматической линии ПЛХ-3, производительность которой за время испытаний составила $150 \pm 200 \text{ м}^3$. Максимальный объем пакета хлыстов, разгружаемых с лесовозных автомашин во время испытаний, составил 35 м^3 .

Производственные испытания показали работоспособность и эксплуатационную надежность РРУ-10, а также ее эффективность по сравнению с другими разгрузочными установками. Опытный образец разгрузочно-растаскивающей установки рекомендован государственной комиссией для изготовления опытно-промышленной партии.

Применение разгрузочных установок для создания запасов хлыстов на нижних складах

Как показали производственные испытания, разгрузочная установка РРУ-10 может наиболее эффективно применяться на нижних складах, где потребность в запасах хлыстов на одной разгрузочной площадке не превышает 200 м³. К ним относятся такие склады, которые работают на базе УЖД и автодорог с железобетонным покрытием, т. е. на дорогах с достаточно высокой эксплуатационной надежностью, позволяющих обходиться без больших запасов древесины на период прекращения вывозки. Таким образом ограничивающим фактором для более широкого применения РРУ-10 является недостаточно большая величина создаваемого запаса хлыстов. Чтобы устранить этот недостаток установки, была разработана схема, позволяющая при необходимости создавать с помощью РРУ-10 запасы хлыстов в объеме 1500 м³. По этой схеме запасы хлыстов размещаются в штабелях против раскрывочной площадки. С учетом этой схемы область использования РРУ-10 значительно расширяется.

В Ы В О Д Ы

Результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Для определения динамических нагрузок в тяговых канатах разгрузочно-растаскивающих установок разработана методика, согласно которой механизм установки рассматривается как упругая система, а движущая сила при пуске (момент электродвигателя) — изменяющейся в соответствии с механической характеристикой двигателя. Эта методика позволяет рассчитывать динамические нагрузки с использованием вычислительной техники и обеспечивает высокую точность расчетов.

По разработанной методике были рассчитаны максимальные динамические нагрузки в тяговом канате новой разгрузочно-растаскивающей установки РРУ-10.

2. Исследование, проведенное методом моделирования, позволило провести качественный анализ процесса динамики и решить вопросы программирования уравнений для численного интегрирования на электронно-счетной машине «Стрела».

3. Для системы дифференциальных уравнений, описывающих переходный процесс разгрузочно-растаскивающей установки, применена преобразованная формула движущего момента электродвигателя в соответствии с его действительной механической характеристикой:

$$M = M_m(2 + q) \omega_c S_k \frac{\omega_c - \frac{d\varphi}{dt}}{\left(\omega_c - \frac{d\varphi}{dt}\right)^2 + q \omega_c S_k \left(\omega_c - \frac{d\varphi}{dt}\right) + S_k^2 \cdot \omega_c^2}$$

Использование формулы при решении системы дифференциальных уравнений позволяет более точно определить динамические нагрузки в тяговом канате разгрузочно-растаскивающих установок.

4. На динамические нагрузки, возникающие в тяговом канате разгрузочно-растаскивающей установки, существенное влияние оказывают скорость движения груза, диаметр тягового каната, мощность электродвигателя и внешняя нагрузка.

5. Исследованиями установлено, что наименьшие динамические нагрузки в тяговом канате разгрузочно-растаскивающей установки достигаются при скорости перемещения груза 0,275 м/сек (динамический коэффициент в этом случае равен 1,51). Эта скорость, которая отвечает также технологическим требованиям, была принята при разработке РРУ-10.

6. Исследования влияния диаметра тягового каната на величину динамического коэффициента позволили установить пределы изменения максимальных динамических нагрузок для различных канатов. Это дало возможность наиболее обоснованно подойти к выбору тягового каната установки РРУ-10.

7. Результаты исследования характера и степени влияния мощности электродвигателя лебедки на динамические нагрузки были учтены при выборе мощности и типа электродвигателя для разгрузочно-растаскивающей установки РРУ-10. Мощность электродвигателя для приводной лебедки РРУ-10 была принята равной 14 кВт вместо 40 кВт, которую имела лебедка разгрузочной установки ДТС-1. Снижение мощности двигателя с 40 до 14 кВт способствовало уменьшению динамического коэффициента с 1,49 до 1,24.

8. Исследование влияния внешних сил на динамические нагрузки позволило установить характер зависимости и пре-

дела изменения динамического коэффициента при различных внешних усилиях, характерных для производственных условий.

9. Экспериментальные исследования, проведенные в лабораторных и производственных условиях с применением метода электротензометрии, подтвердили достоверность расчетов динамических нагрузок по разработанной методике. Отклонения расчетных данных от экспериментальных не превышают 5,2%.

10. В результате экспериментального исследования определены коэффициенты трения скольжения при перемещении пакетов хлыстов по различной трущейся поверхности. Эти коэффициенты были использованы при расчете тяговых усилий разгрузочно-растаскивающих установок.

11. В результате теоретических и экспериментальных исследований определены основные параметры новой разгрузочно-растаскивающей установки РРУ-10. Опытный образец РРУ-10, разработанный ЦНИИМЭ при участии автора, принят государственной комиссией и рекомендован для промышленного производства.

Первая промышленная партия РРУ-10 будет выпущена во второй половине 1966 г. Йошкар-Олинским заводом лесного машиностроения.

Годовая экономическая эффективность от внедрения в производство этой партии составит 1350 тыс. руб.

12. В работе определены области наиболее эффективного применения разгрузочно-растаскивающей установки РРУ-10 и даны рекомендации промышленности по использованию разгрузочных средств для создания запасов хлыстов на нижних складах.

Разгрузочно-растаскивающая установка РРУ-10 включена в типовые проекты Гипролестранса № 411-1-8 за 1965 г.: «Узел раскрывки хлыстов с применением линии ПЛХ-3» и Союзгипролесхоза: «Нижние склады мощностью 10—30 и 30—50 тыс. м³ древесины в год». РРУ-10 экспонируется в 1966 г. на тематической выставке ВДНХ: «Новая техника и технология на нижних складах леспромхозов».

Основные положения диссертации опубликованы в следующих печатных работах:

1. Цибизов В. С. Исследование динамических нагрузок в грузовом канате разгрузочных установок. Труды ЦНИИМЭ, сборник 65, 1965.

2. Цибизов В. С. Механизация разгрузки, перемещения и растаскивания хлыстов на нижних складах. Журнал «Лесоэксплуатация и лесное хозяйство» № 30, 1963.

3. Цибизов В. С. Разгрузочно-растаскивающее устройство РРУ-1. Журнал «Лесозаготовка и лесное хозяйство», 1964.
4. Цибизов В. С. Создание запасов хлыстов на нижних складах. ЦНИИТЭИЛеспром, «Механизация строительства лесовозных дорог и опыт их эксплуатации», 1964.
5. Лешкевич А. И., Цибизов В. С. Разгрузочно-растаскивающая установка. Журнал «Лесозаготовка и лесное хозяйство» № 13, 1965.
6. Алябьев В. И., Цибизов В. С. Новая разгрузочно-растаскивающая установка. Журнал «Лесная промышленность» № 4, 1966.
7. Завьялов М. А., Цибизов В. С. Лебедки на погрузочно-разгрузочных работах. Журнал «Лесная промышленность» 4, 1961.
8. Гусарчук Д. М., Цибизов В. С. Площадка нижнего склада с разгрузчиками-сталкивателями и диагонально-тросо-блочной системой ЛТС-1 для разгрузки и растаскивания хлыстов. Проспект ВДНХ СССР, 1962.
9. Комаровская А. С., Можяев Д. В., Потапов Ф. А., Цибизов В. С., Комарова Л. С. Создание запасов хлыстов в лесу и на нижних складах. Труды ЦНИИМЭ, сборник 54, 1964.
10. Алябьев В. И., Виногородов Г. К., Цибизов В. С., Можяев Д. В. Создание запасов хлыстов на лесосеках и нижних складах. ЦНИИТЭИЛеспром, 1966.

Подписано к печати 1/VIII—66 г.

Бумага 60×92
Тираж 150

Печ. л. 1

Л-87913
Зак. 164

Типография ЦНИИМЭ