

630x3
Д56
17

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

На правах рукописи

ДОБРОВОЛЬСКИЙ Валентин Александрович

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ
ОСНОВНЫХ УЗЛОВ РАСКРЯЖЕВОЧНЫХ УСТАНОВОК
ТИПА ПЛХ-ЗАС (ЛО-15С) НА ИХ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

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

Минск 1981

Работа выполнена в Белорусском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте им. С. М. Кирова на кафедре лесоразработок.

Научный руководитель:

кандидат технических наук, доцент КОВАЛЕВ Н. Ф. ,

Официальные оппоненты :

доктор технических наук, профессор ВОЕВОДА Д. К. ,

кандидат технических наук, доцент КЛУБКОВ А. П.

Ведущая организация: Министерство лесной и деревообрабатывающей промышленности БССР.

Защита состоится "11" января 1982 г. в 14 час. на заседании специализированного совета К-056. 01. 01 по присуждению ученой степени кандидата наук в Белорусском ордена Трудового Красного Знамени технологическом институте им. С. М. Кирова по адресу: 220630, г. Минск, ул. Свердлова, 13-а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Белорусского ордена Трудового Красного Знамени технологического института им. С. М. Кирова.

Автореферат разослан "5" ноября 1981 г.

Ученый секретарь специализированного совета, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

И. Э. РИХТЕР

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Раскряжевка хлыстов и бревен является основной технологической операцией нижнескладского потока. Ежегодно возрастают объемы раскряжевки хлыстов полуавтоматическими линиями, обеспечивающими высокую производительность потоков, создание безопасных условий работы, повышение качества продукции и культуры труда.

Массовое применение в настоящее время находят раскряжевочные установки с продольным перемещением хлыстов, позволяющие более рационально и качественно использовать древесное сырье. Однако во многих случаях они дают выработку гораздо ниже расчетной. Так, при расчетной производительности 140-160 м³ в смену они в среднем по Минлеспрому СССР дают около 100 м³.

Операция раскряжевки, кроме того, оказывает значительное влияние на качество получаемых сортиментов. При резе на перпендикулярном оси хлыста может наступить момент, когда по причине брака эксплуатация раскряжевочного станка становится невозможной.

В этой связи изучение факторов, влияющих на работоспособность полуавтоматических раскряжевочных линий, и разработка мероприятий, повышающих эффективность использования этих линий, представляет актуальную и важную задачу.

Решение данной задачи определило выбор темы исследования.

Цель исследования - изучение влияния технологической нагруженности с учетом кинематики станков типа АЦ-ЗС на их работоспособность и внесение рекомендаций по улучшению качества и производительности раскряжевки.

Научная новизна. Впервые изучено влияние кинематики раскряжевочного станка АЦ-ЗС на его силовые нагрузки, проверена возможность снижения нагрузок и увеличения производительности его за счет дросселирования жидкости, поступающей в гидроцилиндр надвигания. Получены математические соотношения для нахождения сил, воздействующих на станок, от части хлыста, опирающейся на домкрат раскряжевочной установки. Разработана и проверена новая методика измерения сил, возникающих в процессе пиления, при которой в качестве динамометра используется маятник станка. Установлены аналитические зави-

621899
БИБЛИОТЕКА
ИМ. С. М. КИРОВА

симости для расчета фундаментов раскрывочных установок. Предложена и обоснована новая рациональная форма фундамента раскрывочного станка АЦ-ЗС.

Практическая значимость. Реализация внесенных предложений в конструкцию и технологию работы станков АЦ-ЗС позволит повысить производительность раскрывочного потока, улучшить качество получаемой продукции, ускорить сроки строительства, получить значительную экономию строительных материалов.

По результатам исследований разработаны рекомендации, которые приняты Гипролестрансом для использования при проектировании раскрывочных установок. Они окажутся полезными и при эксплуатации уже имеющихся раскрывочных линий.

Апробация. Основные результаты исследований обсуждались на научно-технических конференциях БТИ им. С.М.Кирова в 1974-1981 гг., на кафедре механизации лесоразработок Московского лесотехнического института в 1978 г.

Результаты диссертации опробованы в Гипролестрансе и производственном объединении "Бобруйскдрев" и получены положительные результаты.

Публикации. По теме диссертации опубликовано пять печатных работ.

Объем работы. Диссертация состоит из пяти глав с выводами по каждой главе, заключения, списка литературы, содержащего 107 наименований, и приложения. Текст работы изложен на 198 страницах, включая 38 рисунков и 20 таблиц.

Содержание работы

Качественная раскрывка сырья, несмотря на его неоднородность и отличия в требованиях, предъявляемых к различным сортаментам, обеспечивается в настоящее время применением системы машин I НС с индивидуальной программой обработки хлыста. Пиление производится входящей в эту систему поточной линией ПЛХ-ЗАС (или ЛО-15С) с автоматическим станком маятникового типа АЦ-ЗС.

Станок АЦ-ЗС, выгодно отличаясь от замененного им станка балансирного типа АЦ-2М, обладает тем не менее рядом существенных недостатков. Главный из них - это отсутствие регулирования скорости надвигания пильного диска в зависимости от диаметра хлыста. Возникающие по этой причине перегрузки привода пильного диска при пилении хлыстов большого диаметра

(более 0,4 м) периодически вызывают его стопорение, отрицательно влияют на прочность станка и производительность пиления.

Данному вопросу и ряду других, касающихся процесса раскряжевки на стационарных установках, посвящены работы многих ученых. Это исследования надежности оборудования, позволяющие выявить нерациональную компоновку, механизмы и узлы, наиболее подверженные отказам, влияния кинематики пиления на абсолютную величину появляющихся сил, возможностей интенсификации резания, изменения конструкции фундамента раскряжевочного станка и т.д. Наиболее полно перечисленные проблемы нашли отражение в трудах Воеводы Д.К., Ковалева Н.Ф., Назарова В.В., Теслюка А.К., Смирнова В.Я., Задегаллера Б.Г., Бэрпадского А.Л., Васильева Г.М., Биланина И.Н., Чекарова А.Г., Гулько Л.И., Олейника В.П., Ляшкова Н.В., Дворецкого И.Т., Савинова О.А., Филькевича В.Я., Санникова А.А., Кожекина Я. и других советских и зарубежных авторов.

Однако многие из названных вопросов относительно раскряжевочных установок типа ПХ-ЗАС (ЛО-15С) не нашли окончательного решения и требуют дальнейших исследований.

Задачами данной работы являются следующие из них:

- определение влияния технологических нагрузок на производительность и качество работы раскряжевочного оборудования;
- изучение процесса раскряжевки хлыстов и силовых нагрузений оборудования в зависимости от кинематики станка АЦ-ЗС;
- исследование влияния отдельных фаз процесса раскряжевки (подачи хлыста, включение домкрата) на работу раскряжевочного оборудования;
- изучение передачи технологических нагрузок на основные узлы раскряжевочных установок;
- установление максимальных величин допускаемых перемещений, осадок и колебаний фундаментов раскряжевочных установок;
- изучение нагруженности и работоспособности фундаментов раскряжевочных установок.

Поставленные задачи решались в такой последовательности: изучались схемы технологических потоков нижних складов, определялась операция, оказывающая наибольшее влияние на произ-

водительность потока, устанавливалось влияние технологических и сырьевых факторов на нагруженность и работоспособность механизмов, выполняющих ее, проверялась целесообразность внесения в них конструктивных изменений, повышающих производительность и качество работы.

Теоретические решения и выводы проверялись в ходе экспериментов, которые проводились на действующей установке АЦ-ЗС, входящей в раскряжевочную линию ПЛХ-ЗАС Горьковского леспромпхоза. Большинство опытов велось с использованием методов тензометрирования. Запись величин механических нагрузок велась с циллографом Н-700. К отдельным силовым измерителям, амплитуды сигналов которых были малы, подключался усилитель 8АНЧ-7М.

На процесс работы раскряжевочной установки наибольшее влияние оказывает силы резания, надвигания, веса хлыста и сопротивления перемещению транспортера с грузом, которые в основном из-за их динамического проявления ведут к частым поломкам и остановкам технологического оборудования. Эти силы зависят как от режимов работы оборудования, так и параметров обрабатываемого сырья.

Силы резания и надвигания. Расчетная схема с изображением реактивных сил показана на рис. I.

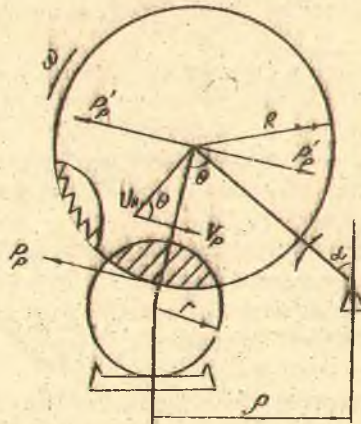


Рис. I. Расчетная схема для определения основных параметров раскряжевочных установок

Сила резания определяется формулой:

$$P_p = \frac{K B H U_n}{V_p}, \quad (1)$$

где K - удельная работа резания, Дж/м³; B, H - ширина и высота пропила, м; U_n, V_p - скорости надвигания и резания, м/с.

Формулой (1), как и известными другими, не учитывается кинетическая энергия вращающихся масс (пильного диска, прижимных шайб, шкивов, ротора электродвигателя), которая в процессе пиления добавляется к номинальной мощности приводного двигателя и используется для совершения полезной работы. Достигаемые при этом значения сил резания теоретически учесть трудно. Они наиболее достоверно могут быть определены при экспериментальных исследованиях.

Сила надвигания P_n зависит от силы отжима P_o , приложенной к передней грани зубьев и действующей от центра пильного диска к древесине перпендикулярно усилию резания P_p . На силу надвигания большое влияние оказывает также кинематический угол встречи (θ) - угол между векторами скорости резания и скорости подачи. Применительно к станку АЦ-ЗС, в котором собственный вес качающегося пильного узла уравновешен демпферной пружиной, P_n равна:

$$P_n = P_o \sin \theta \mp P_p \cos \theta, \quad (2)$$

т.е. состоит из алгебраической суммы сил радиальной (отжима)

P_o и резания P_p по направлению подачи. При некоторых соотношениях геометрии и кинематики резания второй член уравнения (2) может оказаться с минусом, т.е. описывать действие по направлению подачи, и по абсолютной величине быть больше первого, что вызовет самозатягивание пильного диска.

На рис. 2 дано решение уравнения (2) для следующих данных: $P_o = 100$ даН, $\theta = 0-180^\circ$; коэффициент L_o , учитывающий форму зубьев, размер угла резания и степень затупления зубьев, изменяется от 0,4 до 1,0.

Из решения следует, что сила надвигания в зависимости от θ принимает как положительные, так и отрицательные значения. При $\theta = 0-45^\circ$ - только отрицательные, при $\theta = 45-70^\circ$ - как отрицательные, так и положительные в зависимости от остроты зубьев, при θ свыше 70° - только положительные значения. Затупление зубьев пильного диска снижает величину силы самозатягивания.

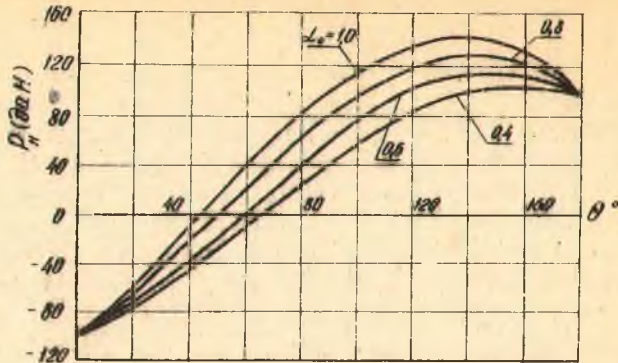


Рис.2. Зависимость сил надвигания от θ и L_0 .

Проведенные экспериментальные исследования подтвердили правильность теоретических решений и, кроме того, позволили получить дополнительные сведения о влиянии кинематики станка, давления в гидросистеме и других факторов на силы резания и надвигания. Установлено, что сила резания, зависящая от породы древесины, диаметра и глубины внедрения пильного диска в древесину, проявляет максимум по-разному даже при пилении хлыстов одинаковых пород и диаметров. Причина такого явления в том, что на эту силу оказывают влияние физико-механические свойства древесины, различные даже для одинаковых пород, и обороты пильного диска перед производством реза. Происходящее при перегрузках двигателя снижение оборотов пильного диска ведет к отдаче кинетической энергии вращающихся масс и изменению величины подачи на один зуб. Ввиду автономного надвигания пильного диска при уменьшении его окружной скорости увеличивается подача на зуб, что в свою очередь вызывает увеличение силы сопротивления резанию и ведет к еще большему снижению оборотов. Такая обратная связь продолжается до тех пор, пока не произойдет полная остановка диска в пропиле (стопорение). Если в процессе реза дуга распила пошла на уменьшение, а усилия электродвигателя и оставшейся неистраченной кинетической энергии вращающихся масс оказываются достаточными для продолжения пиления, то рез заканчивается без стопорения при значительно упавших оборотах двигателя.

Сила резания в большой степени зависит от установочного давления в гидросистеме станка. Она возрастает с увеличением этого давления. Так, при распиле ели $d' = 36$ см с давлением 2 МПа она равна 88 даН. Пиление древесины этой же породы и диаметра при давлении 4 МПа происходит с силой до 427 даН, следовательно, наблюдается ее рост в 5 раз. Однако уменьшение давления в гидросистеме как способ снижения нагрузок не удобен ввиду того, что становится малым усилие гидроцилиндра домкрата и сброса отпиленного бревна.

Во второй серии опытов с целью уменьшения скорости продвижения на трубопровод, идущий к гидроцилиндру продвижения, со стороны поршня поставили дроссель с пропускным отверстием для жидкости $d' = 1,5$ мм. Выяснилось, что при одинаковом давлении в гидросистеме возрастает диаметр бревен, распиливание которых происходит без стопорения, и металлоконструкция станка испытывает меньшие нагрузки. Так, при распиле березы $d' = 60$ см с использованием дросселя нагрузка равна 406 даН. Это меньше, чем при распиле ели $d' = 36$ см без дросселирования (427 даН). Увеличение времени пиления незначительно - 1,5-2 с. Производительность за счет снижения числа случаев стопорения (на ликвидацию последствий каждого уходит 2-3 мин) возрастает на 10-15%.

Нагрузки от веса хлыста, переменные по характеру действия, зависят от величины отрыва хлыста от транспортеров при подъеме его домкратом на ту или иную высоту. Для установления величины отрыва необходимо найти упругую линию оси хлыста, а это требует математического описания формы ствола дерева.

Грунтова ствол дерева, как показала проведенная проверка, удовлетворительно описывает уравнение:

$$y^2 + z^2 = \frac{x_0^2}{4C_0} + \frac{1}{4} C^2 x^2 \quad (3)$$

Первый член правой части уравнения описывает форму вершинного, второй - стволового участков. C_0, C - коэффициенты пропорциональности

$$C_0 = \frac{h_{x_0}}{d_x}, \quad C = \frac{dx^3}{bx}$$

d_{x_0}, h_{x_0} - диаметр в любом сечении участка с кроной и расстояние до этого сечения от вершины; d_x, b_x - диаметр в каждом сечении в чистой от сучьев зоне ствола и расстояние до этого сечения от центра тяжести кроны; x_0, x - текущее зна-

чение длин, соответственно, от вершины и от центра тяжести кроны до измеряемого места.

На основе формулы (3) определены объем и центр тяжести хлыста и его отдельных отрезков.

$$V = \frac{\pi d^2 h}{12} + \frac{3\pi}{20C} (D^5 - d^5), \quad (4)$$

где D , d - диаметры ствола с комлевой части и в начале кроны; h - длина вершинного участка ствола.

Формула (4), описывающая объем хлыста, включает соответственно сумму объемов вершинного и стволового участков.

Центр тяжести вершинного участка дерева, представляющего собой форму конуса, находится от начала кроны на расстоянии $1/4$ его общей длины.

Центр тяжести стволового отрезка определяется уравнением:

$$x_2 = \frac{\iiint x dx dy dz}{V_2} + h - h_0 \quad (5)$$

при решении которого получена формула:

$$x_2 = \frac{5(D^5 - d^5)}{8C(D^2 - d^2)} + h - h_0, \quad (6)$$

где h и h_0 - полная длина участка с кроной и части ее от начала до центра тяжести кроны.

Для определения нагрузки R на поднимающий орган и длины l отрыва хлыста от транспортера в зависимости от высоты Δ подъема домкрата путем решения дифференциального уравнения изогнутой оси хлыста получены формулы:

$$R = \frac{3\pi k}{160C^2 a} [5(D_0^5 - d^5) - 8d^5(D_0^5 - d^5)]: \quad (7)$$

$$\Delta = \frac{27k}{25EC^4} \left\{ \frac{l}{Ca} [8D_0^3(D_0^5 - d^5) - 5(D^5 - d^5)] [D^2(8d^2 + Ca) - d^2(8d^2 + 5Ca)] + D^2[d^4(33d^2 + 8Ca) - \frac{3}{7}D^4] - \frac{4}{7}d^4(57d^2 + 50Ca) \right\}. \quad (8)$$

где $D = (d^3 + Ca)^{1/3}$; $d = (D^3 - Ca)^{1/3}$; $D_0 = (C \cdot CB)^{1/3}$; γ - объемный вес древесины; δ - длина выпиливаемого сортамента; D_0 , D , d - диаметры хлыста в комле, плоскости подъема до крата и на границе отрыва хлыста от подающего транспортера.

На рис. 3 представлены значения нагрузок от веса хлыста, полученные расчетом (сплошные линии), и проверенные экспери-

ментально (символы).

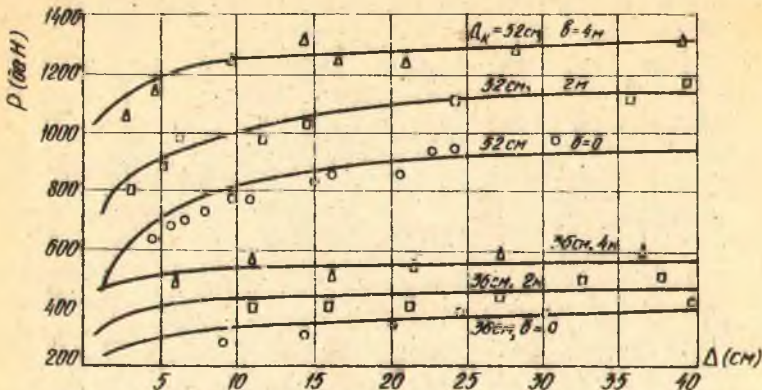


Рис.3. Нагрузки на домкрат АЦ-3С от приподнятой части хлыста

Анализ расчетов и опытов показывает, что во всех случаях при небольшой высоте подъема (до 10 см) наблюдается превышение теоретически определенных нагрузок в пределах 10%. В реальности деревья всегда имеют некоторые наплывы или маленькие сучки. На них опирается хлыст приподнятой частью, и провисающая длина оказывается меньше, чем найденная расчетом. Соответственно, уменьшаются и нагрузки. При дальнейшем подъеме согласование результатов улучшается и наблюдается их совпадение.

Сопrotивление перемещению подающего транспортера с хлыстом передается через звездочку на раму приводной станции и фундамент раскрывочного станка. Определено, что при подаче хлыста, например, весом 660 даН на основной скорости возникают силы: от пуска транспортера - 106 даН, при установившемся движении - 614 даН, от неравномерности движения цепи при огибании звездочки - 745 даН. Суммарные динамические усилия составляют 1535 даН. Все полученные опытным путем значения близки к расчетным. Экспериментами определен характер проявления нагрузок. Выявлено, что установившееся движение, при котором исчезают нагрузки от пуска, наступает через 2 с после включения транспортера.

Следующим этапом явилось изучение передачи нагрузок на

основные узлы станка, в том числе и на его фундамент. Направления действий сил резания и отжима могут быть определены, если известен кинематический угол встречи θ . Для расчета θ применительно к станкам типа АЦ-ЗС выведена следующая формула:

$$\theta = \arctg \frac{\rho - z_n \sin \alpha}{z_n \cos \alpha - \frac{d_{\text{бр}}}{2} + e} + \alpha, \quad (9)$$

в которой α - угол наклона маятника от вертикали; z_n - длина маятника; $d_{\text{бр}}$ - диаметр распиливаемого бревна; ρ, e - расстояния между осями транспортера и качания маятника, соответственно, по горизонтали и вертикали.

Графическое решение уравнения (9) представлено на рис. 4. Из решения видно, что у АЦ-ЗС угол θ может быть только острым. Это обуславливает появление составляющей силы сопротивления резанию, направленной в сторону надвигания пильного диска и способствующей его самозатягиванию в пропил (см. формулу 2).

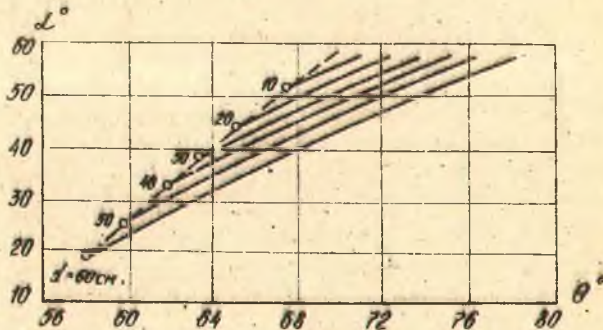


Рис. 4. Изменения кинематического угла встречи в процессе пиления хлыстов различных диаметров

Изучение кинематики поворота маятника выявило, что в начальный период движения маятник имеет скорость на 25% выше, чем при пилении по максимальной хорде. Это соотношение следует увеличить до 50-60%, что создаст более благоприятные условия нагружения и роста производительности операции раскрывки.

Определены частоты ударов звеньев цепи подающего транспортера по зубьям звездочки, равные 6,5 и 2,1 Гц. Их необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации раскрыве-

вочных станков во избежание повышенной вибрации (резонанса) фундамента со станком на этих частотах.

Реакция фундамента на действующие нагрузки. Работоспособность станка АЦ-ЗС зависит, кроме указанных выше факторов, и от формы, объема фундамента, а также прочностных свойств грунта.

Установление ограничений по максимальным перемещениям, осадкам и колебаниям фундамента. Нами определено, что неравномерные перемещения и осадки опасны при превышении угла наклона фундамента со станком $5^{\circ}42'$ (0,099 рад). Предельно допускаемые значения амплитуд A колебаний фундамента станка обоснованы в следующих размерах: при подаче хлыста - 0,3 мм, в процессе пиления - в зависимости от оборотов n пильного диска. Так, при n до 500 об/мин $A = 0,20$ мм, при $n = 500$ - -750 об/мин $A = 0,15$ мм, при n более 750 об/мин $A = 0,1$ мм.

Расчет фундаментов на колебания. Принятое в настоящее время методы расчета фундаментов на колебания не учитывают эксцентричного расположения машины по отношению к площади подошвы ее фундамента и ограничиваются определением колебаний по трем степеням свободы.

В диссертации с использованием уравнений Лагранжа выведены дифференциальные уравнения для расчета твердых тел на колебания по шести степеням свободы, из которых три являются поступательными перемещениями центра тяжести вдоль координатных осей и три - углами поворота вокруг осей. Они позволяют учитывать эксцентриситет в расположении оборудования. Наиболее важную важность из них при изучении колебаний фундамента АЦ-ЗС представляют уравнения, описывающие колебания вдоль осей X , Z и вокруг Oy , так как в указанных направлениях действуют значительные динамические силы. Упростив и решив их, получим формулы для нахождения частот свободных (f_z) и амплитуд вынужденных вертикальных (A_z), горизонтальных (A_x) и вращательных (A_y) колебаний фундамента со станком.

$$f_z = \sqrt{\frac{C_z F}{m}}; \quad (10)$$

$$A_z = \frac{P(z) \sin \theta}{m} \cdot \frac{1}{f_z^2 - \omega^2}; \quad (11)$$

$$A_x = \frac{P_{x, \text{дон}} (H h K_x - \beta)}{\beta \mu - K_x^2 h^2}; \quad (12)$$

$$A_y = \frac{P_{x, \text{дон}} (h K_x - \mu H)}{\beta \mu - K_x^2 h^2}; \quad (13)$$

где $\beta = \sigma_{0y} \omega^2 - K_x h^2 + G h - C_{xy} J_{0y}$; $\mu = m \omega^2 - K_x$
 G, m - вес и масса системы (фундамент+станок); F - площадь основания; $K_x = C_x F$; C_x, C_y, C_{xy} - коэффициент упругости основания от равномерных сжатия и сдвига и неравномерного сжатия; H - расстояние от основания до точки приложения силы по высоте; h - расстояние от центра тяжести системы до подошвы фундамента; ω - частота периодической нагрузки; σ_{0y}, J_{0y} - моменты инерции системы и площади подошвы фундамента вокруг соответствующих осей.

Решение и анализ задач по нахождению частот и амплитуд колебаний фундамента раскрывочного станка АЦ-ЗС показал следующее. С ростом модуля упругости грунта возрастает частота свободных вертикальных и горизонтальных колебаний. Для типовых фундаментов АЦ-ЗС при изменении модуля упругости от 300 до 900 даН/см² f_x увеличивается с 40 до 75 рад/с, f_{xy} - с 10 до 35 рад/с. При уменьшении ширины фундамента собственные частоты незначительно убывают, в то время как при снижении высоты наблюдается их рост. Вынужденные колебания могут иметь резонанс амплитуды в зависимости не только от частоты воздействующей силы, но и величины модуля упругости грунта, что необходимо учитывать при возведении фундамента.

При проведении экспериментальных исследований изучались упругие свойства грунта в основании фундамента, частота собственных и амплитуды вынужденных колебаний в зависимости от приложенных сил, перемещение фундамента от статических нагрузок и осадки его за продолжительный срок.

Модуль упругости грунта определялся путем компрессионных испытаний и по частоте собственных колебаний уже возведенного фундамента. Результаты в обоих случаях получились близкими друг к другу.

Частота и амплитуда быстро изменяющихся колебаний (с частотой более 3 Гц) измерялись виброприбором К 001, подключенным к осциллографу Н-700. Для измерения медленно изменяющихся частот и амплитуд использовались специально изготовленные тензоизмерители.

За осадками фундамента велись наблюдения по установленным маркам и реперу. Измерения производились высокоточным нивелиром Н-1 периодически весной и осенью в течение двух лет.

Сравнение полученных опытами частот и амплитуд колебаний с теоретически рассчитанными дает удовлетворительный результат.

Изменение осадок фундамента станка АЦ-3С за период наблюдений представлено на рис.5.

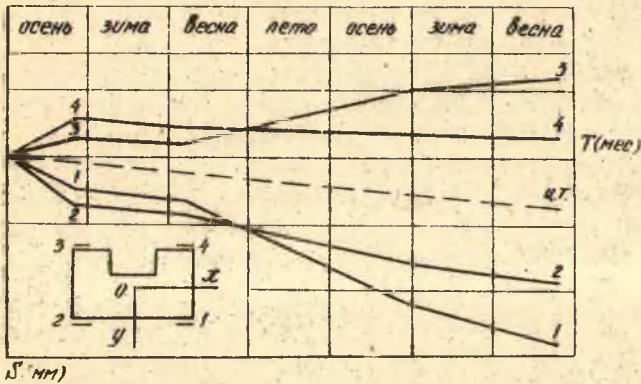


Рис.5. Осадки фундамента станка АЦ-3С в течение двух лет эксплуатации

Правильность результатов нивелирования четырех угловых точек фундамента устанавливалась следующим образом. По координатам трех точек составлялось уравнение плоскости. Четвертая точка, как обязательно лежащая в этой плоскости, использовалась для контроля.

Анализ результатов наблюдений за осадкой выявил следующее. За два года фундамент раскряжевочного станка АЦ-3С "просел" на 0,83 мм. Несмотря на незначительную величину осадок, из-за неравномерности их наблюдается крен фундамента. Измерения и расчеты показали, что причиной этого является эксцентричность действия нагрузок по отношению к центру основания. Для устранения отмеченного недостатка следует изменить форму фундамента так, чтобы эксцентричные нагрузки были сведены до нуля.

В связи с этим предлагается рациональная форма фундамента. Фундамент для размещения приводной звездочки подающе-

го транспортера остается прежним. Фундаменты для размещения станка и привода транспортера отсутствуют, что позволяет сэкономить 12 м³ бетона. Приводная звездочка находится над центром фундамента. Станок и привод транспортера крепятся посредством металлических балок симметрично с обеих сторон к фундаменту приводной звездочки. Сделанная проверка подтвердила, что фундамент по данному варианту запроектирован верно.

Сравнительный расчет стоимости фундаментов типового и предложенного показал, что последний вариант позволяет получить экономию в сумме до тысячи руб. на одну раскрывочную установку. При этом будет повышено качество раскрывки из-за отсутствия перекоса фундамента.

Технологическая и экономическая эффективность от использования дросселирования жидкости, поступающей в гидроцилиндр надвигания пильного диска, устанавливалась по изменению продолжительности цикла раскрывки хлыста ($t_{\text{ц}}$). Хронометражными наблюдениями за работой раскрывочной линии ШЛХ-ЗАС в два этапа определялась $t_{\text{ц}}$ раскрывки хлыстов различных диаметров до и после использования дросселирования (рис.6).

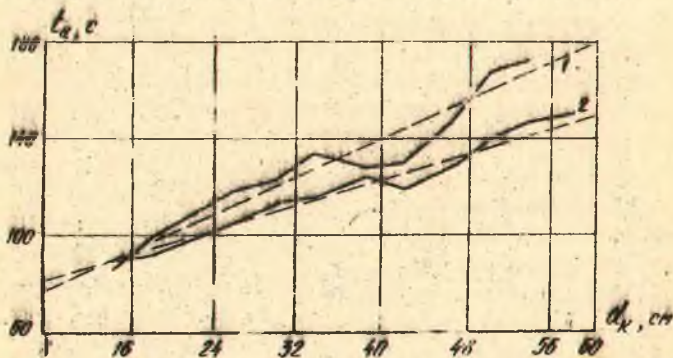


Рис.6. Продолжительности циклов раскрывки хлыстов различных диаметров при отсутствии дросселирования (1) и дросселировании (2) жидкости, поступающей в гидроцилиндр надвигания пильного диска

Путем обработки полученных данных выведены следующие формулы:

при отсутствии дросселирования -

$$t_{\text{ц}} = 1,99 d^2 + 59,58 \quad (14)$$

при использовании дросселирования -

$$t_4 = 1,4 d + 66,3, \quad (15)$$

где d - диаметр хлыста с комлевой части (см).

Исследования показали, что производительность установки с использованием дросселирования за счет снижения простоев, связанных со стопорением пильного диска в пропиле, повышается до 15%. В денежном отношении это дает годовой экономический эффект в сумме 1,5 тыс.руб. на раскрывочный поток.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Отсутствие системы регулирования скорости надвигания пильного диска АЦ-ЗС в зависимости от диаметра хлыста вызывает появление значительных нагрузок от сил сопротивления резанию. Уменьшить эти силы возможно:

а) установкой системы регулирования скорости надвигания пилы в зависимости от диаметра бревна;

б) включением в гидросистему дросселя с проходным отверстием для жидкости 1,5-2 мм в целях снижения скорости надвигания. Время цикла при пилении хлыстов тонких диаметров (до 0,4 м) увеличивается незначительно (до 2 с), но сокращается время на ликвидацию последствий стопорения (2-3 мин), поскольку резы хлыстов крупных диаметров выполняются в основном без остановки пильного диска;

в) использованием блокировки надвигания, не допускающей включения надвигания при неполноте набранных оборотах диска.

2. Установлены математические зависимости для нахождения объемов и центров тяжести всего хлыста и отдельных его отрезков. Они позволяют учитывать гибкость хлыстов и производить расчеты нагрузок при раскрывке, трелевке тракторами, лебедками, создании разворотных устройств.

3. Выявлены нагрузки, передающиеся на домкрат раскрывочной установки в зависимости от высоты подъема хлыста.

4. Исследованы нагрузки от подающего транспортера ТС-29С. Установлено, что наибольшую опасность для возбуждения колебаний фундамента и раскрывочного станка представляют динамические нагрузки от ударов звеньев цепи по зубьям ведущей звездочки, происходящие на частотах 6,5 и 2,1 Гц.

5. В результате изучения кинематики пиления раскрывочным станком АЦ-ЗС выявлено, что независимо от переднего угла зуба и степени заточки при пилении появляются силы, спо-

собствующие самозатягиванию пыльного диска в пропил. Устранить их можно созданием вращения пыльного диска в обратную сторону.

6. Разработаны ограничения по показателям работоспособности фундамента раскряжевочного станка: перемещениям, осадкам и колебаниям. Установлено, что наибольшую опасность из них представляют неравномерные осадки, ведущие к ухудшению качества раскряжевки, и амплитуды колебания. Эти ограничения дают возможность путем натурных измерений контролировать работу фундамента и определять эксплуатационные качества станка.

7. Получены дифференциальные уравнения, описывающие колебания фундамента АЦ-ЗС по шести степеням свободы. Их можно использовать при расчете фундаментов под другие виды оборудования. По ним найдены формулы для определения частот и амплитуд вертикальных и горизонтальных колебаний АЦ-ЗС.

8. Изучен влияние формы фундамента на работоспособность конструкции. Особую опасность представляет форма, при которой возникают эксцентричные нагрузки. С учетом этого предлагается рациональная форма фундамента, обеспечивающая сокращение объема фундамента и улучшение его работы. Предложенная форма фундамента способствует устранению перекосов фундамента из-за отсутствия эксцентричных нагрузок, что позволяет значительно повысить качество разделки за счет возрастания точности реза.

9. Снижение объема фундамента только одной раскряжевочной установки АЦ-ЗС позволит получить экономический эффект в сумме до 1000 рублей. При этом сокращаются сроки ввода станка в эксплуатацию, появляются удобства для его перестановок в период реконструкций, улучшаются условия для обслуживания в процессе работы.

10. Использование предложений по улучшению работоспособности раскряжевочного станка только за счет дросселирования повышает производительность раскряжевочного потока до 15% и дает экономическую эффективность в 1,5 тыс.руб. в год на поток.

Цели и задачи исследования обусловили следующую структуру диссертации.

Во введении обосновывается актуальность избранной те-

мы, намечается к 17 проблем для исследования.

В I главе анализируется состояние вопроса и определяются конкретные задачи и пути исследования.

Во II главе изучаются нагрузки, возникающие в процессе работы раскрывочного станка АЦ-ЗС.

Передача нагрузок на основные узлы АЦ-ЗС рассматривается в III главе.

Технологическая и экономическая реализация результатов исследования изложена в IV главе.

Заключение обобщает результаты исследования и содержит выводы и рекомендации.

Основные положения диссертации отражены в следующих публикациях:

1. Добровольский В.А., Ковалев Н.Ф. Дифференциальные уравнения колебаний фундаментов раскрывочных станков АЦ-ЗС. - Сб. "Механизация лесоразработок и транспорт леса", вып.5, Минск, Высшая школа, 1975, с.10-23.

2. Добровольский В.А. Определение центра тяжести ствола дерева как параболоида вращения. - Сб. "Механизация лесоразработок и транспорт леса", вып.7, Минск, Высшая школа, 1977, с.53-59.

3. Добровольский В.А. Определение линии длины отрыва хлыста от транспортера при подъеме его домкратом раскрывочной установки в период оторцовки. - Сб. "Механизация лесоразработок и транспорт леса", вып.8, Минск, Высшая школа, 1978, с.32-38.

4. Добровольский В.А., Ковалев Н.Ф. Вибрация фундамента раскрывочной установки АЦ-ЗС. - Сб. "Механизация лесоразработок и транспорт леса", вып.10, Минск, Высшая школа, 1980, с.125-130.

5. Добровольский В.А. Осадки фундамента раскрывочного станка АЦ-ЗС. - Сб. "Механизация лесоразработок и транспорт леса", вып.11, Минск, Высшая школа, 1981, с.126-131.

Отзыв на автореферат с заверенными подписями направлять по адресу: 220630, г.Минск, ул.Свердлова, 13а, БТИ им.С.М.Кирова, Ученый совет.

Добровольский Валентин Александрович

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ
РАСКРЯЖЕВОЧНЫХ УСТАНОВОК ТИПА ПЛХ-ЗАС (ЛО-15С)
НА ИХ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

Подписано в печать 24.09.81. АТ 13621 .Формат 60x84^I/16.
Печать офсетная. Усл.печ.л.0,93.Уч.-изд.л.1. Тираж 100 экз.
Заказ 447 .Бесплатно.

Отпечатано на ротапринтере Белорусского ордена Трудового
Красного Знамени технологического института им. С.М.Кирова.
220630. Минск, Свердлова,13.