

021.86
К-52

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ БССР**

Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова

На правах рукописи

В. Ю. КЛЮЧНИКОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЛЕСНЫХ
ТОРЦОВЫХ ГРУЗОЗАХВАТНЫХ
УСТРОЙСТВ ДЛЯ КОЗЛОВЫХ КРАНОВ**

(Специальность 05.420. Машины, механизмы и технология
лесоразработок, лесозаготовок и лесного хозяйства)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Химки 1970

621.86
к-52

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ БССР
Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова

На правах рукописи

В. Ю. КЛЮЧНИКОВ

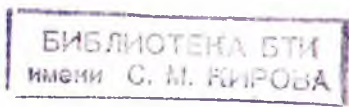


ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА
ЛЕСНЫХ ТОРЦОВЫХ
ГРУЗОЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВ
ДЛЯ КОЗЛОВЫХ КРАНОВ

2487 аф.

(Специальность 05.420. Машины, механизмы и технология
лесоразработок, лесозаготовок и лесного хозяйства)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук



Химки 1970

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

Научный руководитель — доктор технических наук, профессор Д. К. Воевода.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Б. А. Таубер;

кандидат технических наук, доцент М. В. Ходосовский.

Ведущее предприятие — Узловский машиностроительный завод.

Автореферат разослан « 17 » августа 1970 г.

Защита диссертации состоится « 11 » ноября 1970 г.

на заседании совета Белорусского технологического института им. С. М. Кирова, г. Минск, Свердлова, 13-а, 4-й корпус, аудитория 220.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Отзывы на автореферат, заверенные печатью учреждения, направлять в двух экземплярах в адрес Совета.

Ученый секретарь совета кандидат технических наук,

доцент И. М. Плехов



ВВЕДЕНИЕ

ЦК КПСС и Совет Министров СССР в октябре 1968 г. приняли Постановление о мероприятиях по повышению эффективности работы научных организаций и ускорению использования в народном хозяйстве достижений науки и техники. В Постановлении отмечается, что советская наука достигла высокой степени развития и оказывает решающее влияние на темпы технического прогресса страны, а по ряду направлений занимает ведущее место в мире. В Постановлении указывается, что деятельность научно-исследовательских институтов и проектно-конструкторских организаций не сосредоточена в должной мере на решении вопросов, связанных с ускорением темпов роста производительности труда, а сроки освоения научных достижений все еще очень велики. Постановление, принятое ЦК КПСС и Советом Министров СССР, правильно отражает задачи, стоящие перед научно-техническими работниками лесозаготовительной промышленности.

За последние годы лесная промышленность превращается в высокомеханизированную отрасль народного хозяйства. Ее развитие происходит в направлении комплексной механизации лесозаготовок на базе применения высокопроизводительной техники. Механизация погрузочно-разгрузочных работ, на которых занято большое количество рабочих, является актуальной задачей. Предприятиями лесной промышленности СССР ежегодно заготавливается более 335 млн. м³ древесины, которая до получения ее потребителем неоднократно складывается и перегружается с одного вида транспорта на другой. Общий объем погрузочно-разгрузочных работ только на предприятиях лесной промышленности составляет более 800 млн. м³.

Для механизации погрузочно-разгрузочных работ применяются козловые краны ККУ-7,5, ККУ-10, ККС-10, кабельные краны КК-20, погрузчики КМЗ-ЦНИИМЭ П-2 и П-19, агрегаты ТА-1 и другие машины. На лесозаготовительных предприятиях насчитывается более 17 тыс. различных подъемно-транспортных машин. Однако в механизации погрузоч-

вых работ имеется много недоработок. Так, например, если погрузка древесины на верхних складах механизирована на 94%, то на нижних складах — лишь на 87%, а скатка в воду на причальных складах — на 50—55%. Следует отметить, что краны, занятые на погрузочных операциях, не оборудованы лесными грейферами и требуют применения ручного труда по застропке груза. В лесной промышленности занято свыше 10 тыс. строповщиков.

В нашей стране вопросу создания лесных грузозахватов для козловых кранов в настоящее время уделяется большое внимание. По способу захвата лесоматериалов грейферы подразделяются на радиальные и торцовые.

Московским лесотехническим институтом разработан и сдан в серийное производство радиальный вибромоторный грейфер ВМГ-10М. Однако следует отметить, что при погрузке в железнодорожные вагоны операции по выравниванию торцов бревен выполняются вручную или с помощью специальных устройств, что приводит к непроизводительной потере времени.

С 1958 года Центральным научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом механизации и энергетики лесной промышленности (ЦНИИМЭ) ведутся работы по созданию лесных торцовых грузозахватов, которые совмещают операции по захвату груза и выравниванию торцов бревен. В опытных леспромхозах ЦНИИМЭ последовательно испытывались несколько моделей грейферов этого типа.

Одной из причин, тормозящих внедрение торцовых грейферов, является малая техническая надежность отдельных узлов и механизмов, что говорит о недостаточной глубине теоретических и научно-исследовательских проработок, которые предшествовали их созданию. Особенно мало изучен вопрос нагружения элементов торцового грузозахватного устройства в процессе работы. В качестве расчетного принималось усилие выравнивания торцов бревен в момент захвата пачки древесины. Также мало изучен вопрос создания рациональной конструктивной схемы торцового грузозахвата. В процессе работы по созданию торцового грейфера новой конструкции потребовалось провести ряд теоретических и экспериментальных исследований в лабораторных и производственных условиях, описание и результаты которых помещены в настоящей работе.

При проведении исследований решались следующие задачи:

1. Обоснование основных параметров грузозахвата, позволяющего осуществлять погрузку сортиментов длиной от 1 до 6,5 метра.

2. Выбор вида привода челюстей, обеспечивающего надежность и долговечность грузозахватного устройства.

3. Получение теоретических зависимостей для определения силовых параметров, характеризующих нагружение торцового грузозахвата.

4. Экспериментальное исследование нагружения элементов грузозахвата в процессе захвата груза и при подъеме и опускании груза в переходные периоды работы механизма подъема.

5. Определение расчетных усилий и коэффициентов нагружения.

6. Экономическое обоснование целесообразности реализации результатов исследований.

Результаты исследований были использованы в процессе создания торцового грейфера ГТБ-1М для козлового крана ККС-10, который сдан для серийного производства.

Теоретические исследования нагружения торцового грузозахватного устройства

Элементы торцового грузозахвата в процессе эксплуатации испытывают нагружение нескольких видов. Анализ нагружения производим по усилиям в канатах привода челюстей.

На рис. 1 изображена схема нагружения торцового грузо-

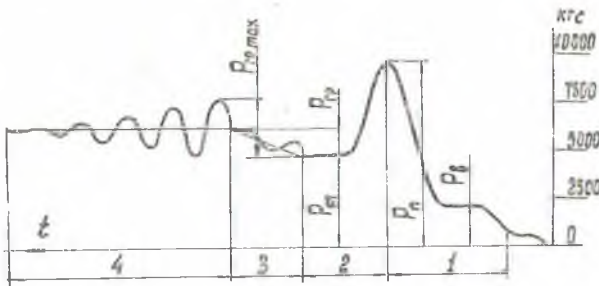


Рис. 1. Схема нагружения торцового грузозахватного устройства:

1 — захват пачки бревен; 2 — грейфер на штабеле; 3 — первый этап подъема груза; 4 — второй этап подъема груза.

захватного устройства во время одного погрузочного цикла при подъеме пачки лесоматериалов с основания (подъем с подхватом). Начало погрузочного цикла изображено на правой части схемы.

Нагружение элементов грейфера при захвате пачки первоначально происходит во время выравнивания торцев бревен. Усилие выравнивания торцев бревен обозначено P_0 . По

окончании процесса выравнивания торцов грузозахват испытывает нагружение от усилия P_n , развиваемого электродвигателем привода челюстей в момент его остановки под нагрузкой (опрокидывания). После выключения электродвигателя привода челюстей колодочный тормоз удерживает канаты сближения челюстей в натянутом состоянии. Элементы грейферного устройства нагружены и челюсти с постоянным усилием сжимают пачку древесины. Величина предварительного (статического) усилия сжатия пачки P_{cm} должна обеспечивать надежное удержание бревен за торцы при подъеме и опускании грейфера.

Во время подъема, перемещения и опускания торцового грузозахвата с пачкой бревен на его элементы действуют два силовых фактора. Захват испытывает нагружение от веса поднимаемого груза F_{zp} , а также от предварительного усилия сжатия пачки P_{cm} .

В переходные периоды работы привода подъема груза в элементах грузозахвата возникают колебательные явления. Эти колебания являются следствием изменения нагружения от веса поднимаемого груза. Предварительное усилие сжатия пачки P_{cm} остается при этом постоянным. Следует отметить, что динамическое нагружение элементов грузозахвата в переходные периоды работы кранового привода подъема груза на пачках древесины большого объема достигает значительной величины. Это нагружение наблюдается в основных несущих элементах конструкции и должно учитываться при прочностном расчете.

Ниже приводим результаты теоретического анализа силовых параметров, характеризующих нагружение торцового грузозахвата.

Величина предварительного усилия сжатия пачки древесины P_{cm} зависит от характеристики тормоза, установленного на приводе челюстей, и определяется из выражения

$$P_{cm} = \frac{M_{m. cm} i_k i_p}{D_0 \eta} \text{ (кгс)},$$

где $M_{m. cm}$ — статический тормозной момент колодочного тормоза привода челюстей, кгс. м;

D_0 — диаметр канатного барабана привода челюстей, м;

i_k — кратность полиспаста канатной системы;

i_p — передаточное число редуктора;

η — коэффициент полезного действия привода челюстей (редуктора, полиспаста).

Усилие в канатах в момент опрокидывания двигателя привода челюстей P_n определяется из уравнения

$$P_n = 4\eta \sqrt{2z W_k \frac{EF_s}{l_k} + P_d^2} \text{ (кгс)},$$

где W_k — кинетическая энергия вращающихся масс привода челюстей, кгс. м;

Z — расчетный коэффициент;

E — модуль упругости, кгс/см²;

F_s — площадь поперечного сечения каната привода челюстей, см²;

l_k — длина каната привода челюстей, м;

P_d — максимальное усилие в канатах привода челюстей (по мощности двигателя), кгс.

Величина статического усилия в канатах привода челюстей от веса поднимаемого груза P_{zp} определяется из выражения

$$P_{zp} = \frac{Ql_1}{2l_1} \text{ (кгс)},$$

где Q — вес пачки древесины, кгс;

l_1 и l_1 — плечи приложения усилий, м.

Самыми тяжелыми случаями динамического нагружения для торцовых грузозахватных механизмов являются следующие переходные режимы работы механизма подъема груза:

а) пуск в сторону подъема при подвешенном грузе (нормальный подъем);

б) останов (торможение) при опускании;

в) пуск при одновременном отрыве груза от основания (подъем с подхватом).

Имеется ряд работ по динамике, в которых рассматривается нагружение элементов грузоподъемных машин в переходные периоды работы механизма подъема груза. К таким работам относятся исследования Г. Н. Савина и О. А. Горшко, Ф. В. Флоринского, С. Н. Кожевникова, М. С. Комарова и других. Исследование нагружения торцового грузозахватного устройства, имеющего специфические особенности, производится впервые.

На рис. 2а представлена двухмассовая эквивалентная схема, использованная для анализа случаев нормального подъема груза и торможения при опускании.

В схеме приняты следующие обозначения:

m_1 — масса вращающихся частей привода подъема груза, приведенная к поступательному движению;

m_2 — масса груза;

C_0 — жесткость тягового органа;

C_1 — жесткость грузозахватного устройства;

K — движущая сила, действующая на массу m_1 ;

Q — статическое сопротивление передвижению массы m_2 (вес груза);

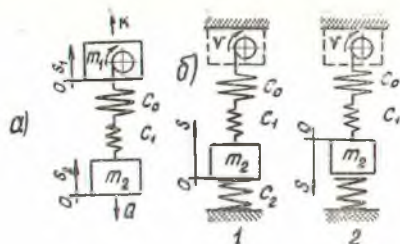


Рис. 2. Приведенные схемы для анализа переходных процессов:

а) нормальный подъем и торможение при опускании;

б) подъем с подхватом;

1) первый этап нагружения;

2) второй этап нагружения.

S_1 — обобщенная координата линейного перемещения массы m_1 ;

S_2 — обобщенная координата линейного перемещения массы m_2 .

Система может быть приведена в движение при условии, если движущая сила $K > Q$. Можно записать, что $K = Q + f(t)$; $f(t)$ — избыточная сила, действующая только в период неустановившегося движения. Максимальное нагружение системы наблюдается при подъеме и опускании пачек на штабелях высотой 6—7 метров. В этом случае величина жесткости тягового органа C_0 стремится к бесконечности. Следовательно, приведенная жесткость системы будет равна жесткости грузозахватного устройства $C_n = C_1$.

Получено выражение для определения приведенной жесткости системы

$$C_n = \frac{6 EJ}{(l_1 + l_4) l_4^2}, \quad (\text{кгс/см}),$$

где J — момент инерции сечения челюсти грузозахвата, см^4 ;

l_1 и l_4 — плечи приложения усилий, см .

Система дифференциальных уравнений движения масс m_1 и m_2 имеет вид:

$$m_1 \frac{d^2 S_1}{dt^2} + (S_1 - S_2) \frac{6 EJ}{(l_1 + l_4) l_4^2} = Q + f(t);$$

$$m_2 \frac{d^2 S_2}{dt^2} - (S_1 + S_2) \frac{6 EJ}{(l_1 + l_4) l_4^2} = -Q.$$

Решение этой системы позволило определить максимальное нагружение грузозахватного устройства от веса поднимаемой пачки бревен в переходные периоды работы привода подъема груза.

Для определения максимальных усилий в канатах привода челюстей от веса поднимаемого груза $P_{гр. макс}$ получено выражение

$$P_{гр. макс} = \frac{l_4}{l_1} \left(\frac{Pm_2}{m_1 + m_2} + \frac{Q}{2} \right) \text{ (кгс)}.$$

При пуске механизма в сторону подъема груза сила P является ускоряющей и зависит от величины пускового момента электродвигателя. В случае останова опускающегося груза тормозящая сила P зависит от величины момента, развиваемого тормозом механизма подъема.

Рассмотрим случай подъема груза при одновременном отрыве его от основания (подъем с подхватом). Этот режим характерен тем, что в момент отрыва от основания (подхвата) груза упругое звено может иметь некоторую скорость. Разберем случай, когда эта скорость равна скорости установившегося движения. Подобного рода нагружения часто случаются при работе торцовых грузозахватных устройств. Если представить себе механизм подъема в виде двух масс, соединенных упругим звеном, то допустимо принять массу $m_1 = 0$ и движущейся с постоянной скоростью. Это огрубление приведет к некоторому увеличению значения динамической нагрузки, но эта неточность, как показали исследования, будет невелика.

На рис. 2б приводится система груз — механизм подъема.

Разделим процесс подъема груза на два этапа: первый — от начала подхвата груза до нагружения торцового грузозахватного устройства силой, равной весу груза; второй — от начала отрыва груза от основания до возникновения периодического колебательного процесса в элементах грузозахватного устройства.

Для второго этапа подъема груза дифференциальное уравнение движения будет иметь вид:

$$m_2 \frac{d^2 S_k}{dt^2} + \frac{6 EJ}{(l_1 + l_4) l_4^3} S_k = Q,$$

где S_k — деформация упругого звена.

Решение этого уравнения позволило получить выражение для определения максимальных усилий в канатах привода челюстей для режима «подъем с подхватом»

$$P_{гр. макс} = \frac{l_4}{2l_1} \left(\xi v \sqrt{m_2 \frac{6 EJ}{(l_1 + l_4) l_4^3}} + Q \right) \text{ (кгс)},$$

где ξ — коэффициент, учитывающий упругость основания;
 v — установившаяся скорость подъема груза, м/сек.

Экспериментальные исследования нагружения торцового грузозахвата

Экспериментальные исследования проведены с целью выявления действительной картины нагружения элементов торцового захвата в процессе эксплуатации. Исследования производились в два этапа. На первом этапе проведено исследование нагружения элементов грузозахватного устройства при торцевании сортиментов и во время захвата пачки.

Второй этап исследований предусматривал изучение характера динамического нагружения грузозахватного устройства в переходные периоды работы привода подъема.

Первый этап исследований проводился в лабораторных условиях на специально оборудованном стенде (рис. 3).

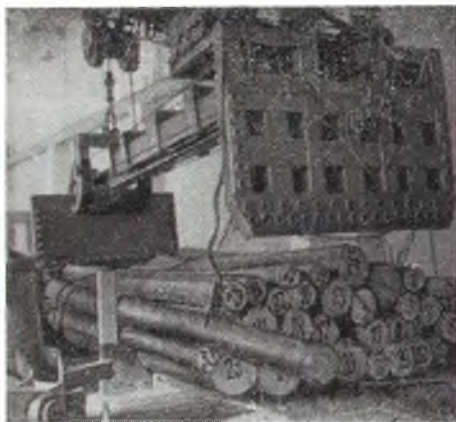


Рис. 3. Стенд для испытания торцового грузозахвата.

Торцовый грузозахват подвешивался на двух электро-талях. Испытания проводились на бревнах лиственницы, которые укладывались в специально оборудованный карман — накопитель. В процессе испытаний лесоматериалы обрезались бензопилой по длине. Испытания проводились на лесоматериалах длиной в метрах: 6,5; 6,0; 5,5; 5,0; 4,5; 4,0; 3,5; 3,0; 2,5; 2,0; 2,0; 1,5.

Перед каждым замером производилась послойная рас-торцовка бревен на 600 мм. Определение параметров процесса торцевания и захвата пачки лесоматериалов производилось методом тензометрирования. В осциллографе Н-700 для записи измеряемых параметров были заняты восемь каналов (рис. 4).

Для измерения усилий в канатах сближения и раздвижения челюстей использовались кольцевые динамометрические звенья, изготовленные на основе проволочных датчиков. Измерение напряжений в элементах грузозахватного устройства производилось фольговыми датчиками с сопротивлением 200 ом. Для усиления сигналов от датчиков напряжений применялся усилитель 8АНЧ. Фольговые датчики устанавлива-

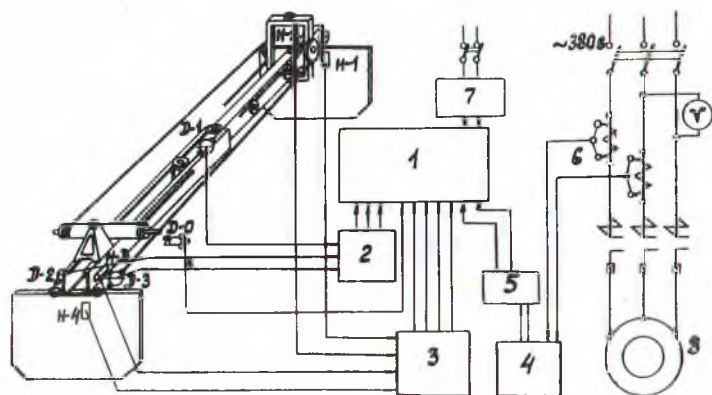


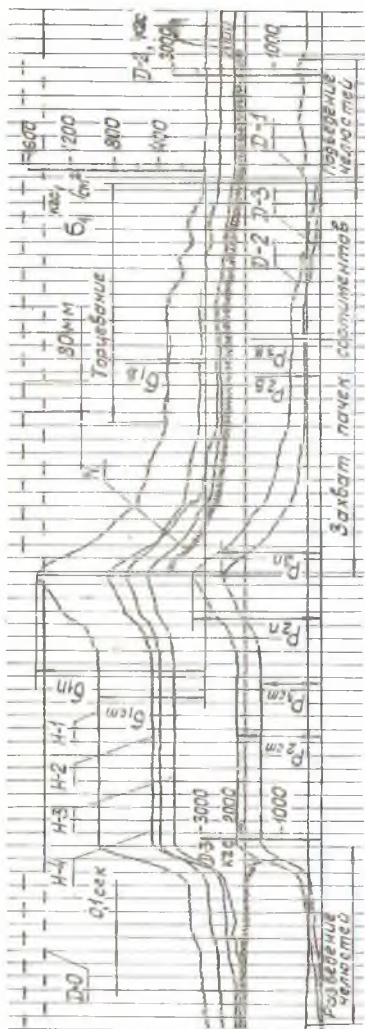
Рис. 4. Схема соединения измерительной аппаратуры:

D-1 — динамометр троса раздвижения челюстей; *D-2*, *D-3* — динамометры троса сдвижения челюстей; *D-0* — датчик оборотов барабана; *H-1*, *H-2* — датчики напряжений правой челюсти; *H-3*, *H-4* — датчики напряжений левой челюсти; *1* — осциллограф *H-700*; *2* — баланспровочный мост; *3* — усилитель 8АНЧ; *4* — трансформатор напряжений; *5* — датчик Хола; *6* — трансформатор тока; *7* — блок питания; *8* — электродвигатель привода челюстей.

лись на элементах конструкции с помощью точечной электросварки. В качестве датчика линейных перемещений челюстей использовалось коллекторное устройство специальной конструкции, которое устанавливалось на валу канатного барабана привода челюстей. Один оборот ротора датчика соответствует десяти импульсам. Мощность электродвигателя привода челюстей записывалась с помощью датчика Хола. На рис. 5а приведена типичная осциллограмма для первого этапа исследований. Начало записи на осциллограмме соответствует моменту включения двигателя привода челюстей при захвате пачки. В начальный период производится торцевание пачки бревен, а затем и захват пачки. Максимальные значения силовые факторы имеют при опрокидывании двигателя привода челюстей.

В процессе экспериментальных исследований выявилась зависимость усилия выравнивания торцов P_a от длины захватываемых бревен при полностью заполненном грейфере.

а)



б)

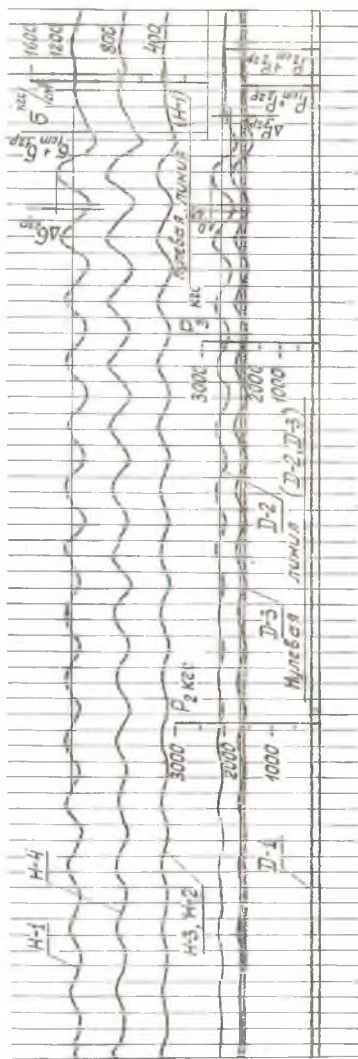


Рис. 5. Типичные осциллограммы:

- а) процесс выравнивания торцов бревен и захват пачки древесины;
 б) нагружение груза хавата при нормальном подъеме и торможении при опускании.
 Н-1, Н-2, Н-3 и Н-4 — датчики напряжений; Д-1, Д-2 и Д-3 — динамометрические звенья в канатах привода челюстей; Д-4 — датчик регистрации перемещения челюстей; N — показания датчика Хола;

Выведено уравнение связи между этими величинами способом наименьших сумм квадратов:

$$P_n = 275,636 l + 331,128 \text{ (кгс)},$$

где l — длина сортиментов, м.

Второй этап экспериментальных исследований проведен на нижнем складе Мостовского леспромхоза. Торцовым грейфером оборудовался действующий козловой двухконсольный край ККУ-10.

Исследовался характер нагружения элементов торцового захвата в переходные периоды работы привода подъема груза. Переменными факторами являлись вес пачки и длина сортиментов, которые составили три группы значений. В каждой группе значений переменных факторов изучались три переходных режима работы. Для получения сравнимых результатов лесоматериалы увязывались в пакеты определенного объема. Увязка пакетов производилась в специальных приспособлениях. Лесоматериалы укладывались на прокладку и в нескольких местах увязывались проволокой. Были увязаны пакеты сортиментов длиной от 6 до 2 метров. Во время испытаний пакеты сохраняли свои геометрические размеры. Бревна во время подъема и опускания пакетов не смещались относительно друг друга. Пакеты древесины перед началом экспериментов взвешивались с помощью десятитонного динамометра.

Исследования показали, что в переходные периоды работы привода подъема груза в элементах грузозахватного механизма возникают периодические колебания. Колебания напряжений в элементах грейферного захвата и усилий в канатах привода челюстей синхронны и пропорциональны по величине (рис. 5б).

Результаты экспериментальных исследований нагружения грузозахвата в переходные периоды работы привода подъема приведены в таблице на стр. 14.

На рис. 6 графически показана зависимость нагружения грузозахвата от длины сортиментов и объема захватываемых пачек. По оси абсцисс отложена величина длины сортиментов и объемы пачек. По оси ординат имеются две шкалы для отсчета усилий в канатах привода челюстей. Левая шкала служит для определения величины усилий от веса поднимаемого груза $P_{гр}$ и $P_{гр. макс.}$ Эти усилия изображены пунктирными линиями.

По правой вертикальной шкале производится определение фактического нагружения грузозахвата. Усилие в канатах в момент опрокидывания двигателя P_n характеризует максимальное нагружение грузозахвата, не имеющего муфты предельного момента на приводе челюстей. В случае установки

Наименование силовых параметров	Единица измерений	Вес пачки, кгс	Длина сортиментов, м	Режимы работы		
				нормальный подъем ем	торможение при опускании	подъем с подхватом
$P_{гр}$	кгс	7000	6	1250	1260	1245
		4500	4	795	790	800
		2200	2	400	395	400
$P_{гр. макс}$	кгс	7000	6	1590	1390	2830
		4500	4	1050	890	2060
		2200	2	520	455	1310
$P_{ст}$	кгс	7000	6	4500	4550	4580
		4500	4	4750	4600	4650
		2200	2	4700	4800	4510

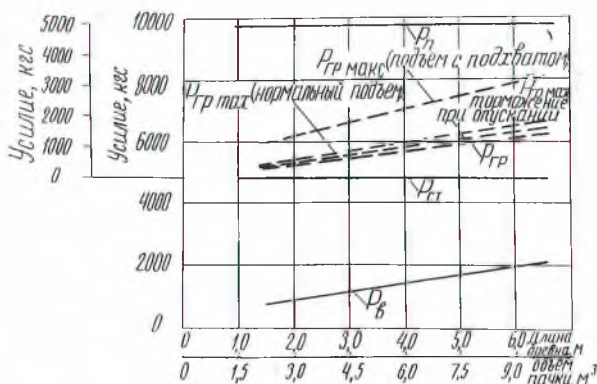


Рис. 6. Зависимость нагружения грузозахвата от длины сортиментов и объема захватываемых пачек.

ограничителей крутящего момента на валу электродвигателя привода челюстей, усилие в канатах находится также по правой шкале по линии $P_{гр. макс}$ в режиме «подъем с подхватом». Видим, что это нагружение равно сумме предварительного усилия сжатия пачки $P_{ст}$ и максимального усилия от веса поднимаемого груза $P_{гр. макс}$.

Изменение величины нагружения элементов захвата в переходные периоды работы привода подъема груза характеризует коэффициент K_n , учитывающий предварительное на-

пряженное состояние. Выражение для определения этого коэффициента имеет вид:

$$K_n = \frac{P_{см} + P_{зр. макс}}{P_{см} + P_{зр}}$$

Максимальное значение коэффициента по результатам исследований $K_n = 1,27$.

Коэффициент, учитывающий нагружение в момент опрокидывания двигателя привода челюстей, определяется по формуле:

$$K_n = \frac{P_n}{P_{см} + P_{зр}}$$

Максимальная величина коэффициента $K_n = 1,93$.

ВЫВОДЫ

1. Для механизации погрузочно-штабелевочных работ на нижних складах лесозаготовительных предприятий наиболее целесообразно применение козловых кранов, оборудованных горцовыми грейферами, обеспечивающими совмещение операций по захвату груза с выравниванием торцев бревен.

2. Применение тросового привода челюстей увеличивает долговечность грузозахватного устройства, а также обеспечивает надежный захват и удержание пачки бревен при проведении погрузочных работ.

3. Безрамная телескопическая конструкция устройства позволяет создать торцовый грузозахват одного типоразмера, способный производить погрузку лесоматериалов длиной от 1 до 6,5 метра.

4. Установка привода на одной из челюстей позволяет уменьшить мощность электродвигателя вдвое сравнительно с рамными грейферами, имеющими привод для каждой челюсти.

5. В течение одного погрузочного цикла грузозахватное устройство испытывает последовательно нагружение от нескольких силовых факторов.

При захвате пачки элементы грузозахватного устройства первоначально нагружаются усилием торцевания бревен $P_в$, которое по мере увеличения длины бревен от 1,5 до 6,5 метра возрастает в пределах от 800 до 2060 кг.

В момент окончания процесса торцевания древесины происходит нагружение усилием, развиваемым двигателем привода челюстей при его опрокидывании P_n .

После выключения двигателя привода челюстей устройство нагружается предварительным усилием сжатия пачки древесины $P_{см}$.

Элементы грузозахвата в подвешенном положении испытывают дополнительное нагружение от веса поднимаемой пачки, которое характеризуется усилием $P_{гр}$. Общее усилие в канатах привода челюстей равно сумме $P_{ст}$ и $P_{гр}$.

Максимальное усилие в канатах привода челюстей от веса поднимаемого груза $P_{гр. макс}$ возникает в переходные периоды работы привода подъема. Общее усилие в канатах привода равно сумме $P_{ст}$ и $P_{гр. макс}$.

6. При проектировании торцовых грузозахватных устройств без применения ограничителей крутящего момента для электродвигателя привода челюстей усилие P_n следует принимать расчетным.

7. В случае применения ограничителей крутящего момента для электродвигателя привода челюстей расчетное усилие определяется из выражения $P_{расч} = P_{ст} + P_{гр. макс}$.

8. В результате исследований получены коэффициенты, характеризующие колебания величины нагружения захвата в различных режимах работы. При проектировании торцовых грузозахватных устройств расчетные усилия в канатах привода челюстей должны определяться с учетом коэффициентов K_n и K_p .

9. В результате теоретических и экспериментальных исследований определены основные параметры и найдены конструктивные решения для создания торцового грейфера с канатным приводом челюстей, который успешно прошел приемочные испытания и рекомендован для серийного изготовления. Годовой экономический эффект от внедрения одного грейфера равен 4870 рублей.

По основным вопросам содержания диссертации опубликованы следующие работы.

1. Ключников В. Ю. Исследование нагрузок лесных торцовых грузозахватов. Журнал «Лесная промышленность», № 3, М., 1970.

2. Ключников В. Ю. Экспериментальное исследование нагружения торцовых грузозахватов — В кн.: Труды ЦНИИМЭ, сб. 107. Химки, 1970.

3. Алябьев В. И., Горбусенко М. А., Ключников В. Ю. Производственные испытания разворотного устройства РУ-1М к крану ККУ-10. Журнал «Лесозащита и лесное хозяйство» № 8, М., 1966.

4. Ключников В. Ю., Ганжа В. С., Горбусенко М. А., Лабунский Р. И. Торцовый грейфер ГТБ-1М. Журнал «Лесная промышленность», № 6, М., 1970.

5. Ключников В. Ю., Киселев Б. Е., Цветков Е. Б., Горбусенко М. А. Торцовое грузозахватное устройство. Изобретение, авторское свидетельство № 249581, Бюллетень изобретений, № 25, М., 1969.

6. Ключников В. Ю., Киселев Б. Е., Сосков А. Т., Цветков Е. Б. Торцовое грузозахватное устройство. Изобретение, авторское свидетельство № 260128. Бюллетень изобретений, № 3, М., 1970.

7. Ключников В. Ю., Киселев Б. Е., Цветков Е. Б., Горбусенко М. А. Патент Швеции № 317992, торцовое грузозахватное устройство. Опубликован патентным ведомством Швеции 1.12.69.