

630x3
+ K95
БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им.С.М.КИРОВА

На правах рукописи

КУЧЕРЕНКО Александр Николаевич

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ДЕРЕВЬЕВ ОТ
СУХЬЕВ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ В
УСЛОВИЯХ СИБИРИ

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

Минск -- 1981

Работа выполнена на кафедре механизации лесоразработок при
Сибирском ордена Трудового Красного Знамени технологическом
институте

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – кандидат технических наук,
доцент Дитрих В.И.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ: – доктор технических наук,
профессор Воевода Д.К.
– кандидат технических наук,
доцент Завойских Г.И.

ВЕДУЩЕЕ ПРЕДПРИЯТИЕ – производственное объединение
"Красноярсклес"

Защита состоится *В мае* 1981 года в
часов на заседании специализированного совета К-056.01.01
Белорусского технологического института им.С.М.Кирова
(220630, г.Минск – 50, Свердлова, 13а, БТИ им.С.М.Кирова,
Ученому секретарю).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке инсти-
тута.

Автореферат разослан *6 мая* 1981 г.

Ученый секретарь
специализированного совета

И.Э.Рихтер

Актуальность темы. Постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР, направленные на регулирование рационального и комплексного использования природных ресурсов, выдвигают новые задачи в организации и проведении лесозаготовительных работ. Решение этих задач тесно связано с проблемами совершенствования техники и технологии лесозаготовительного производства, в частности, с повышением эффективности эксплуатации сучкорезных машин в условиях Сибири. Как известно, климатической особенностью районов Сибири является морозная и продолжительная зима, а именно в этот период выполняется основной объем лесозаготовительных работ.

По исследованию бесстружечного резания сучьев при отрицательных температурах имеется ряд работ, однако ни в одной из них не рассматривается вопрос комплексного влияния основных факторов в их взаимодействии на сопротивление срезанию сучьев хвойных пород, запасы которых в восточных районах страны занимают значительный объем.

Для наиболее эффективного использования режущих органов и других узлов сучкорезных машин конструктивные и технологические требования к ним в зимний и летний периоды работы должны быть различны.

Главной задачей в комплексе осуществления этих требований, связанных с разработкой и эксплуатацией новых сучкорезных машин, является расчет максимальных усилий, возникающих в процессе очистки деревьев от сучьев, при отрицательных температурах. От того, насколько достоверно будут определены эти усилия, зависят надежность и эксплуатационная стоимость сучкорезных установок. Поэтому разработка методики расчета максимальных усилий резания сучьев, удовлетворяющих требованиям инженерной практики, преследует определенную экономическую цель.

Тема диссертационной работы направлена на решение этой задачи.

Цель работы. Получение аналитических и эмпирических зависимостей для расчета максимальных усилий срезания единичных и групп сучьев хвойных пород с применением контактной задачи теории упругости, их экспериментальная проверка и внедрение **результатов** при проектировании и эксплуатации новых сучкорезных установок.

641692.

4

Научная новизна. В исследованиях резания сучьев предложена схема расчета усилий резания с использованием контактной задачи теории упругости. Разработан метод, применение которого позволяет значительно упростить расчет максимального усилия срезания сучьев при отрицательных температурах. Выявлены закономерности процесса облома элементов кроны деревьев при выполнении лесосечных работ в приложении к их дальнейшей очистке.

Методы исследований. В работе использованы методы теории упругости, математического планирования эксперимента, тензометрирования, планирования на интуитивном уровне, а также математической статистики.

Место проведения и объем экспериментальных исследований. Исследования процесса срезания единичных сучьев проводились в лаборатории механизированной обрезки сучьев СибНИИЛП, а срезания групп сучьев в лаборатории кафедры механизации лесоразработок СТИ. Опыты проводились на охлажденных в холодильной камере до необходимой температуры образцах сосны, ели и кедра.

Натурные исследования по изучению процесса облома элементов кроны при выполнении лесосечных операций проводились на действующих лесосеках Н-Козульского и Пичугского леспромпхозов объединения "Красноярсклеспром".

Практическая ценность. Результаты исследований представлены в виде рекомендаций, методик, аналитических и эмпирических зависимостей, которые использованы при разработке и эксплуатации сучкорезных устройств бесстружечного резания. Для инженерных расчетов получена степенная функция и построены номограммы, по которым не представляет трудности с достаточной степенью точности определить максимальное усилие срезания сучьев при отрицательных температурах.

Реализация работы. Разработанные методики расчета максимальных усилий срезания сучьев приняты для проведения проектно-конструкторских работ. С использованием этих методик спроектированы и изготовлены по заказу объединения "Красноярсклеспром" семь сучкорезных установок (УСГ-02), которые получили положительные отзывы производителей Н-Козульского, Б-Муртинского и Пичугского леспромпхозов.

Апробация работы. Результаты исследований нашли отражение в научных отчетах № гос.регистрации 74064423, 78008802, 78056550, 79055055, 80013676, докладывались на кафедрах механизации лесозаготовок СТИ и технологии лесозаготовок БТИ им.С.М.Кирова, обсуждались на пяти научно-технических конференциях лесоинженерного факультета СТИ 1974, 1976, 1977, 1979, 1980 годов и двух научно-технических конференциях молодых ученых и специалистов в 1978 и 1980 годах.

Публикация. По материалам диссертационной работы опубликовано 7 статей.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов и рекомендаций, обзора литературы и 7 приложений. Основная часть содержит 136 страниц машинописного текста, количество рисунков 55, таблиц 18, приложения на 44 страницах. Список литературы включает 82 наименования.

Основное содержание работы.

В первом разделе даны обоснование темы исследования и краткая аннотация причесланной работы.

Во втором разделе содержится обзор основных работ по исследованию влияния температуры на прочностные характеристики древесины, на облом сучьев при выполнении лесосечных операций, а также теоретических и экспериментальных исследований процессов срезания сучьев бесстружечным методом. Установлена степень изученности процессов, происходящих при срезании сучьев, в условиях отрицательных температур, сделаны соответствующие выводы и сформулированы задачи исследований.

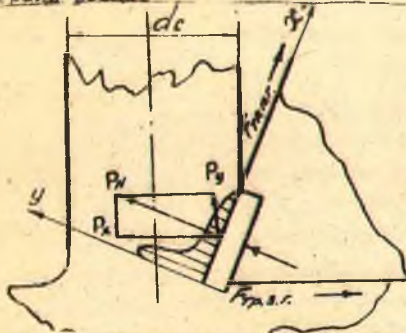
Третий раздел посвящен теоретическим исследованиям по определению усилий резания сучьев при отрицательных температурах.

Из анализа работ С.А.Воскресенского, А.Л.Бершадского, Н.А.Шипилина, В.И.Дитриха, В.П.Возного, Т.М.Бреховцевой и ряда других авторов вытекает, что основной составляющей силы резания является сила деформации древесины передней гранью реза. Для определения P_{max} в данном исследовании использована контактная задача. Процесс срезания сучьев рассматривается с некоторыми допущениями: древесина сучья в пределах зоны резания деформируется упруго; резец - абсолютно твердое

тело; коэффициент трения – величина постоянная; температура во всех точках контакта резца с древесиной сучка постоянна; не учитывается анизотропия древесины; сечение является кругом; рассматривается мгновенное положение резца при внедрении; древесина сучьев однородна.

Далее доказывается возможность применения контактной задачи для определения усилий резания с учетом особенностей исследуемого процесса. К особенностям срезания сучьев в первую очередь относится отсутствие стружкообразования, а резание является свободным – консольным. Рассматривая данный процесс в первом приближении, примем, что угол резания близок к 90° . В данном случае эта схема близка к рассмотрению задачи о сдавливании прямоугольного "штампа" в полуплоскость (рис. I).

Для определения силы деформации древесины передней гранью резца использовались положения С.С. Некрасова о характере распределения удельного давления древесины на передней грани резца.



После соответствующих подстановок уравнение для определения удельного давления по передней грани резца принимает вид:

$$p(x) = K \sigma \frac{h - x/h(A + B + C)}{D} \quad (I)$$

Рис. I. Схема сил, действующих на срезаемый сучок передней гранью резца

где

$$A = \cos \alpha / h (\pi - 2 \arcsin \frac{h-x}{h});$$

$$B = x/h \times \ln \left| \frac{\sin(\arcsin x/h + \arcsin \frac{h-x}{h})}{\sin(\arcsin x/h - \arcsin \frac{h-x}{h})} \right|;$$

$$C = \frac{h-x}{h} \times \ln \left| \frac{\arcsin x/h + \arcsin \frac{h-x}{h}}{2} \times \right.$$

$$\left. \times \frac{\arcsin x/h - \arcsin \frac{h-x}{h}}{2} \right|;$$

$$D = (\pi - 2 \arcsin \frac{h-r}{h}) \times \sin \frac{h-r}{h} + \\ + 2 \left(\frac{h-r}{h} \right)^2 \times \ln \left(\frac{h-r}{h} \right)^2$$

K - корректировочный коэффициент;

G - предел прочности древесины сучьев;

h - глубина внедрения ножа (в зависимости от температуры);

r - радиус закругления режущей кромки резца;

X - текущая ордината.

Для определения нормального усилия P_N получено уравнение

$$P_N = \frac{KG}{\cos \delta_0} \int_0^h \rho(x) \cdot 2y \cdot dx, \quad (2)$$

где $y = \sqrt{R^2 - (R - h + x)^2}$;

δ - угол заточки резца;

R - радиус сучка.

Как показали экспериментальные исследования, при срезании сучьев в условиях отрицательных температур на P_{max} значительное влияние оказывают ряд факторов: t , °C - температура; δ° - угол заточки резца; V - скорость резания; d - диаметр сучка. Эти факторы оказывают влияние на величину h , соответствующей наступлению P_{max} . Анализ результатов эксперимента позволил установить, что P_{max} наступает при срезании кедровых сучьев на глубине внедрения $0,29d$, сосновых $0,36d$.

Максимальное усилие срезания сучьев с учетом перечисленных выше факторов рассчитывается по уравнению:

$$P_{\max} = 2K\delta f (\operatorname{tg}\delta + 1) \int_0^{\frac{h-h_0}{h}(A+B+C)} \frac{\sqrt{R^2 - (R-h+x)^2}}{D} dx, \quad (3)$$

где f - коэффициент трения.

Уравнение (3) устанавливает зависимость P_{\max} от распределения контактных напряжений и площади, откорректированной по закону распределения напряжений. Влияние прочностных свойств древесины сучьев определяет δ . Проверка полученной зависимости показывает, что теоретическая и экспериментальная кривые по характеру совпадают (рис.2), а так как $K\delta = \text{const}$, то кривая I должна перейти в кривую II простым умножением ординат на постоянную величину, что подтверждает правильность полученных результатов.

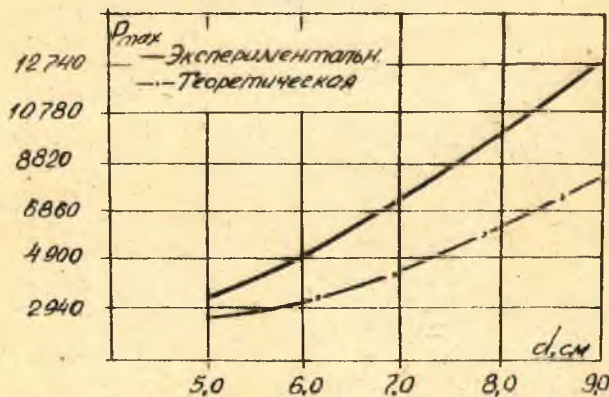


Рис.2. График усилий, рассчитанных по уравнениям (3) и (4)

В четвертом разделе изложена методика экспериментальных исследований по срезанию сучьев.

Основной задачей экспериментальной части данной работы является исследование влияния диаметра сучка, угла заточки реза и скорости резания в области отрицательных температур на максимальное усилие срезания сучьев, проверка достоверности теоретических уравнений и выдача рекомендаций при проектировании сучкорезных установок. Для решения поставленной зада-

чи был реализован план Бокса. Априори принято, что поверхность отклика описывается с достаточной степенью точности полиномом второго порядка.

Таким образом, уравнения регрессий учитывают линейные эффекты, взаимодействия между факторами и эффекты второго порядка. Интервалы варьирования в наших экспериментах приняты следующие:

$\delta^0 = 20 - 30 - 40$	$\lambda = 10^0$
$d = 4,5 - 7,0 - 9,5$	$\lambda = 2,5 \text{ см (сосна)}$
$d = 4,0 - 5,5 - 7,0$	$\lambda = 1,5 \text{ см (кедр)}$
$t = -5 - -15 - -25$	$\lambda = -10^0\text{C}$
$v = 0,3 - 1,0 - 1,7$	$\lambda = 0,7 \text{ м/с}$

Для экспериментальных исследований по срезанию единичных сучьев сосны и кедра был использован остов лабораторного стенда СНЦЛО, который при соответствующей докомплектации, выполненной автором, отвечал необходимым требованиям для исследования данного процесса. Были специально изготовлены сменные резцы с углом заточки $\delta = 20, 30$ и 40^0 , задний угол $\alpha = 0$. Замораживание образцов производилось в холодильной камере с фреоновым агрегатом ФВ-6. Для проведения экспериментов по срезанию групп сучьев автором был спроектирован и изготовлен специальный стенд, конструкция которого воспроизводит процесс приближенный к производственному.

Определение силовых характеристик осуществлялось тензометрическим методом.

Модельные деревья спиливались в зимние месяцы, чтобы опыты проводились с древесиной сучьев, в которой все химико-биологические процессы подготовки дерева к зимовке прошли естественным путем. Образец представлял отрезок ствола с сучьями, длина которых колебалась в пределах 50-60 см. В процессе эксперимента постоянно контролировались влажность и углы вставания сучьев.

Пятый раздел содержит методику проведения натуральных исследований процесса облома сучьев сосны, кедра и ели при выполнении лесосечных работ.

Целью этих исследований явилось выполнение количественных зависимостей облома элементов кроны от изменения темпера-

туры и ряда других факторов. Исследования проводились на действующих лесосеках Н-Козульского и Пинчугского ЛПХ объединения "Красноярсклеспром", как наиболее характерных для лесорастительных зон Красноярского края. На зимних лесосеках объектом исследования явились сосна, ель и кедр, а на летних - сосна, ель и пихта. При $t < 0^{\circ}\text{C}$ было обследовано 529 деревьев, а при $t > 0^{\circ}\text{C}$ 656 деревьев.

В шестом разделе приводятся результаты экспериментальных исследований и их анализ.

На первом этапе исследований был поставлен предварительный эксперимент, в задачу которого входило:

установить стационарную область, то есть определить значения максимальных усилий срезания сучьев в зависимости от изменения температуры;

расшифровать неустансвившиеся процессы работы станда на осциллограммах;

установить количество повторностей опыта в основном эксперименте.

Анализ результатов предварительного эксперимента показал, что "пик" наступает при температуре $-14 \pm -16^{\circ}\text{C}$, которая в дальнейшем исследовании процесса была принята за нулевую точку плана. С целью расшифровки переходных процессов пуска и остановки надвигающегося устройства на осциллограммах была предварительно проведена запись работы станда без срезания сучка. На основании полученных данных было установлено, что на каждой породе древесины согласно плану должно быть проведено повторов в каждом опыте не менее 9 на сосне и 4-х на кедре (при показателе достоверности $t = 1,96$, $\rho = 0,95$).

На втором этапе работы были проведены экспериментальные исследования по срезанию единичных сучьев сосны и кедра. Для установления зависимости $P_{\max} = f(\delta, d, t, v)$ был реализован эксперимент. Усилия записывались на осциллограммы, обработка которых велась ординатным методом.

В результате математической обработки экспериментальных данных были получены уравнения регрессии:

для срезания сосновых сучьев

$$\begin{aligned}
 P_{\max} = & (4065-25I,37\delta -367,79d +63,75t -1138,64v + \\
 & +2,35\delta^2 -4,53d^2 +2,527t^2 -296,53v^2 +28,17\delta d - \\
 & -0,056\delta t +85,65\delta v -4,10dt +336,56dv -33,34tv + \\
 & +0,274\delta dt -17,66\delta dv +2,38stv +9,71d tv - \\
 & -0,564\delta dtv) \quad 9,8
 \end{aligned} \quad (4)$$

где δ - угол заточки резца;
 d - диаметр срезаемого сучка;
 t - температура образца;
 v - скорость резания.

Для срезания кедровых сучьев

$$\begin{aligned}
 P_{\max} = & (-343,31+38,94\delta -147,217d -162,39t -432,307v - \\
 & -0,29\delta^2 +66,22d^2 -0,325t^2 +508,16v^2 +0,88\delta d + \\
 & +4,383\delta t +0,47\delta v +32,555dt -170,62dv +30,91tv - \\
 & -0,847\delta dt -1,56\delta dv -0,995stv -8,22d tv + \\
 & +0,23\delta dtv) \quad 9,8
 \end{aligned} \quad (5)$$

Так как полученные математические модели (4), (5) исследуемого процесса являются интерполяционными, то наиболее достоверной проверкой их пригодности можно считать величину абсолютных и относительных ошибок между расчетными и экспериментальными усилиями резания. Средняя величина ошибки по эксперименту составляет 7,64% для срезания сосновых сучьев и 4,44% для кедровых. Проверка полученных математических моделей проводилась также по критерию Фишера, в результате которой было установлено, что они адекватны, так как $F_p < F_T$.

Для получения более полной картины деформации древесины сучьев в процессе резания при отрицательных температурах, наряду с тензометрированием проводилось фотографирование характерных деформаций испытуемых образцов. Тщательное обследование срезанных сучьев позволило установить, что на сосновых сучьях (за исключением малых диаметров) почти во всех случаях происходит расщепление вдоль волокон. При больших углах резания ($\delta = 30-40^\circ$) и низкой температуре ($-15 - -25^\circ\text{C}$) наблюдаются также значительные вырывы у основания сучьев. Процесс срезания сучьев на кедре отличается от резания сосновых сучь-

ев как с количественной, так и с качественной сторон. При резании кедровых сучьев расщепления не наблюдается, а происходят характерные вырывы древесины из стволовой части образца. На основании выше изложенного можно предположить, что пиковые нагрузки при срезании кедровых сучьев будут наступать при меньшей глубине внедрения резца, чем на сосновых сучьях. При обработке и анализе осциллограмм это подтвердилось. Необходимо также отметить, что чем ниже температура и выше влажность образца, тем круче нарастает усилие, причем в большинстве случаев P_{max} наступает не достигая $0,4 d$ независимо от породы.

Анализ полученных уравнений регрессии (4), (5) показал, что из всех переменных самое существенное влияние на выходной параметр P_{max} оказывает диаметр срезаемого сучка d , см.

Вторым по значению фактором, влияющим на P_{max} резания сучьев сосны, является угол заточки резца δ . Влияние этого фактора при срезании кедровых сучьев почти в 2,5 раза меньше. Это объясняется тем, что угол вставания кедровых сучьев больше, чем на сосне, и резание носит несколько иной характер. Зависимость P_{max} от δ° , t , $^\circ\text{C}$ и v м/с представлена на рис.3.

Как видно на графике (см.рис.3), максимальное усилие существенно изменяется с изменением температурно-скоростного режима резания, это объясняется тем, что с понижением температуры хрупкость сучьев возрастает и их сопротивление динамическим нагрузкам снижается. Влияние температуры во взаимодействии с другими факторами имеет одно из первостепенных значений.

Анализ результатов эксперимента позволил установить, что P_{max} при $t > 0^\circ\text{C}$ (сосны и кедр) соответствует усилиям срезания кедровых сучьев в условиях отрицательных температур, при $v = 0,65$ м/с, $\delta = 30^\circ$, $t = -15^\circ\text{C}$.

На третьем этапе экспериментальных исследований проводились опыты по срезанию групп сучьев сосны, кедр и ели. Нами был использован статистический метод исследования, который достаточно полно раскрывает физическую сущность процесса:

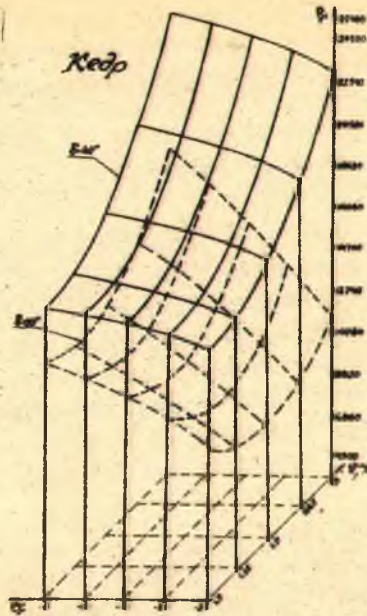


Рис.3. Зависимость P_{max} при срезании единичных сучьев с учетом варьирования δ° , t , $^\circ\text{C}$ и V м/с (при $d = 7,0$ см)

$$Z_{max} = \frac{P_{max_1} + P_{max_2} + \dots + P_{max_K}}{n} \quad (6)$$

где Z_{max} — максимальное усилие срезания группы сучьев;
 $P_{max_1}, P_{max_2}, \dots, P_{max_K}$ — максимальные усилия срезания, соответственно, 1, 2, ... и K-го составляющих мутовку;

n — коэффициент пропорциональности;

K — количество сучьев в мутовке.

В уравнении (6) величины P_{max_i} представлены эмпирическими формулами, полученными в результате проведенного

эксперимента по срезанию единичных сучьев указанных выше пород:

для сосны

$$P_{max_i} = +4,528 d^2 + 393,823 d - 1500,890 \quad (7)$$

для кедра

$$P_{max_i} = 66,220 d^2 - 287,278 d + 867,549 \quad (8)$$

В уравнении (6) " η " по физической сущности является коэффициентом одновременности наступления P_{max_i} , без которого невозможно определить Z_{max} . Закон распределения величины " η " для каждой породы представлен в виде гистограмм. Нахождение соответствия теоретического распределения эмпирическому проводилось по трем законам: нормальному, логнормальному и экспоненциальному. Проверка эмпирических распределений коэффициента " η " с теоретическими проводилась по χ^2 -критерию Колмагорова.

Анализ осциллограмм показал, что в редком случае "пик" усилия срезания наступает одновременно. Величина " η " в первую очередь для всех пород зависит от относительного сдвига сучьев в мутовке вдоль оси ствола. Чем меньше сдвиг S_{r-i} , тем больше значение суммарного усилия резания и тем меньше значение коэффициента " η ". При проведении опытов также учитывалось влияние ряда других факторов: температуры, угла вставания сучьев и их диаметра, которые способны оказать существенное влияние на максимальное усилие срезания мутовок.

При математической обработке материалов натуральных наблюдений по облому элементов кроны был проведен корреляционный анализ.

Строкая по оси абсцисс температуру среды, а по оси ординат процент обломившихся сучьев при этих температурах, получено несколько рядов точек, по которым просматривается линейная корреляционная зависимость.

Экспериментальные точки на графиках были аппроксимированы прямой линией, уравнение которой имеет вид:

$$Y = b + at, \% \quad (9)$$

где a и b — коэффициенты, находящиеся в зависимости от экспериментальных точек;

t — температура окружающей среды.

Оценка пригодности полученных уравнений определялась по разнице между опытными и вычисленными по уравнению. Ошибка уравнения находится в допустимых пределах.

В седьмом разделе рассмотрены вопросы практического приложения результатов исследований. Полученные уравнения (3), (4), (5) для инженерных расчетов были упрощены. Поиск более простых форм расчета подтвердил возможность применения степенной функции:

$$P_{max} = A \cdot d^n \quad (10)$$

В основании этого уравнения лежит физическая сущность процесса резания древесины, что согласуется с ранее применяемым частным уравнением в виде квадратичной параболы ($P_{max} = Gd^2$). Формула (10) наиболее приемлема для практических расчетов, так как, имея значения коэффициентов A и n , не представляет трудности рассчитать P_{max} . Значения величин A и n для конкретных факторов, варьирующих в довольно широком диапазоне ($\delta = 20-35^\circ$, $v = 0,5-1,5$ м/с, $t = -5 - -25^\circ\text{C}$), были рассчитаны методом наименьших квадратов и сведены в таблицы. Для удобства определения максимальных усилий, возникающих в процессе срезания сучьев при отрицательных температурах, построены номограммы. По номограммам одна из которых приведена на рис. 4 находится зависимость между любыми значениями переменных с помощью графического интерполирования.

На основании экспериментальных исследований установлено, что с увеличением скорости резания от 0,3 до 1,7 м/с максимальное усилие срезания сучьев всех исследуемых пород (в диапазоне отрицательных температур) снижается в среднем на 30%. Учитывая то обстоятельство, что в условиях Сибири в течение года наблюдается 130-140 морозных дней, нами предлагается увеличение скорости протаскивающих устройств (в зимнее

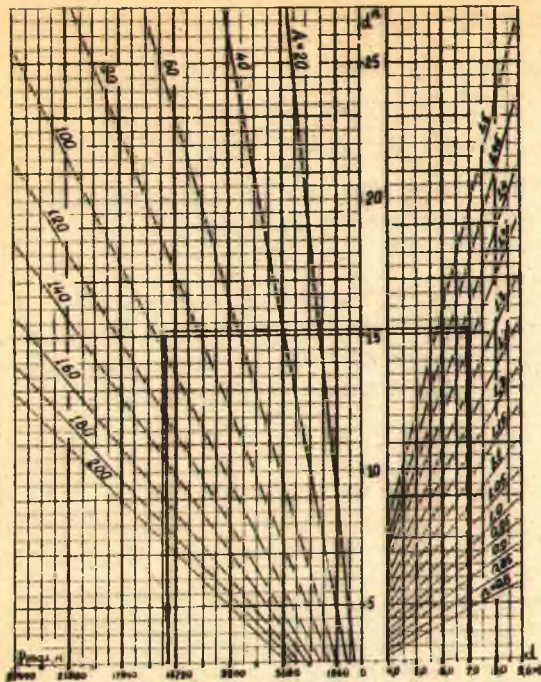


Рис.4. Номо-
грамма для оп-
ределения P_{max}
срезания сучьев
при $t < 0^\circ\text{C}$

Пример:

$$t = -5^\circ\text{C};$$

$$\delta = 35^\circ;$$

$$\nu = 1,1 \text{ м/с};$$

$$d = 7,0 \text{ см};$$

$$n = 1,38;$$

$$A = 97,01;$$

$$P_{max} = 14272 \text{ Н};$$

$$P_{max} = 9,8 A d^2 = 13936 \text{ Н}$$

времи) на линиях типа ШЛ, нашедших широкое применение на лесозаготовительных предприятиях Красноярского края. Реализации этого предложения благоприятствуют также результаты исследований по облому сучьев. Экономические расчеты показывают, что увеличение скорости протаскивания на линии ШЛ-4 до 1,5 м/с дает снижение себестоимости операции до 2,5 коп. на 1 м³. Полученные в данной работе уравнения для определения P_{max} , возникающего в процессе срезания единичных сучьев и мутовок, использовались нами при проектировании экспериментального образца вестиножной сучкорезной головки УСТ-02. Сучкорезная головка предназначена для очистки поваленных деревьев от сучьев при их продольном перемещении. Режущий контур ножевой сучкорезной головки УСТ-02 представляет собой совокупность дуг

окружности, что обеспечивает хорошее качество очистки деревьев. На лесозаготовительных предприятиях ВЛПО "Красноярсклес-пром" установлены 7 экспериментальных сучкорезных головок УСП-02, которые за период эксплуатации с апреля 1978 года в составе сучкорезно-раскряжевочных установок ШЛ-4 зарекомендовали себя по надежности, технологичности и качеству очистки деревьев от сучьев с положительной стороны.

Основные выводы и рекомендации

1. Исследование процесса очистки деревьев от сучьев при отрицательных температурах, характерных для климатических условий Сибири, имеет существенное научное и практическое значение при проектировании и эксплуатации сучкорезных установок.

2. В работе выявлена возможность и целесообразность использования контактной задачи теории упругости, с применением которой получены аналитические зависимости для расчета максимальных усилий срезания сучьев при теоретических исследованиях процесса с учетом отрицательных температур. Проверка полученной зависимости показала вполне удовлетворительную сходимость с экспериментальными данными.

3. На двух стендовых установках проведены обширные экспериментальные исследования по определению максимальных усилий срезания единичных и группы сучьев в пределах изменения основных факторов, согласованных с натурными данными.

4. Получены эмпирические зависимости для расчета максимальных усилий срезания сучьев и определены законы распределения коэффициента одновременного срезания группы сучьев. Эмпирические зависимости отличаются от теоретических более полным учетом влияния факторов (анизотропия материала, трение стали по древесине, время действия нагрузки и т.д.).

5. Использование сучкорезных ножей бесстружечного резания, предложенной конструкции (геометрии) позволит в земных условиях работы улучшить качество очистки деревьев от сучьев и снизить максимальные усилия резания на 20-25%.

7. В работе предложена методика расчета максимальных усилий срезания сучьев, геометрических характеристик режущего органа и оптимальных режимов резания, основанная на результатах экспериментальных исследований. Наблюдения за эксплуатацией сучкорезной установки УСГ-02 (конструкции СТИ) показали правомерность применения данных рекомендаций.

8. Для инженерных расчетов максимальных усилий срезания сучьев построены номограммы, которые позволяют значительно упростить определение силовых показателей при проектировании сучкорезных устройств бесстружечного резания.

9. Результаты исследований внедрены при разработке, создании и эксплуатации экспериментального образца сучкорезной головки УСГ-02, нашедшей широкое применение на лесозаготовительных предприятиях ВЛПО "Красноярсклеспром", и отражены в отчетах НИР. Годовой экономический эффект от внедрения одной установки УСГ-02-8 тыс.рублей; общий экономический эффект на объем внедрения до 1980 года составил 56 тыс.рублей.

Материалы диссертации опубликованы автором в следующих работах:

1. Стенд для исследования процесса срезания сучьев. Красноярск /ЦНТИ, информ.лист., 1974, № 476-Зс. (Соавтор - Левдяков В.Я.).
2. Экспериментальное исследование процесса срезания сучьев сосны и кедра при отрицательных температурах. - В кн.: Технол. и механ.произв. в лесн.деревообр.пром. и лесн.хоз-ва. Тез. докл. конф. - Красноярск, 1978, с.162-163.
3. Интенсивность облома сучьев на сосне при выполнении лесосечных работ в зимний период. - В кн.: Технол. и механ. произв. в лесн.деревообр. пром. и лесн.хоз-ве. Тез. докл. конф. - Красноярск, 1978, с.118-119.
4. Сучкорезная головка УСГ-01. :Красноярск /ЦНТИ, Информ. листок, 1979, № 99-Зс. (Соавтор - Гусаров Г.С.).
5. Исследование процесса срезания груши сучьев при отрицательных температурах. - В кн.: Повышение производительности труда и эффективности производства в лесопилении и де-

ревообработке. Тез.докл.краевого совещ. - Красноярск, 1980, с.77-78.

6. Теоретические предпосылки с расчетными формулами для определения максимальных усилий срезания сучьев при отрицательных температурах. - В кн.: Повышение производительности труда и эффективности производства в лесопилении и деревообработке. Тез.докл. краевого совещ. - Красноярск, 1980, с.73-75.

7. Влияние диаметра, угла и скорости резания при отрицательных температурах на максимальное усилие резания сучьев сосны и кедра. - М: Рукопись деп. во ВНИПИИЛеспром, 1980, 18 с.

Александр Николаевич Кучеренко

Исследование процесса очистки деревьев от сучьев при отрицательных температурах в условиях Сибири

Подписано в печать 3.04.81. АТ 12898. Формат 60x84 ¹/₁₆.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 1.

Тираж 100 экз. Заказ 182. Бесплатно.

Отпечатано на ротационной машине БТИ им. С. М. Кирова.

220630. Минск, Свердлова, 13.