

630x3  
Г14

БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО  
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ С. М. КИРОВА

630x 377.1

На правах рукописи

ГАЙДУКЕВИЧ ДЕМЬЯН МАКАРОВИЧ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ  
РАЗБОРА ПАЧЕК КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Специальность 05. 21. 01. Технология и механизация  
лесного хозяйства и лесозаготовок

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Мягск 1981

Работа выдана на рассмотрение в 1981 году  
Знамени техн... на кафедре  
транспорта леса.

- Научные руководители — заслуженный деятель науки и техники  
БССР, член-корр. АН БССР, доктор  
технических наук, профессор БУДЫКА С. Х.  
— кандидат технических наук, доцент  
ЛЕБЕДЬ С. С.
- Официальные оппоненты — доктор технических наук, профессор  
ВОЕВОДА Д. К.  
— кандидат технических наук, доцент  
ТУРЛАЙ И. В.
- Ведущее предприятие — Министерство лесной и деревообрабаты-  
вающей промышленности СССР

Защита диссертации состоится "11" января 1982 г. в 14 часов  
на заседании специализированного совета К 056. 01. 01. в Белорус-  
ском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте  
им. С. М. Кирова (ул. Свердлова 13а, корпус 4, зал заседаний).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорус-  
ского ордена Трудового Красного Знамени технологического инсти-  
тута им. С. М. Кирова.

Автореферат разослан " " "

1981 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета, кандидат  
сельскохозяйственных наук, доцент

РИХТЕР И. Э.

## ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ. Решениями XXVI съезда КПСС предусмотрено увеличить объем продукции в лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности на 17-19% и повысить производительность труда на 16-18%.

Выполнение поставленных задач неразрывно связано с совершенствованием технологии работ, комплексной механизацией и автоматизацией производственных процессов, разработкой и внедрением высокопроизводительного оборудования и прогрессивной технологии. В особенности это касается вспомогательных операций.

На лесных складах, лесоперевалочных базах и лесобиржах деревообрабатывающих предприятий такими операциями, помимо других, являются разбор пачек лесоматериалов и поштучная подача их на дальнейшую обработку. Для механизации этих операций необходима разработка новых способов и специальных устройств. Известные же конструкции устройств являются, в большинстве случаев, несовершенными, весьма металлоемкими, требуют больших энергос затрат, не обеспечивают надежную поштучную выдачу лесоматериалов, что сдерживает процесс механизации указанных операций.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Целью настоящей работы является исследование и разработка технологии и средств механизации, обеспечивающих надежную поштучную выдачу лесоматериалов из пачки при условии исключения и совмещения ряда операций, уменьшения металлоемкости устройства и энергос затрат, полной механизации и автоматизации процесса, повышения производительности труда и культуры производства.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ. Для решения поставленных задач проведен поиск по описаниям к авторским свидетельствам СССР и патентам США, Канады, Швеции, Финляндии, Великобритании, ФРГ, Японии, ГДР. В результате патентной проработки не было выявлено приемлемых технических решений.

В процессе выполнения работы использовались методы математического и физического моделирования. Теоретические исследования предложенных способа и устройств проведены с использованием ЭВМ ЕС-1020. Экспериментальные исследования проводились на модельной установке в БТИ им.С.М.Кирова и на натуральных образцах устройств в производственных условиях с применением кино-и фотосъемки. При определении основных технико-эксплуатационных и экономических показателей процесса разбора пачек круглых лесоматериалов использо-

62/309



вались данные опытно-промышленной проверки экспериментальных образцов загрузочных устройств предложенной конструкции.

**НАУЧНАЯ НОВИЗНА.** Научно обоснованы и разработаны способ отделения от пачки строго одного крайнего по ходу выдачи бревна и устройств для его реализации, выгодно отличающиеся от известных простотой и оригинальностью конструктивного исполнения, малой энерго-и металлоемкостью и высоким качеством процесса поштучного отделения. Получены аналитические зависимости функционирования устройств и исследовано влияние кинематического и конструктивного решений их целевых органов на величину разрешающей способности. Определены параметры целевых органов устройств, обеспечивающие их надежную работу. Новизна конструкции предложенных загрузочных устройств защищена а.с. 459391, 548515, 643403, 673567, 713134.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ.** На основании результатов исследований созданы на уровне изобретений высокопроизводительные устройства для механизации и автоматизации разбора пачек лесоматериалов. Захватные органы устройств, благодаря совмещению функций ориентирующего, контрольно-исполнительного, регулирующего и транспортного органов, позволяют существенно упростить технологию поштучной выдачи лесоматериалов вследствие исключения ряда промежуточных операций. Практическую ценность выполненного исследования также подтверждают результаты эксплуатации загрузочных устройств в производственных объединениях "Минскдрев", "Речицадрев", на деревообрабатывающем заводе "Главсочиспецстрой" и решение Минлеспрома БССР на изготовление опытно-промышленной серии.

Годовая экономическая эффективность от внедрения одного загрузочного устройства составляет 4,1 - 6,5 тыс.руб.

**АПРОБАЦИЯ И ПУБЛИКАЦИЯ РАБОТЫ.** Настоящие исследования проведены в соответствии с планом научно-исследовательских работ БТИ им.С.М.Кирова и отражены в научных отчетах 1975-1980гг. Основные результаты исследований внедрены на предприятиях Минлеспрома БССР и Минпромстроя СССР, доложены на IУ Научно-технической конференции "Новое в технике и технологии лесосплава" (ЦНИИлесплава, Ленинград, 1976г.); на III Всесоюзной научно-технической конференции по проблемам комплексной механизации переместительных и транспортных работ (МЛТИ, Мытищи, 1978г.), на научно-технических конференциях по итогам научно-исследовательских работ БТИ им.С.М.Кирова (Минск, 1974-1980гг.).

Опубликовано семь статей, шесть авторских свидетельств, полу-

чено два положительных решения ВНИИПЭ на выдачу а.с.

Действующая модель загрузочного устройства экспонировалась на Юбилейной Выставке Достижений Народного хозяйства СССР в 1979 г. и удостоена серебрянной медали ВДНХ СССР.

ОБЪЕМ РАБОТЫ. Работа изложена на 236 страницах машинописного текста, состоит из введения, пяти глав, заключения и приложений, включает 69 рисунков, 20 таблиц и библиографию из III наименований.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В ПЕРВОМ РАЗДЕЛЕ наряду с обоснованием вопроса исследования, показана его актуальность, сформулированы цель и задачи работы, сделан обзор исследований И.В.Батина, Н.Л.Васильева, Г.А.Вильяме, Д.К.Воеводы, Е.Н.Гужало, Л.К.Еговцева, Ф.Е.Захаренкова, С.Ф.Кирикина, В.М.Казака, Э.И.Карлинского, А.П.Малых, К.К.Романова, А.И.Смирнова, Б.А.Таубера, Е.А.Шекалова и других ученых, занимавшихся разработкой способов и средств механизации разбора пачек круглых лесоматериалов.

Анализ литературных источников показал, что в основе процесса разбора пачек лесоматериалов лежат сложные явления, которые требуют специальных целенаправленных исследований.

ВО ВТОРОМ РАЗДЕЛЕ изложены результаты анализа кинематических и технологических признаков и особенностей большого количества известных и возможных конструкций загрузочных устройств.

В связи с поиском наиболее совершенных способов и средств произведена систематизация их по технологическим и кинематическим признакам.

По характеру сил и конструктивному исполнению рабочих органов все существующие загрузочные устройства разделены на вибрационные (ВУРХ-1 СевНИИП), гравитационные (БГ-1 ЦНИИМЭ), дозирующе-гравитационные (ДУ-1 ЦНИИМОД), рычажные (ПРХ-1 ЦНИИМЭ), фрикционные, винтовые, бункерные (ШИБ-1 и ЛТ-80 СевНИИП), комбинированные (УРП-12 ВКНИИВОЛТ) и манипуляторы.

Результаты исследований основных типов загрузочных устройств, и функций их целевых органов позволяют сделать вывод, что они синтезируются из двух постоянных (емкости и привода) и одного или нескольких сменных (питатель, отсекабель и др.) органов. Кроме того, установлена целесообразность и возможность компоновки новых типов устройств из минимально необходимого количества целевых органов, с

целью совмещения в одном целевом органе ряда функций других.

Несмотря на большое конструктивное разнообразие, в основе работы загрузочных устройств заложены четыре способа разбора пачек лесоматериалов:

- пачка лесоматериалов рассредоточивается на рабочих органах устройства в однослойный ряд, из которого специальным механизмом осуществляется поштучное отделение;

- пачка лесоматериалов или отделенная от нее порция поштучно рассредоточивается на рабочих органах устройства по мере перемещения ее в зону выдачи;

- от пачки отделяется порция лесоматериалов, из которой в процессе перемещения в зону выдачи отсеиваются лишние и неправильно ориентированные бревна;

- в пачке рабочими органами захватывается одно бревно, после чего оно перемещается в направлении зоны выдачи, проходя сквозь толщу всей пачки.

Наиболее простым является способ поштучного извлечения лесоматериалов непосредственно из пачки, т.к. в нем исключен ряд промежуточных операций. Работавшие по данному способу устройства бункерного типа отличаются компактностью конструктивного исполнения и сравнительно меньшей металлоемкостью, однако в этом случае возникают большие нагрузки на захватные органы.

В результате анализа выше указанных способов нами разработаны и рекомендованы способ и устройство, обеспечивающие отделение от пачки крайнего по ходу движения бревна. При этом, как показали теоретические и экспериментальные исследования, в качестве захватного органа целесообразно рекомендовать специальный кривошипно-кулисный механизм, удачно совмещающий в себе функции ориентирующего, контрольно-исполнительного, регулирующего и транспортно-го органов и обеспечивающий оптимальный процесс поштучной выдачи лесоматериалов.

В ТРЕТЬЕМ РАЗДЕЛЕ дан анализ размерных и качественных характеристик предмета труда - пачки лесоматериалов, которые необходимы для успешного решения задач, связанных с исследованием, разработкой и проектированием новых лесоскладских машин. К ним относятся: максимальный диаметр комлевого среза, наибольший и наименьший обрабатываемые диаметры, максимальная сбежистость, расчетное значение овальности и др.

ЧЕТВЕРТЫЙ РАЗДЕЛ посвящен теоретическим исследованиям пред-

ложенных способа и устройств.

Устройство (рис.1) представляет собой сварную пространственную металлоконструкцию со встроенным в нее 2— цепным поперечным транспортером, тяговые органы которого оснащены специальными захватными механизмами (рис.2), состоящими из кривошипа I и кулисы 2, шарнирно соединенных между собой ползушкой 3. Рабочая поверхность 4 кулисы 2 выполнена по дуге окружности, центр которой совпадает с осью крепления кулисы. Вдоль одного из радиусов рабочей поверхности в теле кулисы вырезана прорезь 5, в которой скользит ползушка 3. Кривошип и кулиса шарнирно закреплены на осях 6 тяговой цепи 7. По концам осей 6 шарнирно посажены ползуны 8, на которых механизмы перемещаются по направляющим 9, удерживаясь над слегами 10 под действием силы тяжести противовесов II.

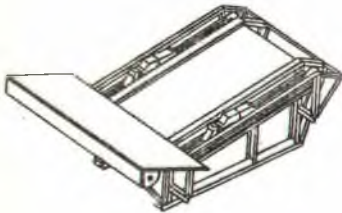


Рис.1. Предложенное устройство

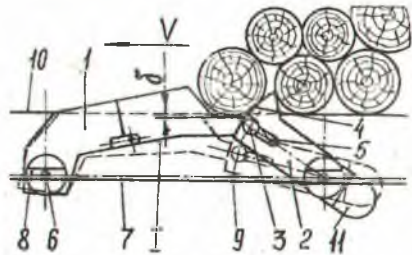


Рис.2. Принципиальная схема захватного механизма

Процесс разбора пачек лесоматериалов осуществляется следующим образом. При включении привода захватные механизмы заходят под пачку. Под действием веса лесоматериалов кривошипы I разворачиваются относительно осей 6 и через ползушки 3 давят на кулисы 2. В результате каждая пара механизмов, преодолевая момент, создаваемый силой тяжести противовесов, устанавливается на уровне верха направляющих слег 10 (рис.2, положение I) и в утопленном положении проходит под пачкой. Как только кривошипы I выйдут из-под последнего бревна, механизмы под действием силы тяжести противовесов II раскрываются, кулисы 2 входят в промежуток между предпоследним и последним бревнами и отделяют крайнее из них от пачки. В дальнейшем процесс повторяется. Если же на пути перемещения транспортируемого окажется еще одно или несколько бревен, то под действием силы их веса механизмы утапливаются, в результате транспортируе-



мое бревно оставляется, а захватывается впереди лежащее.

В случае, если впереди лежащее бревно перекошено, то захватные механизмы будут освобождаться от транспортируемого бревна поочередно, обеспечивая поштучную выдачу.

Исследованные варианты конструкций захватного механизма и их кинематические схемы представлены на рис.3.

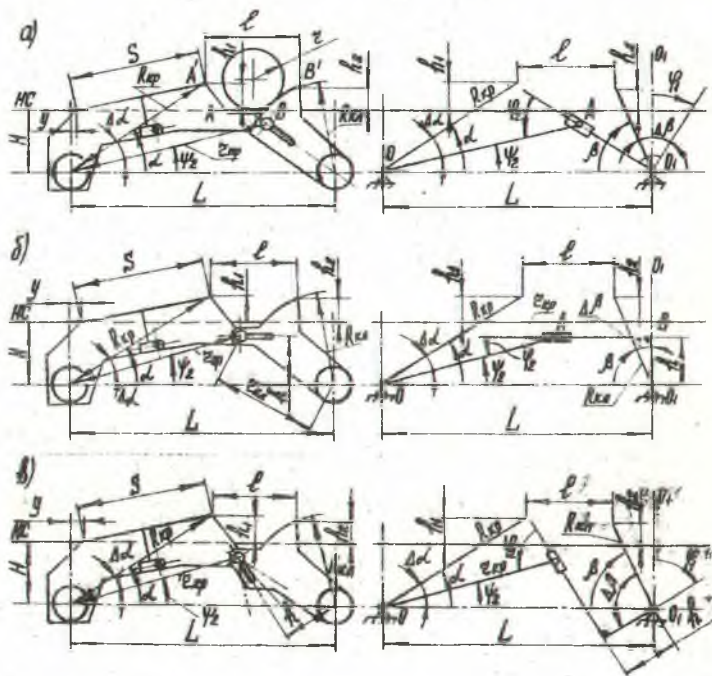


Рис.3. Схемы захватного механизма:

а - с расположением прорези вдоль одного из радиусов рабочей поверхности кулисы;

б - с расположением прорези параллельно линии, соединяющей центры вращения кулисы и кривошипа;

в - с произвольным расположением прорези,

где  $HC$  - направляющие слезы;  $h_2$  - превышение кулисы над  $HC$ ;  $h_1$  - превышение кривошипа над  $HC$ ;  $l$  - максимально возможное значение



длины приемного гнезда;  $L$  - база захватного механизма;  $H$  - расстояние от линии, соединяющей оси вращения кулисы и кривошипа, до НС,  $R_{кл}$  - радиус дуги окружности рабочей поверхности кулисы;  $h$  - плечо кулисы;  $R_{кр}$  - радиус поверхности кривошипа, образующей приемное гнездо;  $z_{кр}$  - расстояние от оси крепления кривошипа до оси ползушки;  $\alpha$  и  $\beta$  - углы, определяющие положение контакта соответственно кривошипа и кулисы с бревном;

$\Delta\beta$  - угол сектора части кулисы;  $\Delta\alpha$  - угол сектора части кривошипа;  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  - углы поворота соответственно кулисы и кривошипа;  $M_{кл}$  - момент, воспринимаемый кулисой при перемещении бревна захватным механизмом;  $M_{кр}$  - момент, прилагаемый к кривошипу для освобождения приемного гнезда от транспортируемого бревна.

Для обеспечения поштучной выдачи лесоматериалов захватные механизмы должны автоматически легко и плавно освобождаться от транспортируемого бревна любого диаметра при встрече с бревном минимального диаметра. Параметры захватного механизма, обеспечивающие надежную поштучную выдачу, зависят от момента сил  $M_{кл}$  (рис. 4) относительно точки "0", который возникает от действия бревна на кулису в точке "В". По  $M_{кл}$  можно найти  $M_{кр}$ , воспользовавшись принципом возможных перемещений, а по величине  $M_{кр}$  определяются параметры механизма, обеспечивающие поштучную выдачу лесоматериалов.

Для решения поставленной задачи установлены: связь между радиусом транспортируемого бревна и элементами приемного гнезда

$$\varepsilon = \frac{h}{\Delta} \left( 1 - \sqrt{1 - \Delta \frac{L^2 + 4h^2}{4h^2}} \right),$$

$$\Delta = \frac{h_2 - h_1}{\sqrt{L^2 + (h_2 - h_1)^2}};$$

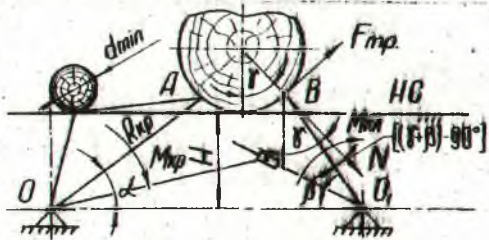


Рис. 4. Схема сил, действующих на элементы механизма при перемещении бревна.

соотношение между угловыми параметрами, определяющими положение

звеньев механизма  $\varphi_2 = \arcsin \frac{h - L \sin \varphi_1}{z_{кр}} + \varphi_1$ ; соотношение

между угловыми скоростями кулисы и кривошипа

$$\omega_{кр} = \omega_{кл} \left( 1 - \frac{L}{2r_{кр}} \frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2} \right), \text{ где } 1 - \frac{L}{2r_{кр}} \frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2} = i_{з.м.}$$

передаточное отношение между звеньями механизма; аналитические зависимости, позволяющие связать параметры, характеризующие по-

ложение механизма, с размерами бревен  $d = a \arcsin \frac{H}{R_{кр}} - \psi_2' + \psi_2$ ,

где  $\psi_2'$  - значение  $\psi_2$  для утопленного положения захватного

механизма,  $\beta = 90^\circ - \arcsin \frac{H}{R_{кл}} - \varphi_1$ ; значения силы нормальной

реакции, действующей на кулису со стороны бревна в случае качения

его по НС,  $N_1 = \frac{Q \cdot b}{b - \frac{f}{2} (f + b) + \sqrt{\frac{f}{2} (2 - \frac{f}{2})} (1 - f \cdot b)}$

и скольжения  $N_2 = \frac{Q \cdot b}{2f \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha - f^2 \sin^2 \alpha}$ , где  $b = K/2$  - приве-

денный коэффициент трения качения;  $K$  - коэффициент трения качения бревна по НС;  $\alpha$  - радиус бревна;  $f$  - коэффициент трения скольжения бревна по НС.

Для расчета параметров захватного механизма из условия обеспечения процесса поштучной выдачи лесоматериалов использовался метод численного решения с помощью ЭВМ ЕС-1020 по программе согласно разработанному алгоритму. В процессе исследований варьировались исходные параметры механизма  $L, R_{кр}, R_{кл}, H, \alpha_{кр}, \alpha, \Delta\beta, \beta$ , размеры бревен  $\varnothing$  и  $L_0$ , коэффициенты трения бревен об элементы приемного гнезда  $K, f$ , угол  $\omega^\circ$  наклона НС к горизонту. Результаты приведены в таблице I.

Таблица I

№ схе- мы	К, см	Параметры захватного механизма, мм						
		$\varphi$	H	L	$R_{кр}$	$R_{кл}$	$\alpha_{кр}$	$\beta$
1	0,12-0,22	50	120	1168	680	333	927	0
2	0,12-0,22	0	240	1219	740	370	799	200
3	0,1	360	240	1219	740	370	799	-228

В качестве примера на рис.5 приведен график зависимости  $M_{кр} = f(\varphi)$  для механизма, выполненного по первой схеме.  $M_{кр}$  достигает своего максимума при  $\varphi = 30$  см, т.е. когда бревно заполняет приемное гнездо полностью раскрытого механизма, касаясь одновременно кулисы и кривошипа. Наиболее рациональной является третья конструктивная схема (рис.3, в), для которой  $M_{кр}$  соответственно равен 47,0; 48,0; 50,0; 74,5 Н·м. Как показали исследования, численные значения усилий, воспринимаемых элементами захватного механизма, существенно зависят от коэффициентов трения бревен об элементы приемного гнезда и угла  $\omega$  наклона направляющих слег относительно горизонта.

Одной из основных характеристик загрузочных устройств является разрешающая способность, равная отношению  $d_{max}/d_{min}$ . Ее величина определяется из условия обеспечения отделения как одного из двух расположенных рядом бревен минимального диаметра (в нашем случае  $d_{min}$  определяется из условия

$l_0 \leq d_{min} - \Delta'$ , где  $l_0$  - минимальное значение длины приемного гнезда механизма;  $\Delta' = 2ld_{min}$ , так и бревна максимального диаметра (рис.6, на котором:  $T'_1, N'_1$  и  $T'_2, N'_2$  - касательная и нормальная составляющие сил действия кулисы на бревно и соответствующие реакции;  $\beta''$  - угол между нормалью к поверхности бревна и горизонтом;  $\gamma''$  - угол между нормалью к поверх-

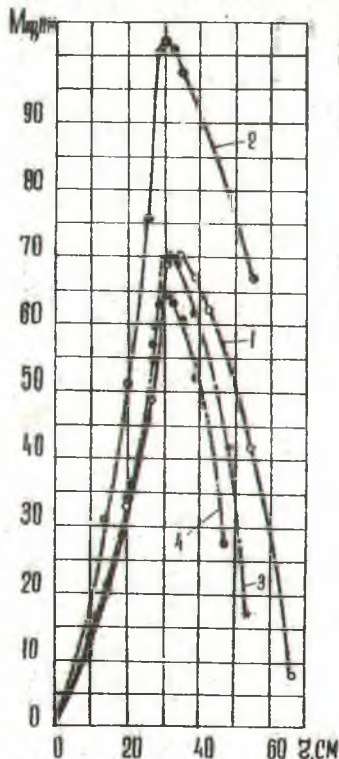


Рис.5. График зависимости  $M_{кр} = f(\varphi)$  для механизма, выполненного по первой схеме ( $L = 1168$ ,  $R_{кр} = 680$ ,  $R_{кл} = 333$ ,  $H = 210$ ,  $\varphi_{кр} = 927$ ,  $h = 0$  мм); 1- $f = 0,68$ ;  $K = 0,12$ ; 2- $f = 0,58$ ;  $K = 0,22$ ; 3- $f = 0,61$ ;  $K = 0,14$ ; 4- $f = 0,57$ ;  $K = 0,14$ .



ности бревна и касательной к поверхности кулисы в точке касания;  
 $\delta$  - угол между касательными к поверхности кулисы и бревна в  
 точке их контакта).

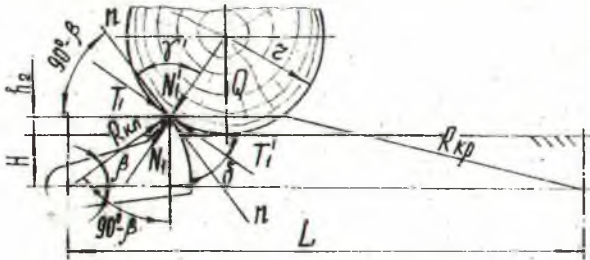


Рис. 6. Расчетная схема для определения максимального диаметра бревна.

Условие того, что бревно максимального диаметра будет от-  
 делено от пачки, выразится формулой

$$\frac{\alpha - H_2}{\varepsilon} \sqrt{1 - \left(\frac{H + H_2}{R_{кл}}\right)^2} - \frac{H + H_2}{R_{кл}} \sqrt{1 - \left(\frac{\alpha - H_2}{\varepsilon}\right)^2} \leq \frac{f}{\sqrt{1 - f^2}} \quad (1)$$

Из расчетной схемы находим, что

$$2 - \sqrt{\varepsilon^2 - (\alpha - H_2)^2} = L - \sqrt{R_{кл}^2 - (H + H_2)^2} - \sqrt{R_{кп}^2 - (H + H_2)^2}, \quad (2)$$

где

$$L = \sqrt{R_{кл}^2 + H^2} + \sqrt{R_{кп}^2 + H^2} + d_{min}.$$

Таблица 2

№ схе- мы	Основные параметры захватного механизма, м				$d_{min}$ , см	Разрешающая способность при $\omega = 0^\circ$ и $f$			
	$R_{кп}$	$R_{кл}$	$H$	$L$		0,68	0,61	0,58	0,57
1	1,3	0,33	0,21	1,64	10	9,25	8,0	7,8	7,7
2	0,7	0,37	0,24	1,22	14	8,57	7,28	7,0	6,8
1	0,7	0,33	0,21	1,17	14	9,42	8,0	7,7	7,4
2	0,7	0,37	0,24	1,08	10	8,0	5,8	5,7	5,2

Для каждой из расчетных схем (см. рис. 3) с многообразием воз-  
 можных значений исходных параметров захватного механизма, угла  $\omega$

наклоне НС относительно горизонта, коэффициентов трения и  $d_{min}$  совместное решение уравнений (1) и (2) дает значения разрешающей способности (табл. 2).

Динамический анализ включает исследования времени раскрытия захватного механизма, скорости его перемещения и величины усилия, необходимого для отделения бревна от пачки.

Полное и надежное западание бревна в приемное гнездо захватного механизма требует определенного времени. Поэтому если механизм движется с повышенной скоростью, то бревно может не успеть полностью запасть в приемное гнездо и, ударяясь о его элементы, может быть выброшено обратно.

Для решения поставленных задач составлены уравнения движения механизма в процессе захвата бревна (рис. 7):

$$S_e = V_{з.м.}^e \cdot t_p,$$

$$\frac{J_{кл} \omega_{кл}^2}{2} - \frac{J_{кр} \omega_{кр}^2}{2} = U_H - U_K,$$

где  $V_{з.м.}^e$  - переносная скорость механизма;  $S_e$  - путь, проходимый механизмом за время  $t_p$ ;  $J_{кл}$ ,  $J_{кр}$ ,  $\omega_{кл}$ ,  $\omega_{кр}$  - моменты инерции и угловые скорости кулисы и кривошипа;  $a$ ,  $b$  - расстояния от оси вращения до центра тяжести кривошипа и кулисы;  $\beta_H$ ,  $\beta_K$  и  $\psi_H$ ,  $\psi_K$  - углы, определяющие положение кулисы и кривошипа в начальной и конечной фазах разворота;  $U_H$ ,  $U_K$  - потенциальная энергия звеньев механизма в начальном и конечном положениях разворота.

Обозначая  $\Phi(\beta) = U_H - U_K$ , а  $F(\beta) = J_{кл} + J_{кр} i_{з.м.}^2$  и, учитывая, что связь между углом поворота кулисы и кривошипа имеет вид  $\psi_2 = \beta - a z_{кр} \sin \frac{L \sin \beta}{2 r_{кр}}$ , а передаточное отношение между звеньями захватного механизма представляется равенством  $i_{з.м.} = \frac{\omega_{кр}}{\omega_{кл}} =$

$= 1 - \frac{L \cos \beta}{2 r_{кр} \cos(\psi_2 - \beta)}$ , получим окончательное выражение для определения продолжительности процесса раскрытия механизма:

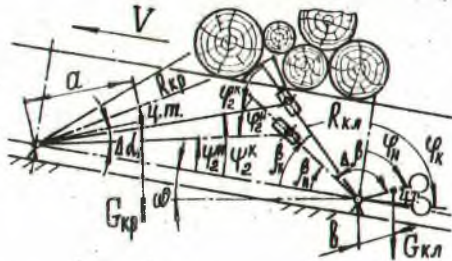


Рис. 7. Расчетная схема движения механизма.

$$t_p = \int_{\beta_n}^{\beta_k} \frac{d\beta}{\sqrt{\frac{2\varphi(\beta)}{F(\beta)}}}$$

Как показали исследования, продолжительность раскрытия механизма существенно зависит от его параметров и угла  $\omega^0$  наклона НС (рис.8). Проведенный сравнительный анализ показал, что

продолжительность процесса раскрытия механизма по каждой из расчетных схем достаточно мала (0,3 - 0,45с), что позволяет варьировать его переносной скоростью в широких пределах, не снижая надежности поштучного отделения.

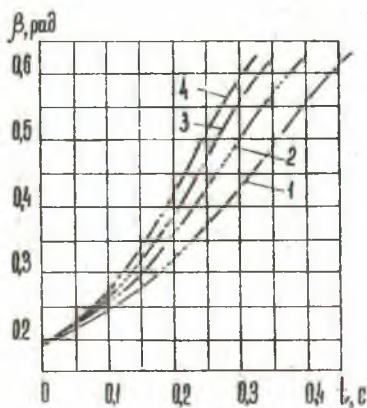


Рис.8. График зависимости  $t_p = f(\beta)$  механизма, выполненного по первой расчетной схеме:  
 1 -  $\omega^0 = 0$ рад; 2 -  $\omega^0 = 0,08$ рад; 3 -  $\omega^0 = 0,17$ рад;  
 4 -  $\omega^0 = 0,35$ рад

Необходимую производительность загрузочных устройств можно получить за счет изменения скорости движения тяговых органов или числа пар захватных механизмов. Но для этого требуется определение предельно-допустимых переносных скоростей.

Допустимая переносная скорость, исключающая возможность проскальзывания механизма под бревном, определяется из выражения

$$V_{3.M}^e = \frac{d_{min} - \sqrt{R_e - (d_{min} - R_e)}}{t_p}$$

Величину  $V_{3.M}^e$ , исключающую выкатывание бревна из приемного гнезда, необходимо рассматривать для двух характерных случаев:

- захватный механизм полностью раскрыт и транспортируемое бревно свободно вмещается в приемном гнезде

$$V_{3.M}^e = \sqrt{\frac{15g}{\sin \beta_1}} \sqrt{\frac{(R_{k1} + z)(\sin \beta_2 - \sin \beta_1)}{5} - \frac{z[\sin(\beta_2 - \varphi_{mp}) - \sin \beta_2]}{3}}$$



где  $\sin \beta_1 = \frac{H+z}{R_{кл} + z}$ ,  $\sin \beta_2 = \frac{h_2 + H}{R_{кл}}$ ,  $\varphi_{тр} = \arctg f$ ;

- захватный механизм частично утоплен, т.к. диаметр бревна не вмещается в его приемном гнезде (см.рис6)

$$V_{3.н}^e = \frac{z \sqrt{3g z}}{z - h_2} \sqrt{\sin(\arctg f + \arcsin \frac{H+h_2}{R_{кл}} - \arcsin \frac{z-h_2}{z})}$$

Численные значения  $V_{3.н}^e$ , при которых обеспечивается устойчивое положение в приемном гнезде транспортируемых бревен, достаточно велики (от 0,2 м/с для  $z = 55$  см до 2,0 м/с для  $z = 5$  см). Это дает основание полагать, что устройство, оснащенное одной или двумя парами захватных механизмов, сможет обеспечить загрузку практически любого последующего технологического механизма.

Экспериментальные исследования устойчивого положения бревен в приемном гнезде проводились на натуральных образцах при скоростях движения захватных механизмов  $V_{3.н} = 0,2; 0,3; 0,4; 0,6$  м/с, углах наклона НС  $\omega = 0; 0,08; 0,17; 0,35$  рад и превышениях кулисы над НС  $h_2 = I-15$  см (шаг 1 см).

Кроме того, из уравнений движения крайнего, относительного направления выдачи бревна получено выражение для определения величины усилия, необходимого для его отделения от пачки.

В ПЯТОМ РАЗДЕЛЕ изложены методика и результаты экспериментальных исследований предложенного устройства.

Экспериментальные исследования проводились в два этапа:

- на экспериментальной установке, выполненной в масштабе на основании геометрического и кинематического подобия;
- на натуральных образцах устройств, разработанных нами с использованием теоретических данных и основных результатов первого этапа исследований.

Основные задачи экспериментальных исследований состояли в проверке результатов теоретических исследований, вскрытии специфики и выявлении закономерностей процесса разделения пачек бревен, исследовании технологической надежности процесса потлучной выдачи, разработке рекомендаций для проектирования опытных образцов.

Конструкция модельной установки позволяла изменять скорость движения захватных механизмов, угол наклона НС и угол наклона задней стенки в пределах 0-0,52 рад.

В процессе исследований потлучного разделения пачки бревен

на модели опыты проводились при скоростях захватных механизмов 0,12м/с, 0,17м/с и 0,22м/с.

При проведении экспериментальных исследований на модели и натуральных образцах фиксировались процесс поштучного разделения (с использованием кино- и фотосъемки) и следующие показатели: количество бревен в пачке; количество выдач бревен; количество пар захватных механизмов, совершивших холостой ход; причина холостого хода; количество, причина и продолжительность реверсивных ходов; количество, причина и продолжительность остановок; размерно-качественные характеристики бревен в пачке.

В результате было установлено:

- параметры основных целевых органов устройства, принятые для масштабной модели, определены правильно и обеспечивают качественный разбор пачек бревен объемом до 10м<sup>3</sup> при цикле выдачи  $t_{\text{ц}}^{\text{м.п.}} = 2\text{с}$  и значении коэффициента заполнения захватных механизмов 0,95 - 0,99.

- анализ кинограмм процесса разделения пачек модельных бревен показал, что специфика процесса разделения предложенным способом достаточно проста и эффективна. Захватные механизмы предложенной конструкции выполняют весь комплекс функций, присущих процессу разделения и поштучной выдачи бревен.

Результаты, полученные на масштабной модели, проверялись на натуральных образцах загрузочных устройств, работающих на ряде предприятий Минлеспрома БССР (нижний склад Борисовского ЛПХ, лесобиржи объединений "Минскдрев", "Речицадрев" и др.) и Минпромстроя СССР (Сочинский ДФЗ), при общем объеме переработки около 300т.м<sup>3</sup> сырья.

Исследования загрузочных устройств в условиях производства проводились на бревнах хвойных и лиственных пород длиной 4,5-6,5м и диаметром от 10 до 80см. Установлены следующие общие для них особенности: принцип разбора пачек лесоматериалов, заложенный в основу их работы, является правильным и весьма эффективным; устройства полностью соответствуют своему назначению, способны расформировать пачки лесоматериалов объемом 10-35м<sup>3</sup>; параметры устройств определены и заложены правильно, соответствуют технической документации и обеспечивают нормальную их работу в соответствии с поставленной целью и назначением; отмечаются высокие эксплуатационные качества устройств, соответствие их требованиям техники безопасности, охраны труда, патентной чистоты и защиты, преимуществ по сравнению с лучшими образцами.

С учетом результатов производственных испытаний и заявок промышленных предприятий Минлеспром БССР принял решение изготовить в 1982г. опытно-промышленную серию загрузочных устройств предложенной конструкции.

Расчет экономической эффективности загрузочных устройств определен с учетом фактических показателей их использования. Годовой экономический эффект от применения одного устройства составляет 4,1-6,5 тыс.руб.

### ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

В результате изучения существующих способов и средств механизации процесса разбора пачек круглых лесоматериалов, анализа опыта их эксплуатации в условиях производства, а также на основании теоретических и экспериментальных исследований, предложенных нами, способа и устройств для поштучной выдачи круглых лесоматериалов можно сделать следующие выводы:

1. Литературные данные и сопоставление работы существующих устройств поштучной выдачи круглых лесоматериалов при первичной обработке использованы для выявления минимально необходимого набора и оптимальной последовательности операций процесса разбора пачек лесоматериалов. При этом установлено, что существующие устройства, хотя и механизуют процесс, имеют недостатки, связанные либо с наличием лишних операций, либо с их неоптимальной последовательностью, приводящие к увеличению габаритов оборудования, затрат энергии и материалов.

2. Исследования функций целевых органов загрузочных устройств показали целесообразность и возможность совмещения в одном целевом органе ряда функций других.

3. В результате предложены принципиально новые способ и устройства поштучного отделения круглых лесоматериалов, выгодно отличающиеся от известных по своим конструктивным особенностям, экономичности и простоте процесса поштучного отделения. Захватные органы этих устройств совмещают функции ориентирующего, контрольно-исполнительного, регулирующего и транспортного органов.

4. Для оценки работоспособности и определения области применения устройств с помощью ЭВМ установлены связи между функциональными возможностями устройства и размерно-качественными характеристиками круглых лесоматериалов.



5. Получены аналитические зависимости для установления статической и динамической разрешающей способности, предельно-допустимых скоростей движения и минимального цикла срабатывания захватных механизмов, определяющих надежность работы и производительность предложенных устройств.

6. Разработана методика определения оптимальных параметров захватных органов устройств, удовлетворяющих условиям надежной поштучной выдачи лесоматериалов.

7. Приведенные теоретические выкладки и базирующиеся на них методы расчетов подтверждены экспериментальными данными, полученными в лабораторных условиях и в процессе эксплуатации опытных образцов на ряде предприятий отрасли, что свидетельствует о целесообразности их применения при разработке нового прогрессивного технологического оборудования лесных складов и лесоперевалочных предприятий.

8. Показано, что предложенные способ и устройства обеспечивают надежную, высокопроизводительную поштучную выдачу лесоматериалов ( $L_{ц}^{н/п} = 2с$ ) в широком диапазоне изменения их размерно-качественных характеристик при сравнительно малых энергозатратах (3кВт) и металлоемкости (4,5т при объеме загрузки  $10м^3$  и 7,5т при  $30м^3$ ). Удельная энергоемкость предложенного устройства в 2 раза меньше, чем у разобшителя ЛТ-ЭО, и в 6 раз меньше, чем у раскаточного устройства УРП-12, а удельная металлоемкость соответственно меньше в 1,5 и в 4 раза. Благодаря универсальности, простоте и компактности конструктивного исполнения устройства легко вписываются в существующие технологические потоки.

9. Результаты теоретических и экспериментальных исследований использованы при разработке технической документации на изготовление экспериментальных образцов и опытно-промышленной серии устройств, а также найдут применение в других отраслях промышленности, например, в машиностроении в случае разбора пачек изделий цилиндрической формы (труб, отливок, стержней и т.д.).

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. А.с. 459391 (СССР). Устройство для поштучной выдачи бревен. Оpubл. в Б.И., 1975, №5. В соавторстве с С.Х.Будыка, С.С.Лебедем.

2. Исследование поля скоростей захватных органов поперечных цепных транспортеров. Сб. "Механизация лесоразработок и транспорт

леса". - Мн: Высшая школа, вып.6, 1976, с.127-131. В соавторстве с С.С.Лебедем.

3. Разбор пакетов круглых лесоматериалов. Тезисы докладов на IV Научно-технической конференции ЦНИИлесосплава "Новое в технике и технологии лесосплава", Л., 1976, с.64-66.

4. А.с. 548515 (СССР). Устройство для поштучной выдачи изделий на приемный конвейер. Оpubл. в Б.И., 1977, №8. В соавторстве с С.С.Лебедем, Н.И.Жарковым, Н.Н.Ярмолинским.

5. А.с. 573426 (СССР). Размолочная машина. Оpubл. в Б.И., 1977, №35. В соавторстве с С.С.Лебедем, В.Л.Николичевым, Н.И.Жарковым.

6. Разрешающая способность захватного приспособления. Изв. высш. учеб. заведений. Лесной журнал, вып.4, Архангельск, 1978, с. 115-119. В соавторстве с С.С.Лебедем.

7. Механизация процесса поштучной выдачи бревен. Тезисы докладов на III Всесоюзной научно-технической конференции МЛТИ "Комплексная механизация и автоматизация подъемно-транспортных работ в лесной и деревообрабатывающей промышленности". М., 1978, с.107-109. В соавторстве с С.Х.Будыка, С.С.Лебедем, Н.И.Жарковым,

8. А.с. 643403 (СССР). Устройство для поштучной выдачи бревен. Оpubл. в Б.И., 1979, №3. В соавторстве с С.С.Лебедем, Н.Н.Ярмолинским.

9. А.с. 673567 (СССР). Устройство для разбора пакета длинномерных изделий и поштучной их выдачи. Оpubл. в Б.И., 1979, №26. В соавторстве с С.С.Лебедем.

10. А.с. 713134 (СССР). Устройство для поштучной выдачи бревен. Оpubл. в Б.И., 1980, №4. В соавторстве с С.С.Лебедем.

11. Уравнения движения захватного кривошипно-кулисного механизма. Сб. "Механизация лесоразработок и транспорт леса", - Мн: Высшая школа, вып.10, 1980, с.52-53. В соавторстве с С.С.Лебедем.

12. Основы классификации загрузочных устройств для разбора пакетов круглых лесоматериалов. Сб. "Механизация лесоразработок и транспорт леса". - Мн: Высшая школа, вып.10, 1980, с.53-63.

13. Анализ конструкции захватного механизма и определение его основных параметров. Сб. "Механизация лесоразработок и транспорт леса". - Мн: Высшая школа, вып.11, 1981, с.34-47. В соавторстве с С.С.Лебедем.

Демьян Макарович Гайдукевич

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ  
РАЗБОРА ПАЧЕК КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Подписано в печать 20.II.81. АТ 13830 Формат 60x84 1/16.

Печать офсетная. Усл.печ.л. I. Уч-изд.л. I, I. Тираж 100экз.

Заказ 568 . Бесплатно.

Отпечатано на роталпринте БТИ им.С.М.Кирова.

220630, Минск, Свердлова, 13.