

634.0.3
Т36

Министерство высшего и среднего специального образования
БССР

Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова

630*323.4
На правах рукописи

Теслюк Степан Константинович

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПАЧКОВОЙ РАСКРЯЖЕВКИ ХЛЫСТОВ

Специальность 05.21.01. «Процессы и технология
лесоразработок, лесозаготовок, лесного хозяйства,
лесопильных и деревообрабатывающих производств».

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва — 1976

Работа выполнена в лаборатории первичной обработки древесины Центрального научно-исследовательского и проектно-конструкторского института механизации и энергетики лесной промышленности (ЦНИИМЭ).

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

Официальные оппоненты:

профессор, доктор технических наук **В. И. Алябьев**;
доцент, кандидат технических наук **М. В. Ходосовский**.

Ведущее предприятие — Всесоюзное лесопромышленное объединение Тюменьлеспром.

Защита состоится «*4*» *мая* 197*7* г. на заседании специализированного совета К-497/2 по присуждению ученой степени кандидата наук в Белорусском технологическом институте им. С. М. Кирова. *В102*.

Адрес: 220630, г. Минск--50, ул. Свердлова, 13а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского технологического института им. С. М. Кирова.

Автореферат разослан «*31*» *марта* 197*7* г.

Ученый секретарь специализированного совета, доцент, кандидат технических наук *Е. А. Грушевская*.

634.0-3
Т36

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

14

Актуальность темы. "Основными направлениями развития народного хозяйства СССР на 1976-1980 годы", утвержденными XXV съездом КПСС, предусмотрено внедрение лесозаготовительной промышленности современного высокопроизводительного оборудования и прогрессивных технологических процессов. К концу пятилетки производительность труда на предприятиях лесной и деревообрабатывающей промышленности должна возрасти на 25-27%.

Повышение производительности труда в лесной промышленности во многом предопределяет технология и организация работ на нижних лесных складах. Особенно эффективным и прогрессивным технологическим направлением является способ групповой обработки древесины, разработанный ЦНИИМЭ.

Технологический процесс на основе групповой обработки требует создания высокопроизводительных установок для пачковой раскряжевки хлыстов. Обеспечение беззажимной раскряжевки и уменьшение отходов древесины в этом процессе является основной задачей при создании установок групповой обработки. Решение её возможно на основе глубокого изучения раскряжевываемой пачки хлыстов. Однако, несмотря на большую актуальность, исследованию этих вопросов до настоящего времени не уделялось должного внимания.

С о с т о я н и е в о п р о с а. Исследования, проведенные за последние годы в ЦНИИМЭ, показали, что цепные пилы могут успешно применяться для раскряжевки пачек хлыстов на сортименты. Однако, надежно работающие установки, позволяющие исключать зажимы пильного аппарата в пропилах, отсутствуют.

В нашей стране и за рубежом накоплен значительный опыт индивидуальной раскряжевки хлыстов на сортименты. Исследования, проведенные в этом направлении профессорами Д.К.Воеводой, Г.К.Вильке, Б.Г.Залегаллером, А.И.Ларионовым, В.С.Петровским, кандидатами технических наук Г.М.Васильевым, Н.И.Биланиным, В.И.Кондратьевым и другими учеными, не могут быть применены для пачковой раскряжевки хлыстов. Раскряжевка пачек хлыстов имеет ряд особенностей. Пачка хлыстов представляет сложную материальную систему взаимодействующих тел. Беззажимный процесс её раскряжевки зависит от многих факторов, основными из которых являются: кривизна хлыстов, структура их укладки в пачке и недостаточная устойчивость отпиливаемых сортиментов.

4423ар

БИБЛИОТЕКА БТИ
ИМЕНА С. М. КИРОВА

Неточный выбор параметров приемного устройства, например, приводит к частым зажимам в пропилах пильного аппарата и малой надежности установки.

Расматривая пачку хлыстов в поперечном сечении как сыпучее тело и принимая ее вдоль оси за многослойную неразрезную балку переменного сечения со сплошной неравномерно распределенной нагрузкой, можно с достаточной для практики точностью рассчитать параметры приемного устройства установки пачковой раскряжевки хлыстов, в котором обеспечивается беззажимная раскряжевка и минимизация отходов в ее процессе. Конкретных исследований по этим вопросам применительно к пачковой раскряжевке хлыстов в опубликованной литературе фактически нет.

Ц е л ь р а б о т ы. Получение данных, необходимых для выбора типа пильного аппарата и проектирования приемного устройства установки пачковой раскряжевки хлыстов.

О с н о в н ы е з а д а ч и и с с л е д о в а н и я. Для достижения указанной цели потребовалось решить следующие задачи:

1. Исследовать причины, вызывающие зажимы пильного аппарата при раскряжевке пачек хлыстов.
2. Определить прогиб пачки хлыстов вдоль продольной оси.
3. Определить коэффициент концентрации напряжений в месте пропила.
4. Определить форму поперечного сечения приемного устройства.
5. Определить оптимальные геометрические размеры пачки хлыстов и правила ее укладки в приемное устройство.
6. Разработать математическую модель геометрических параметров пачки хлыстов.

Н а у ч н а я н о в и з н а. Впервые разработана методика расчета геометрических параметров приемного устройства установки пачковой раскряжевки хлыстов с учетом характеристик лесосечного фонда и подсортировки древесины. Получены аналитические зависимости для определения оптимальных параметров приемного устройства и типа пильного аппарата.

М е с т о п р о в е д е н и я и о б ъ е к т э к с п е р и м е н т а л ь н ы х и с с л е д о в а н и й. Экспериментальные исследования были подготовлены в ЦНИИЭ и проведены на испытательном полигоне Крестецкого ордена Трудового Красного Знамени лесхоза ЦНБМЭ. Эксперименты проводились на опытных установках и установках пачковой раскряжевки хлыстов АР-1 и ПГ-4.

Практическая ценность. Результаты исследований представлены в виде рекомендаций, методик, аналитических и графических зависимостей, защищаемых автором, которые могут быть применены при создании установок пачковой раскрывки хлыстов.

Реализация работы. Результаты работы использованы при обосновании параметров установок пачковой раскрывки хлыстов ДО-62 и ПГ-4, которые создаются при непосредственном участии и руководстве автора.

Апробация работы. Результаты настоящих исследований нашли отражение в научных отчетах, обсуждались на секции Ученого Совета ЦНИИМЭ в 1973-1975 гг. и получили положительную оценку.

Публикация. По материалам диссертации опубликовано пять работ и получено авторское свидетельство на изобретение.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и трех приложений. Основная часть содержит 182 страницы машинописного текста. Общее количество рисунков - 53, таблиц - 12. Приложения состоят из 22 страниц. Список литературы включает 93 наименования, из них 4 зарубежные.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАБОТЫ

Исследование причин, вызывающих зажим пильного аппарата при раскрывке пачек хлыстов. При раскрывке пачек хлыстов нередко наблюдаются зажимы режущего органа торцами выпиливаемых сортиментов в пропиле из-за перемещения внутри пачки. Поэтому для обеспечения условий беззажимной раскрывки и выбора для нее соответствующего рабочего органа важно знать величину и характер указанных перемещений. Анализ вариантов укладки кривых хлыстов в пачке показывает, что максимальные перемещения при раскрывке имеют соседние хлысты, у которых кривизна пртивоположна. Перемещение в пачке возможно в любой плоскости.

При смещении любого сортимента в какой-нибудь плоскости так, что торец его перекрывает зону пропила на величину, большую чем величина развода зубьев режущего органа, происходит зажим последнего. Перемещение нижней точки торца сортимента относительно центра поворота, например, вниз под действием собственного веса и веса находящихся сверху сортиментов на величину стрелы прогиба h вызывает её смещение на величину Δx

$$\Delta x = \sqrt{h^2 + (e-x)^2} - (e-x) \quad (I)$$

где l — длина кривизны оси ствола; x — расстояние от начала кривизны до места пропила.

Смещение верхней точки торца определяется из уравнения

$$\Delta x_1 = \sqrt{2dh + h^2 + (l-x)^2} - (l-x), \quad (2)$$

где α — диаметр хлыстов в месте пропила.

Вычисление величины перемещений для раскряжеваемых хлыстов, имеющих 2% кривизны по формулам (1,2) показывает, что торцы выпиливаемых сортиментов смещаются на величину более 10 мм. Происходит полное перекрытие зоны пропила и зажим в нем режущего органа.

Менее всего подвержен зажиму режущий орган, выполненный в виде цепной пилы. Однако даже цепная пила с П-образной рамкой и узкой конусной шиной не исключает зажимов.

Определение уравнения прогиба пачки хлыстов. Производственный опыт раскряжевки хлыстов показал, что изгиб уложенной в приемное устройство пачки выпуклостью вверх позволяет значительно уменьшить количество зажимов шины с цепью. Кроме того, изгиб пачки уменьшает кострение хлыстов в ней. Однако при раскряжевке изогнутой пачки в некоторых случаях появляются трещины и сколы у выпиливаемых сортиментов, что снижает выход деловой древесины. Поэтому определяется допустимый изгиб пачки хлыстов в приемном устройстве, при котором не появляются дефекты в древесине и улучшается процесс раскряжевки. В процессе производства трудно изменить размеры приемного устройства для каждой пачки хлыстов в отдельности и, очевидно, необходимо принять такое приемное устройство, которое обеспечивало бы раскряжевку всех пачек хлыстов без дефектов получаемых сортиментов и без зажимов пильного аппарата. Применение специальных устройств для прогиба пачки хлыстов неприемлемо, так как они усложняют приемное устройство. Прогиб пачки хлыстов можно обеспечить только за счет собственного веса, он будет иметь максимальную величину при укладке пачки на опору, находящуюся под центром тяжести.

При определении прогиба пачки принималось, что хлыст максимального диаметра и длины находится внизу пачки и изгибается под собственным весом, а вес вышележащих хлыстов на него не действует, что вполне возможно, когда все пачки состоят из хлыстов одинаковых диаметров. Такие допущения дали возможность определить уравнение пригиба пачки только по одному хлысту максимального диаметра. Центр тяжести хлыста $X_{4.7}$ определяется по формуле

$$x_{ц.г} = \frac{\int_0^{H'} x g(x) dx}{\int_0^{H'} g(x) dx} \quad ; \quad (3)$$

где $g(x) = \gamma \frac{\pi d^2(x)}{4}$ – распределение массы хлыста вдоль продольной оси; $d(x)$ – текущий диаметр хлыста; γ – плотность древесины; H' – длина хлыста, диаметр вершины которого равен 6 см.

Изучение математических моделей образующей ствола дерева показало, что известные уравнения недостаточно точно описывают геометрические параметры хлыста, особенно в комлевой части. С целью уточнения образующей по экспериментальным измерениям и методу наименьших квадратов на ЭВМ получено уравнение ствола дерева типа

$$d(x) = d_{0,5H} \left[a_5 \left(\frac{x}{H} \right)^5 + a_4 \left(\frac{x}{H} \right)^4 + a_3 \left(\frac{x}{H} \right)^3 + a_2 \left(\frac{x}{H} \right)^2 + a_1 \left(\frac{x}{H} \right) + a_0 \right], \quad (4)$$

где $d_{0,5H}$ – диаметр ствола на половине высоты дерева; a_i – коэффициенты, зависящие от породы дерева и условий местопроизрастания (см. таблицу).

Параметры уравнения образующей

Порода	Значения коэффициентов						
	a_5	a_4	a_3	a_2	a_1	a_0	
Ель	-31,883	85,678	-85,328	37,272	-7,496	1,758	
Сосна	-21,689	58,987	-61,187	28,747	-6,677	1,810	

Сравнение значений, полученных по нашим уравнениям, с фактическими данными показало, что наибольшие величины отклонений в комлевой части ствола дерева составляют 2-3 см. Значения отклонений равновероятны как с положительными знаками, так и с отрицательными. В средней части ствола дерева отклонения не выходят за пределы ± 1 см.

Подстановкой уравнения образующей (4) в формулу (3), с помощью ЭВМ были получены координаты центра тяжести хлыстов. Для сосновых хлыстов $x_{ц.г} = 0,345 H'$, для еловых хлыстов $x_{ц.г} = 0,332 H'$.

Для определения прогиба пачки хлыстов нижний хлыст в пачке рассматривался как балка переменного сечения с изменяющейся сплош-

ной нагрузкой $g(x)$ и опирающаяся на опоры разной высоты. На хлыст действует две разновидности сил: неравномерно распределенная нагрузка от веса хлыста, направленная вниз, и силы реакций опор, направленные вверху. Опоры расположены по высоте таким образом, что все реакции, кроме одной, расположенной под центром тяжести хлыста, равны нулю и он находится в устойчивом положении $\sum M_{ч.г} = 0$. Прогиб хлыста определяется из известного уравнения

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M(x)}{E J(x)},$$

где $M(x)$ — изгибающий момент от распределенной нагрузки; $E J(x)$ — жесткость хлыста, зависящая от расстояния по стволу к его сбега.

Рассматривая хлыст как балку (рис. I), которая разделяется на два участка: от А до С — первый и от С до В — второй, и используя метод и обозначения М. Е. Микеладзе (1948), получены уравнения изогнутой оси хлыста:

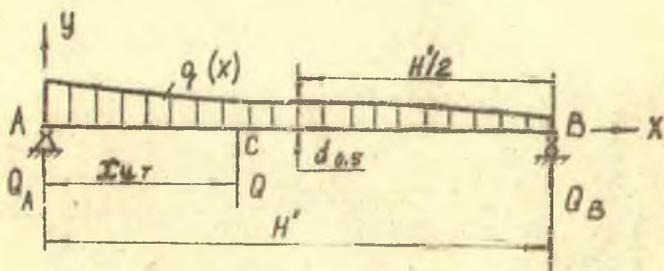


Рис. I. Расчетная схема хлыста

для первого участка

$$E y(x) = \frac{x}{H'} \left[- \int_0^{H'} \frac{(H'-\tau)}{J(\tau)} d\tau \int_0^{\tau} (t-\tau) g(t) dt + Q \int_0^{H'} \frac{(H'-\tau)(\tau-x_{ч.г})}{J(\tau)} d\tau \right] + \int_0^x \frac{(x-\tau)}{J(\tau)} d\tau \int_0^{\tau} (t-\tau) g(t) dt; \quad (5)$$

для второго участка

$$E y(x) = \frac{x}{H'} \left[- \int_0^{H'} \frac{(H'-\tau)}{J(\tau)} d\tau \int_0^{\tau} (t-\tau) g(t) dt + Q \int_{x_{ч.г}}^{H'} \frac{(H'-\tau)(\tau-x_{ч.г})}{J(\tau)} d\tau \right] + \int_0^x \frac{(x-\tau)}{J(\tau)} d\tau \int_0^{\tau} (t-\tau) g(t) dt - Q \int_{x_{ч.г}}^x \frac{(x-\tau)(\tau-x_{ч.г})}{J(\tau)} d\tau, \quad (6)$$

где τ и t - дополнительные переменные.

Вычисление уравнений прогиба хлыстов по формулам (5, 6) производилось на ЭВМ, а также проверялось экспериментально в Крестецком леспромхозе. Проведенные измерения показывают, что для хлыстов большого диаметра с достаточной для практики точностью можно рассчитывать упругую линию хлыста по предложенным нами формулам (5, 6).

При определении возможности бездефектной раскряжевки изогнутой пачки хлыстов установлено, что торцовые трещины и сколы у сортиментов наиболее вероятны в нижнем ряду, так как хлысты нижнего ряда имеют наименьший радиус кривизны по длине пачки. При раскряжевке изогнутой пачки упругие линии хлыстов меняются и на опорах возникают реакции. Изменяются также изгибающие моменты по длине хлыстов, которые могут вызвать разрушение сортиментов в месте пропела.

На рис. 2 представлена расчетная схема хлыста из нижнего ряда пачки максимального диаметра и длины.

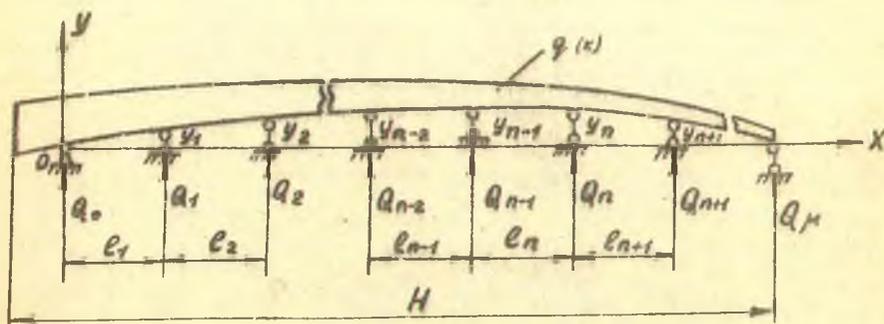


Рис. 2. Расчетная схема сил, действующих на нижний хлыст пачки во время раскряжевки

Хлыст рассматривается как неразрезная балка переменного сечения, лежащая на $m + 1$ опорах, которые расположены на разных высотах и остаются неподвижными в вертикальном направлении. Расчет балки производится с помощью уравнения трех моментов

$$\begin{aligned} & \frac{M_{n-1}}{l_n^2} \int_0^{l_n} \frac{\tau(l_n-\tau)}{J_n(\tau)} d\tau + \frac{M_{n-0}}{l_n^2} \int_0^{l_n} \frac{\tau^2 d\tau}{J_n(\tau)} + \frac{M_{n+0}}{l_{n+1}^2} \int_0^{l_{n+1}} \frac{\tau(l_{n+1}-\tau)}{J_{n+1}(\tau)} d\tau + \\ & + \frac{M_{n+1}}{l_{n+1}^2} \int_0^{l_{n+1}} \frac{\tau(l_{n+1}-\tau)}{J_{n+1}(\tau)} d\tau = \frac{A_{n-1,n}}{l_n} - \frac{A_{n,n+1}}{l_{n+1}} - A'_{n-1,n} + \\ & + \frac{\bar{M}_{n-1,n}}{l_n^2} \int_0^{l_n} \frac{\tau^2}{J_n(\tau)} d\tau + \frac{\bar{M}_{n,n+1}}{l_{n+1}^2} \int_0^{l_{n+1}} \frac{\tau(l_{n+1}-\tau)}{J_{n+1}(\tau)} d\tau + E \left\{ \frac{y_{n+1} - y_n}{l_{n+1}} - \frac{y_n - y_{n-1}}{l_n} \right\}, \end{aligned}$$

где y_n и y_{n+1} — ординаты точек опор с номером n и $n+1$;
 $J_n(\tau)$ и $J_{n+1}(\tau)$ — моменты инерции n и $n+1$ пролетов;
 M_{n-1}, M_n, M_{n+1} — моменты на опорах $n-1, n, n+1$;
 l_n, l_{n+1} — длины двух последовательных пролетов;

$$\bar{M}_{n-1,n} = \int_0^{l_n} (\tau) g(\tau) d\tau;$$

$$\bar{M}_{n,n+1} = \int_0^{l_{n+1}} (\tau) g(\tau) d\tau;$$

$$A_{n-1,n} = \int_0^{l_n} \frac{\tau(l_n-\tau)}{J_n(\tau)} d\tau \int_0^{\tau} (\tau-t) g(t) dt;$$

$$A'_{n-1,n} = \int_0^{l_n} \frac{d\tau}{J_n(\tau)} \int_0^{\tau} (\tau-t) g(t) dt;$$

$$A_{n,n+1} = \int_0^{l_{n+1}} \frac{\tau(l_{n+1}-\tau)}{J_{n+1}(\tau)} d\tau \int_0^{\tau} (\tau-t) g(t) dt.$$

Для крайних опор моменты от свешивающихся концов определяются по формуле

$$M = \int_0^x (\tau) g(\tau) d\tau,$$

где x — длина консоли.

Изгибающий момент в месте пропила определяется по формуле

10.

$$M_x = M_x^0 + M_{n+1} + \frac{M_n - M_{n-1}}{l_n} x,$$

где M_x^0 — изгибающий момент от внешней нагрузки, вычисленный как для простой балки.

Определение коэффициента концентрации напряжений в месте пропила. В результате теоретического анализа выявлено, что в месте пропила существует отступление от чистого изгиба, возникает концентрация напряжений, что является причиной появления трещин и сколов в торцах сортиментов. Оценка прочности ослабленной древесины в месте пропила осуществляется эффективным коэффициентом концентрации, под которым принимается отношение предела прочности при статическом изгибе без концентрации напряжений к пределу прочности с их концентрацией, имеющих равные абсолютные размеры сечений, т.е.

$$d_k = \frac{\sigma_{432}}{\sigma_{432,k}},$$

где σ_{432} — предел прочности при изгибе гладких образцов (без концентрации напряжений);

$\sigma_{432,k}$ — предел прочности с концентрацией напряжений.

В результате экспериментальных исследований с помощью специально разработанного оборудования определена величина коэффициента концентрации напряжений в месте пропила в зависимости: от величины недопила, ширины пропила, диаметра хлыста в месте пропила и породы древесины.

На рис. 3 представлены кривые для ели, которые построены по экспериментальным точкам и, следуя теоретическим исследованиям, продлены от величины недопила, равной нулю, до величины, равной диаметру хлыста в месте реза.

Исследования по выбору формы поперечного сечения приемного устройства. При исследовании формы поперечного сечения приемного устройства пачка хлыстов рассматривалась как сыпучее тело. Из возможных конструкций приемных устройств выбраны наиболее простые: в виде платформы, по длине которой установлены жесткие стойки; в виде платформы, по длине которой установлены жесткие стойки и между противоположными из них подвешены гибкие нити.

Напряжения по стойкам и основанию (по длине гибкой нити) приемного устройства, в дальнейшем именуемое давлением по контуру, дают

11.

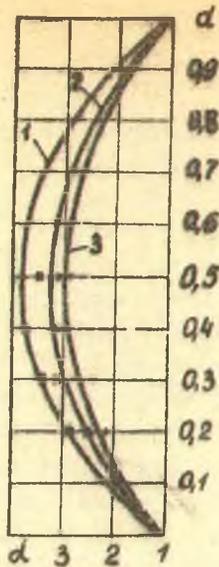


Рис. 3. Зависимость коэффициента концентрации напряжений от величины недопила в долях диаметра: 1 - ширина пропила 11 мм; 2 - ширина пропила 18 мм; 3 - ширина пропила 25 мм.

возможность определить напряжения внутри пачки хлыстов. Чем больше внутренние силы, тем более устойчивое положение занимает любой хлыст и тем менее будет перемещений сортиментов во время раскряжевки пачки.

Для первого приемного устройства.

Объем эпюр нормальных σ_n и касательных τ_n напряжений, построенных вдоль стоек, определяет давление на них пачки хлыстов

$$E_{n_1} = \iint_F \sigma_n dF; F_T = \iint_F \tau_n dF; dF = H'dy,$$

где H' - длина хлыстов.

На основание приемного устройства действуют только нормальные напряжения, так как касательные напряжения малы (вследствие отсутствия возможности смещений вдоль основания). Давление на основание находится по формуле

$$E_{n_2} = \iint_F \sigma_n dF; dF = H'dx.$$

Равнодействующая давления по контуру равна

$$\Sigma E = 2E_{n_1} + E_{n_2}; \quad (7)$$

где $E_{n_2} = P - 2E_{\tau}$;
 P - вес пачки хлыстов.

Давление на стойки определяется с помощью теории предельного равновесия, разработанной В.В.Соколовским (1960).

Для второго приемного устройства.

Найдены основные уравнения связи между параметрами укладываемой пачки хлыстов и пачки, сформированной для раскрывки в приемном устройстве, которые служат для практических расчетов. Уравнения связи получены с использованием теории гибких оболочек, разработанной К.М.Хуберяном (1949).

Давление по контуру гибкой нити определяется по формуле

$$E = 2\gamma \sqrt{m^2 + 1} \int_0^f (f-y) \sqrt{\frac{4A^2 - (1-m)(2A - 2mfy + my^2)^2}{4A^2 - (2A - 2mfy + my^2)^2}} dy, \quad (8)$$

где $A = \frac{T_0}{\gamma}$;

T_0 - натяжение гибкой нити в ее нижней точке;

γ - плотность пачки хлыстов;

f - высота пачки в рассматриваемом сечении;

m - величина отношения интенсивности горизонтального к интенсивности вертикального давления внутри пачки;

y - ордината.

Для определения интенсивности горизонтального к интенсивности вертикального давлений внутри пачки хлыстов и сравнения результатов опытов со значениями, полученными теоретически, проводились экспериментальные исследования. Проведенные эксперименты подтверждают, что в пачке хлыстов, уложенной в приемное устройство с гибкой нитью, напряженное состояние можно принять по Ранкину

$$m = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right),$$

где φ - угол внутреннего трения хлыстов в пачке.

Для сравнения двух типов приемных устройств определена величина равнодействующей давления по контуру для пачки хлыстов условной длины l м, имеющей площадь поперечного сечения $\omega = 2,7 \text{ м}^2$, плотность $\gamma = 500 \text{ кг/м}^3$, уложенной в приемное устройство с жесткими вертикальными стойками, и в приемное устройство с жесткими вертикальными стойками и гибкими нитями (рис. 4).

Изменение зависимостей показывает, что с уменьшением ширины приемного устройства давление по контуру увеличивается. У приемного устройства с гибкими нитями равнодействующая давления значительно

больше чем у приемного устройства без гибких нитей. Ширину приемного устройства с целью улучшения процесса раскряжевки без зажимов пильного аппарата необходимо уменьшить до размеров, при которых возможна загрузка пачки хлыстов без разобщения ее на части.

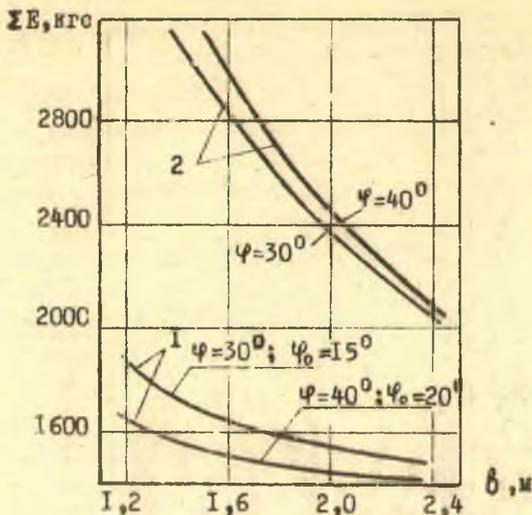


Рис. 4. Зависимость величины равнодействующей давления по контуру от ширины приемного устройства:

1 - приемное устройство с жесткими вертикальными стойками;

2 - приемное устройство с жесткими вертикальными стойками и гибкими нитями;

φ - угол трения хлыстов о стойки.

Определение оптимальных геометрических параметров пачки хлыстов. В результате анализа вариантов укладки пачки хлыстов в приемном устройстве установлено, что сортименты имеют минимальный скос торцов при расположении пачки параллельно оси движения пильного механизма. При этом размеры поперечного сечения приемного устройства по длине не одинаковы и определяются сбегом пачки.

Наибольший скос торцов выпиливаемых сортиментов определяется по формуле

$$f = d \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \cos \frac{d}{\sqrt{f_1^2 + d^2 + f_2^2}},$$

где f_1 - величина разворота верхней (нижней) точки торца относительно противоположной точки диаметра вокруг горизонтальной оси;

f_2 - величина разворота крайней правой (левой) точки торца относительно противоположной точки диаметра вокруг вертикальной оси;

d - диаметр хлыста в месте реза.

Определение математической модели пачки хлыстов. Математическая модель пачки - зависимость между величиной рассматриваемой площади поперечного сечения и расстоянием от плоскости комлевых торцов.

По математической модели пачки хлыстов и задаваемой форме ее поперечного сечения, а также по прогибу по длине определяются геометрические параметры приемного устройства.

При разработке математической модели пачки, с учетом известных научных положений лесной таксации и биологических особенностей формирования стволов деревьев различных пород, нами получено, что изменение площади поперечного сечения по длине пачки описывается зависимостью

$$\omega(x) = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i(x)}{K(x)},$$

где $\sum_{i=1}^n \omega_i(x)$, $K(x)$ - соответственно сумма площадей поперечных сечений хлыстов и коэффициент полндревесности по длине пачки.

Используя метод статистического моделирования с помощью формулы (4), определялись значения $\sum_{i=1}^n \omega_i(x)$. Анализ отношения площадей поперечных сечений хлыстов моделируемых пачек на относительных расстояниях от плоскости их комлей к площади сечения пачки на расстоянии 0,5 Н (Н - средняя длина ствола дерева) достаточно ясно показывает, что имеется единство сбегания по относительным длинам.

Так как процент хлыстов одной породы с кривизной, сучковатостью и другими пороками из лесосеки одинакового бонитета и возраста одинаков, то стохастическая функция $K(x)$ стационарна. Величина коэффициента полндревесности $K(x)$ определена экспериментально. На рис. 5 приведены средние значения коэффициента полндревесности для пачек хлыстов из ели.

Для расчета геометрических параметров приемного устройства получена формула

$$\omega(x) = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i (0,5H) \left[-65,199 \left(\frac{x}{H}\right)^5 + 189,489 \left(\frac{x}{H}\right)^4 - 292,144 \left(\frac{x}{H}\right)^3 + 96,016 \left(\frac{x}{H}\right)^2 - 21,32 \left(\frac{x}{H}\right) + 3,184 \right]}{K(x)}$$

где $K(x)$ - определяется из графика по рис. 5.

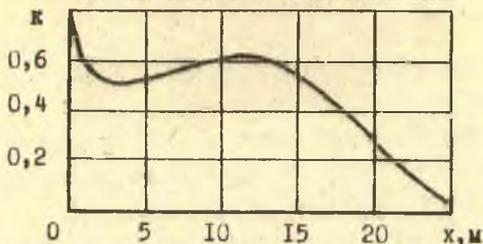


Рис. 5. Изменение коэффициента полнодревесности по длине пачки хлыстов

Экономическая эффективность от беззажимной пачковой раскрывки хлыстов. Рост производительности установки достигается за счет сокращения цикла раскрывки пачки хлыстов в среднем на 2,5 минуты. При среднем объеме пачки хлыстов 26 м^3 производительность возрастает на 17%. Годовой экономический эффект для одной установки составляет 4380 руб.

ВЫВОДЫ

1. В результате теоретических и экспериментальных исследований получена приближенная модель процесса раскрывки пачки хлыстов, которая использована для обоснования основных параметров установки для пачковой раскрывки хлыстов.

2. При раскрывке пачек хлыстов, случайно уложенных в приемное устройство, выпиливаемые сортаменты могут смещаться и перекрывать зону пропила на величину более 10 мм, что вызывает зажимы пильного аппарата.

3. Основными факторами, влияющими на зажимы пильного аппарата, являются кривизна хлыстов, структура их укладки в пачке и недостаточная устойчивость выпиливаемых сортаментов. Вероятность зажимов пильного аппарата уменьшается при прогибе пачки хлыстов и правильном выборе формы поперечного сечения приемного устройства.

4. На основании теоретических и экспериментальных исследований получены: уравнение упругой линии прогиба пачки хлыстов вдоль продольной оси в приемном устройстве; математические зависимости для определения изгибающих моментов и коэффициента концентрации напряжений в месте пропила. Эти зависимости позволяют определить пределы прогиба пачки хлыстов в приемном устройстве и раскряжевывать ее на сортименты без сколов и трещин.

5. Наиболее простыми являются два типа приемных устройств: с жесткими стойками, с жесткими стойками и гибкими нитями. Рассматривая пачку хлыстов в поперечном сечении как сыпучее тело и исходя из максимальной устойчивости выпиливаемых сортиментов, получены следующие закономерности для расчета форм поперечных сечений этих типов приемных устройств:

а) при увеличении скорости резания до пределов прочности пильных цепей и уменьшении длины пропила (ширины приемного устройства) снижаются усилия, передаваемые цепью на хлысты, и повышается их устойчивость в пачке;

б) напряженное состояние в пачке хлыстов, уложенной в приемное устройство с гибкими нитями, можно принять по Рэнкину, что подтверждено экспериментальными исследованиями;

в) приемное устройство с гибкими нитями обеспечивает большее обжатие пачки хлыстов и тем самым уменьшает количество зажимов пильного аппарата в пропилах;

г) уменьшение ширины приемного устройства в месте укладки комлей пачки до 1,6–2,2 м (объем пачки 25–30 м³) увеличивает устойчивость хлыстов в ней и улучшает процесс беззажимного пиления.

6. Разработана и экспериментально подтверждена математическая модель геометрических параметров пачки хлыстов, связывающая площадь сечения пачки и расстояние от плоскости комлей, которая позволяет определять длины гибких нитей и расстояние между стойками в приемном устройстве, и в результате этого пачка укладывается без костре-ния хлыстов.

7. Рекомендованные геометрические параметры приемного устройства обеспечивают раскряжевку пачек хлыстов хвойных пород на сортименты без зажимов пильного аппарата в пропилах.

8. Годовой экономический эффект от проведенных мероприятий по обеспечению беззажимной раскряжевке хлыстов на сортименты для одной установки составляет 4380 руб. Результаты проведенных исследований использованы при разработке, совершенствовании и определении основ-

ных параметров установок пачковой раскрывки хлыстов ЛО-62 и ПГ-3, а также для определения областей их эффективного применения. Предложенная методика по обеспечению беззажимной раскрывки пачек хлыстов используется при разработке высокопроизводительных раскрывочных установок. Расчетные данные могут также использоваться при выборе типов и конструкций пильных аппаратов.

Направление дальнейших исследований: изучение качественных возможностей раскрывки хлыстов хвойных и лиственных пород; отработки оптимальных программ подсортировки и раскроя для различного состава по породам и параметрам хлыстов; до обеспечения беззажимной раскрывки лиственных пород; совершенствование технологических процессов на базе пачковой раскрывки древесины.

По основным вопросам содержания диссертации опубликованы следующие работы:

1. Исследование причин, вызывающих зажимы пильного аппарата при пачковой раскрывке хлыстов. Труды ЦНИИМЭ, 1975, сб.145, с.54-62.
2. Исследование формы поперечного сечения приемного устройства при пачковой раскрывке круглых лесоматериалов. Труды ЦНИИМЭ, 1974, сб.139, с.40-48.
3. О поперечном сечении приемного устройства агрегата пачковой раскрывки хлыстов. Труды ЦНИИМЭ, 1974, сб.139, с.49-57.
4. К определению размеров пачки хлыстов для групповой раскрывки. Труды ЦНИИМЭ, 1973, с.119-125.
5. К вопросу о раскрывке хлыстов пачками. ИВУЗ. "Лесной журнал", № 2; 1976, с.48-53 (соавтор Воевода Д.К.).
6. Звено пильной цепи. Авторское свидетельство № 406728, бюллетень № 16, 1973 (соавтор Теслюк А.К.).

Отзывы на автореферат в 2-х экз., заверенные подписями и печатью, направлять по адресу:
Минск - 50, 220630, ул.Свердлова, 13а, БТИ
Ученый Совет

Подписано к печати 9/ХП-76 г.

Бумага 60x90 1/16
Заказ 613

Печ. л.1

Л-66667
Тираж 100

Ротапринт ЦНИИМЭ