

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ТРИНАДЦАТЫЙ

4

1970

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. И. М. Боховкин (отв. редактор), доц. Е. С. Романов (зам. отв. редактора), проф. Н. М. Белая, проф. Г. А. Вильке, доц. П. И. Войчалъ, проф. И. В. Воронин, проф. А. Э. Грубе, проф. М. Л. Дворецкий, доц. Д. С. Добровольский, проф. И. П. Донской, доц. Г. Л. Дранишников, проф. М. И. Зайчик, проф. Ф. И. Коперин, проф. С. Я. Коротов, акад. ВАСХНИЛ, проф. И. С. Мелехов, доц. Н. В. Никитин, проф. А. Н. Песоцкий, проф. С. И. Рахманов, доц. В. О. Самуйлло, доц. Г. Я. Трайтельман, доц. В. В. Щелкунов.

Ответственный секретарь редакции А. И. Кольцова.

«Лесной журнал» публикует научные статьи по всем отраслям лесного дела, сообщения о внедрении законченных исследований в производство и о передовом опыте в лесном хозяйстве и лесной промышленности, информации о научной жизни высших учебных заведений. Предназначается для научных работников, аспирантов, инженеров лесного хозяйства и лесной промышленности, преподавателей вузов и техникумов, студентов старших курсов лесотехнических институтов.

Выходит 6 раз в год.

Адрес редакции: Архангельск, 7, Набережная В. И. Ленина, 17,
Лесотехнический институт, тел. 4-13-37.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 4.

(Год издания тринадцатый).

Сдан в набор 3/VII-70 г. Подписан к печати 28/IX-70 г. Форм. бум. 70 × 108/16.
Печ. л. 15,4 + 5 вкл. Физ. л. 11. Уч.-изд. л. 15,61. Тираж 2220.
Сл 00096. Заказ № 2466. Цена 1 руб.

Типография им. Склепина, г. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

НАВСТРЕЧУ XXIV СЪЕЗДУ КПСС

Трудящиеся нашей страны с большим воодушевлением встретили Постановление Пленума ЦК КПСС о созыве в марте 1971 г. XXIV съезда Коммунистической партии Советского Союза.

В условиях развернутого строительства коммунизма все более возрастает роль нашей партии как организатора и политического вождя Советского общества. Партия идет к своему съезду в тесном единении с народом, имея на вооружении передовое марксистско-ленинское учение и богатый опыт коммунистического строительства. На съезде будут подведены итоги созидательной деятельности советского народа со времени XXIII съезда КПСС и намечены пути дальнейшего развития страны.

Наша страна за эти годы достигла огромных успехов в развитии экономики и культуры. Среднегодовой прирост промышленной продукции за последние четыре года составил 8,5 процента. Национальный доход вырос почти на одну треть. На 18 процентов возрос по сравнению с предыдущим четырехлетием среднегодовой объем валовой продукции сельского хозяйства. Значительных успехов достигла наша советская наука. Все это вызывает законную гордость за нашу Родину, славную Коммунистическую партию. Трудящиеся нашей страны, развертывая социалистическое соревнование в честь предстоящего съезда, стремятся порадовать Родину новыми трудовыми успехами.

Исключительно велика роль работников лесной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, гидролизной и лесохимической промышленности, призванных удовлетворить многообразные потребности страны в добротной древесине и продуктах ее переработки. Поддерживая патриотический почин москвичей, они пересматривают ранее принятые социалистические обязательства, стремятся в честь XXIV съезда партии выйти на новые более высокие рубежи.

Важнейшей стороной нашей экономической стратегии является ускорение научно-технической революции, совершенствование организации и управления народным хозяйством. Перед учеными, работающими в области лесной, деревообрабатывающей промышленности и лесного хозяйства, стоят большие задачи по изысканию путей комплексного и наиболее полного использования древесного сырья, повышения производительности труда, внедрения новой техники и технологии, улучшения использования резервов производства, снижения себестоимости продукции, улучшения ее качества.

Огромной народнохозяйственной и политической задачей является дальнейший подъем сельского хозяйства. На состоявшемся в июле 1970 г. Пленуме ЦК КПСС партия выработала развернутую научно обоснованную программу ускоренного развития сельскохозяйственного производства. Эти решения встречены с большим одобрением. В Постановлении Пленума ЦК КПСС уделяется большое внимание дальнейшему увеличению производства зерна, продуктов животноводства, химизации сельского хозяйства; развитию мелиорации земель и др. Основой повышения эффективности сельского хозяйства является меха-

низация всех работ. Ученые и работники предприятий лесной промышленности и лесного хозяйства примут самое активное участие в подъеме сельского хозяйства. Существенное значение в повышении урожайности полей и в борьбе с эрозией почв будет иметь дальнейшая работа по созданию лесозащитных полос. Для транспортировки и сохранности минеральных удобрений и химикатов важно обеспечить расширение выпуска битумированных мешков. Для дальнейшего развития животноводства будут усовершенствованы пути производства кормовых дрожжей.

В решениях Пленума ЦК КПСС определена широкая программа производственного, жилищного и культурно-бытового строительства на селе. Для ее выполнения потребуются все возрастающие количества лесоматериалов. Важнейшая задача работников лесной промышленности — поставка леса селу.

Большую и многообразную роль в осуществлении программы подъема сельского хозяйства, намеченной июльским Пленумом, должна сыграть высшая школа и в том числе лесные вузы. В научно-исследовательской работе лесохозяйственных факультетов большое место должны занять вопросы полезащитного лесоразведения, мелиорации, разработка биологических основ рационального использования и охраны растительного и животного мира; борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйства. Кафедры общественных наук могут внести весомый вклад в обобщение опыта партийно-политической работы на селе, организовать социологические исследования и дать квалифицированные рекомендации местным партийным и советским органам.

В целях более активной и действенной помощи сельскому хозяйству необходимо подготовить предложения о направлении в 1971 г. в колхозы и совхозы молодых специалистов — выпускников лесомеханических факультетов. Следует тщательно изучить результаты приема в вузы в 1970 г., предусмотреть и осуществить в 1971 г. увеличение приема сельской молодежи. Важной задачей является обобщение опыта работы студенческих строительных отрядов на сооружении сельскохозяйственных объектов и разработка мер по увеличению количества и улучшению работы этих отрядов в 1971 и последующих годах.

Успешному решению этих задач будет способствовать проведение в коллективах вузов лекций по материалам июльского Пленума ЦК КПСС, органическое включение решений Пленума в соответствующие темы курсов общественных наук, лесоводственных, экономических и других дисциплин.

Сейчас наша страна вступила в ответственный период завершения пятилетки. План последнего года пятилетки предусматривает значительный рост промышленного и сельскохозяйственного производства. От результатов этого года во многом зависит выполнение пятилетки в целом. Требуется напряжение всех сил, мобилизация наших резервов для успешного завершения плановых заданий.

Развивая социалистическое соревнование, будем добиваться досрочного выполнения пятилетнего плана! Пусть каждый предсъездовский день станет для каждого из нас днем ударной работы, новых научных поисков путей рационального и наиболее полного использования древесины! Отдадим все силы и знания достойной встрече XXIV съезда славной партии Ленина!

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 631.821

**ЗНАЧЕНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ И ГИПСОВАНИЯ
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В КАРПАТАХ**

Г. А. ХАРИТОНОВ

(Львовский лесотехнический институт)

В Карпатах распространены горно-лесные (бурые) почвы; они кислые (рН водное $\approx 4,3$, солевое $\approx 4,0$), содержат до 16% гумуса, который сосредоточен в верхнем 20-сантиметровом горизонте; наличие гидролизуемого азота 10—34 мг/100 г почвы (при резком уменьшении его вниз по профилю); запасы подвижного фосфора в верхнем горизонте в среднем составляют 1,0 мг; количество подвижного калия также невелико — 6—8 мг/100 г почвы; насыщенность основаниями слабая; содержание полуторных окислов (Al и Fe) повышенное, что способствует закреплению фосфора в форме труднорастворимых, полудоступных растениям фосфатов железа и алюминия; азот в силу повышенной кислотности также малодоступен для растений.

Таким образом, горно-лесные почвы нуждаются в нейтрализации кислой среды и в усилении подвижности фосфора и азота для использования их растениями. В этих целях необходимо внесение в почву Са в форме известковых или сульфатных соединений.

Опыты* проводили на вегетационной площадке в шестилитровых глиняных сосудах, покрытых снаружи глазурью; горно-лесную почву брали в лесу (тип C_2-C_3) и после просеивания через грохот послонно набивали в сосуды таким размещением горизонтов: нижний — переходный, заполнивший 20% объема, средний — иллювиальный — 40% и верхний — аккумулятивный — 40%. Посадку производили одновременно с набивкой сосудов; использовали 1—2-летние сеянцы. Косвенно действующие удобрения (молотый известняк или сырой гипс) вносили при набивке сосудов. Для всех пород имелись также контрольные сосуды без внесения известняка и гипса.

В течение трех лет после посадки проводили наблюдения за сеянцами. Были установлены следующие оптимальные нормы локального внесения молотого известняка и гипса (табл. 1).

Таким образом, на 1 га (8 тыс. сеянцев) при посадке за один раз вносили от 56 до 120 кг известняка и 8—16 кг гипса.

Подопытные растения обмеряли в первый и во второй год; в конце третьего года был выполнен демонтаж вегетационной площадки, растения были изъяты и измерены.

Результаты опытов по известкованию и гипсованию почвы под хвойные и лиственные породы приведены в табл. 2. Ель в результате известкования повышает рост верхушечных и боковых побегов, увеличивается ширина кроны и количество побегов; растения становятся более мощными, хвоя у них более темная.

* В проведении исследований принимали участие лаборанты В. И. Ермолава и А. И. Бондаренко.

Таблица 1

Породы	Норма внесения, г/растение	
	молотого известняка	сыромолотого гипса
Ель	15	2,0
Сосна обыкновенная	7	1,5
Пихта	7	1,5
Лиственница	15	1,5
Бук	15	1,0
Дуб	15	1,5
Явор	15	2,0
Клен остролиственный	7	1,5
Липа	15	1,0
Черешня	7	1,0

Сосна обыкновенная положительно реагирует на известкование: прирост в высоту возрастает на 27%, увеличивается прирост боковых побегов; значительно (на 40%) повышается образование хвои.

Пихта в результате известкования в культурах раннего возраста не улучшает роста.

Лиственница европейская от внесения молотого известняка резко улучшает свой рост и развитие: прирост в высоту и боковых побегов увеличивается в 1,5 раза, в связи с этим прирост кроны также повышается больше, чем в полтора раза, а диаметр корневой шейки почти вдвое; общий вес надземных органов (хвои, стеблей) к концу третьего года увеличивается вчетверо.

Бук сильно реагирует на внесение молотого известняка: прирост в высоту увеличивается более, чем вдвое, прирост всех побегов — в 2,5 раза; толщина корневой шейки — в 1,5 раза; крона — на 16%; вес листьев и стеблей — в 1,5—2,5 раза.

Дуб не проявляет положительного отношения к известкованию, поэтому в первые три года жизни культур дуба известкование проводить не следует.

У явора в первые годы несколько повышается прирост верхушечного и боковых побегов; проекция кроны также увеличивается; достигает большей толщины корневая шейка.

Клен остролистный не проявляет положительного отношения к известкованию.

Липа мелколистная затормаживает развитие всех органов, поэтому известкование для нее в первые годы культур исключается.

Черешня также отрицательно реагирует на известкование даже в малых дозах (10 г): рост ее значительно ослабляется.

В опытах с внесением гипса в малых дозах (1,5—2,0 г на растение) мы руководствовались предположением, что сульфат ионы гипса могут связывать подвижный алюминий в нерастворимые соединения, вследствие чего увеличивается подвижность фосфатов почвы; данное обстоятельство «объясняется вытеснением ионами SO_4^{2-} фосфатных ионов из оксифосфатов алюминия»*.

У ели увеличивается рост в высоту (на 30%) и общее накопление органического вещества. Гипсование влияет на ель положительно, но слабее, чем известкование.

Сосна обыкновенная реагирует на гипсование сильнее: прирост в высоту и накопление органического вещества повышается к трем годам более, чем на 30%; прирост кроны также увеличивается.

Пихта замедляет рост по всем показателям; гипсование для нее не может иметь практического значения.

Лиственница примерно в 1,5 раза увеличивает прирост в высоту, по диаметру кроны и толщине корневой шейки; однако накопление общей массы органического вещества увеличивается только вдвое, а не вчетверо, как при известковании.

Таким образом, наиболее эффективно гипсование почвы под лиственницей, затем под сосной и елью. Количественные показатели этого влияния слабее, чем в случае известкования, но гипсование имеет хозяйственное преимущество, так как на 1 га культур потребуется гипса значительно меньше, чем известняка; к тому же запасы сырого гипса в Предкарпатье неограниченны. Бук увеличивает прирост верхушечного побега вдвое, в полтора раза — рост боковых побегов и

* И. Н. Гоголев, З. В. Проскура. Кислотность и фосфатный режим бурых горно-лесных почв и методы их регулирования. Сб. «Основные проблемы изучения и использования производительных сил Украинских Карпат». Изд-во «Каменяр», Львов, 1967.

стволика в толщину; повышается общее накопление органической массы. Следовательно, гипсование оказывает положительное влияние на бук в первые годы жизни.

Рост дуба усиливается незначительно (на 2—10%).

У явора под влиянием гипсования несколько улучшается общее состояние, растения становятся более мощными, темно-зелеными, однако в течение первых трех лет гипсование мало эффективно.

На клен остролистный, липу и черешню гипсование действует несколько угнетающе.

Были проведены также наблюдения за влиянием известкования и гипсования поверхности подстилки в различных насаждениях в стадии жердняка. Уже через год после внесения сыромолотого известняка очень сильно повысился прирост по диаметру у ели, бука и осины, несколько слабее у дуба, лиственницы и граба. Влияние сыромолотого гипса менее заметно, он значительно повышает прирост только у осины, ели, затем у дуба и граба.

Выводы

1. При выращивании лесных культур на бурых горно-лесных почвах Карпат рекомендуется внесение в почву молотого известняка или сыромолотого гипса.

2. Необходимо начать широкое производственное испытание внесения в почву сыромолотого известняка (3 т/га) или сыромолотого гипса (400 кг/га) в лесных насаждениях, начиная со стадии жердняка.

Поступила 4 июня 1969 г.

УДК 634.0.2

О КЛИМАТИЧЕСКИХ АРЕАЛАХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В СВЯЗИ С ЛЕСНОЙ ТИПОЛОГИЕЙ

М. М. ПУТИЛИН

(Воронежский лесотехнический институт)

По концепции Г. Ф. Морозова, исследование типов леса направлено главным образом на выявление закономерностей их географического размещения в зависимости от сочетания природных условий местопроизрастания и внутренних биолого-экологических свойств древесных пород в целях раскрытия связи между типом леса и географической средой, в первую очередь — климатическими условиями.

В лесной типологии В. Н. Сукачева приводятся в виде обобщенной схемы эдафотитоценотические ареалы древесных пород, не учитывающие климатических условий. Поэтому нам представляется необходимым сопоставить эдафотитоценотические ареалы древесных пород с их климатическими ареалами.

Для построения схемы климатических ареалов целесообразно избрать две координаты — годовую сумму атмосферных осадков и среднюю январскую температуру воздуха. Эти метеорологические элементы очень четко характеризуют изменение климатических условий на протяжении лесной зоны в пределах СССР, от западных его границ до восточной окраины Сибири. Именно в этом направлении нарастает континентальность климата.

Климатические ареалы древесных пород построены следующим образом. По карте ареалов древесных пород и картам годовых изогет и январских изотерм для каждой древесной породы устанавливали годовые суммы атмосферных осадков и средние январские температуры воздуха для западной, восточной, северной и южной границ ареала данной породы. Эти цифры наносили на координатную сетку, где абсциссой служило количество осадков, а ординатой — температура. Соединение полученных таким путем четырех точек дает овальную фигуру климатического ареала древесной породы. В середине этой фигуры выявляется климатический оптимум для данной породы. Каждая из пород имеет свой центр и свои границы ареала, не совпадающие с таковыми для других пород; эти реальные климатические ареалы располагаются в виде цепи колец, идущей с запада на восток, то есть в направлении от лучших к более суровым для растительности климатическим условиям, а не концентрируются вокруг одного абстрактного центра, как это имеет место на обобщенной эдафито-ценотической схеме.

Очевидно, что поведение каждой древесной породы в разных частях климатического ареала (как образователя типа леса и как конкурента с другими породами) различно, так же как и отношение этой породы к эдафическим условиям. Таким методом можно выявить закономерности образования данного лесонасаждения с господством той или иной главной породы, с той или иной примесью пород и образования типов леса. В этом случае на первый план выступает размещение господства древесных пород по растительным зонам и провинциям.

Типологическая концепция Г. Ф. Морозова как раз и заключается в исследовании типов леса в этом направлении. Очевидно, этот аспект имеет кардинальное значение для лесоводства. С этим связаны жизненность, устойчивость и производительность древесной породы данного типа леса и географического ландшафта. Этим же определяются и наследственные свойства пород, сложившиеся в условиях того или иного географического района (экотипы).

В настоящее время еще нет систематического изучения типов леса в плане географического анализа образования типов леса и наследственных свойств наших главных древесных пород как лесообразователей в разных районах их географического ареала.

Рассмотрим этот вопрос еще с другой стороны. Чтобы вырастить урожай ствольной древесины сосны объемом в 400 м³ по линии развития II класса бонитета, потребуется: в Архангельской области 100—120 лет (по А. В. Тюрину и В. И. Левину), в Ленинградской — 90 лет (по Варгасу де Бедемару), на Среднем Урале — 80 лет (по Д. А. Миловановичу) и в Куйбышевской области — 70 лет (по Варгасу де Бедемару).

В схеме типов сосновых лесов (по В. Н. Сукачеву) все эти насаждения могут быть отнесены к одному типу — бор-брусничник, если исходить из породного состава верхнего полога и доминирующих растений напочвенного покрова. Строение насаждения, взаимоотношение ярусов растительности и доминирующие в них растения будут одинаковыми.

Время или длительность нарастания древесины и разница в видовом составе прочих растений так же, как и разница в других признаках и особенностях насаждений, налагаемых местным климатом и условиями местного типа ландшафта, рассматриваются с точки зрения нормального фитоценотического процесса как местные случайные варианты одного и того же явления.

Напротив, по классификации Г. Ф. Морозова перечисленные насаждения должны быть отнесены к разным таксономическим рангам и разным типам насаждения. Эта классификация имеет целью так систематизировать насаждения, чтобы по возможности были выявлены связи местной географической среды с экологическим составом растительных и животных компонентов насаждения, их взаимоотношениями и линией развития древостоя, то есть классом бонитета. В этом случае и состав насаждения, и его форма, и его производительность в каждом конкретном случае будут строго связаны с условиями местопроизрастания. Каждое лесонасаждение свойственно тому ландшафту, часть которого оно составляет. Вне определенного ландшафта типы леса по Г. Ф. Морозову не повторяются.

Поступила 12 июня 1968 г.

УДК 634.0.114

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА АЭРАЦИИ ПОДЗОЛИСТО-ГЛЕЕВЫХ ПОЧВ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ НА ЛЕНТОЧНЫХ ГЛИНАХ

Г. Ф. КОПОСОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

В некоторых районах Ленинградской области среди четвертичных отложений довольно широко распространены ленточные глины. Как материнская порода ленточная глина обладает рядом особенностей, которые оказывают решающее влияние на процессы почвообразования. Она обладает достаточно высокой степенью пространственной однородности по механическому и химическому составу [1], [2] и почти совершенно водонепроницаема, что в сочетании с незначительными уклонами поверхности создает благоприятные условия для заболачивания. Вследствие этого, на ленточных глинах формируются в зависимости от местоположения и уклона поверхности подзолистые почвы различной степени оглеения.

Исследование проводили методом закладки пробных площадей, на которых сопряженно изучали почвы и произрастающие на них древостои. Пробные площади заложены в непосредственной близости друг от друга, в разновозрастных сосновых древостоях. Исследуемые насаждения образуют ряд типов леса *Pinetum oxalidosum* (разрез 46-К) — *Pinetum myrtillosum* (разрез 47-К) — *Pinetum equisetoso-sphagnosum* (разрез 48-К) — *Pinetum sphagnosum* (разрез 49-К), отражающих последовательные этапы постепенного заболачивания участка соснового леса поверхностными водами.

В табл. 1 приведены данные гранулометрического состава почв (по Н. А. Качинскому), которые указывают на значительную однородность ленточной глины. Несмотря на однородность гранулометрического состава, почвы довольно сильно различаются по некоторым другим показателям. Анализируя данные физических свойств почв (табл. 2), можно четко проследить изменение, вызванное постепенно увеличивающимся оглеением верхних горизонтов. Оно выражается в повышении объемного веса и снижении величины общей порозности при почти неизменном механическом составе. Увеличение объемного веса объясняется, вероятно, своеобразной переупаковкой минеральных частиц почв, вызываемой прогрессирующим оглеением [4]. Процесс переупаковки, или уплотнения, верхних горизонтов почвы сильно отражается на их водопроницаемости.

Таблица 1

№ раз-резов	Гене-тиче-ский гор-изонт	Глубина взятия образца, см	Содержание фракций, % к сухой почве						
			1—0,25 мм	0,25— 0,05 мм	0,05—0,01 мм	0,01—0,005 мм	0,005— 0,001 мм	<0,001 мм	<0,01 мм
46-К	A ₁	4—8	0,5	17,3	31,9	14,8	21,8	13,7	50,3
	A ₁ A ₂	8—16	1,0	3,1	46,3	12,7	21,1	15,8	49,6
	A ₂ B _{1g}	16—24	4,0	14,4	30,4	12,3	19,3	19,6	51,2
	B _{1g}	35—45	1,5	10,9	30,9	10,3	20,2	26,2	56,7
	B _{2g}	75—85	0,8	12,3	25,1	15,5	17,9	28,4	61,8
	B ₂ C _g	105—115	0,5	12,3	28,2	13,3	26,5	19,2	59,0
47-К	C	145—155	0,3	6,7	10,2	14,6	45,4	23,8	83,8
	A ₁	8—16	0,3	10,2	42,3	15,1	22,2	9,9	47,2
	A _{2g}	16—23	0,5	8,0	38,6	15,2	23,4	14,3	52,9
	A ₂ B _{1g}	25—35	1,5	8,0	37,5	12,6	19,4	21,0	53,0
	B _{1g}	55—65	1,5	9,6	35,1	5,5	22,4	25,9	53,8
	B _{2g}	95—105	0,2	8,6	19,2	8,0	37,3	26,7	72,0
48-К	B ₂ C _g	115—125	0,2	11,8	12,4	14,5	38,4	18,7	75,6
	C	140—150	0,2	9,2	7,6	15,6	42,2	25,3	83,0
	A _{1g}	11—20	0,4	8,3	44,7	13,3	23,1	10,2	46,6
	A _{2g}	20—26	3,0	6,5	39,7	14,1	21,7	15,0	50,8
	B _{1g}	30—40	1,5	7,2	34,7	12,6	20,9	23,1	56,6
	B _{2g}	60—70	0,3	4,9	34,2	10,9	22,8	26,9	60,6
49-К	B ₂ C _g	110—120	0,2	9,4	26,6	17,0	26,3	20,5	63,8
	C	140—150	0,2	5,5	7,9	17,9	44,2	25,3	87,4
	AG	23—33	0,3	13,5	39,7	13,6	19,3	13,6	46,5
	G	36—46	0,5	12,6	42,5	10,2	17,0	17,2	44,4
	B _{1g}	50—60	0,2	4,9	38,9	10,8	21,5	23,7	56,0
	B _{2g}	90—100	0,1	14,8	31,5	9,6	20,5	23,5	53,6
49-К	B ₂ C _g	150—160	0,1	6,1	25,3	16,7	32,1	19,7	68,5

На пробных площадях в течение вегетационного периода 1967 г. проводили наблюдения за динамикой влажности. Изменение влажности почв изучали на микроплощадках, отвечающих средним условиям пробной площади [3]. Образцы для высушивания брали по горизонтам в трехкратной (для торфа и подстилок — в четырехкратной) повторности. Периодичность наблюдения была установлена в две недели.

Результаты наблюдений представлены на рис. 1 в виде хроноизоплет порозности аэрации минеральной толщи всех исследуемых почв. Режим аэрации является одним из критериев, позволяющих судить о степени проявления анаэробноза в различных почвах.

Рассматривая данные, прежде всего следует отметить некоторые общие закономерности аэрации для всех исследуемых почв. Наибольшая воздухообеспеченность отмечена для верхних горизонтов. Например, в горизонтах A₁ в наиболее засушливые периоды она достигала 60% общей порозности. Самые резкие колебания в режиме аэрации наблюдались, по-видимому, в органогенных горизонтах, так как влажность их колебалась в очень широких пределах. Например, влажность подстилки сосняка-кисличника (разрез 46-К) изменялась в течение вегетационного периода в пределах 12—90, а влажность верхней части торфянистого горизонта в почвах сосняка пушицево-сфагнового (разрез 49-К) — в пределах 63—107 объемных %.

Достаточно удовлетворительный режим аэрации наблюдается также в верхней части минерального профиля, которая включает в

Таблица 2

№ разрезов	Глубина взятия образца, см	Объемный вес	Удельный вес	Порозность	Полная влагоемкость	Капиллярная влагоемкость	Некапиллярная влагоемкость	Максимальная гигроскопия
46-К	4—8	0,52	2,53	79,4	72,8	51,7	21,1	2,40
	8—16	0,91	2,61	65,1	61,0	55,5	5,5	3,56
	16—24	1,53	2,66	42,5	42,2	41,1	1,1	7,99
	35—45	1,56	2,69	42,1	42,4	42,3	0,1	9,47
	75—85	1,68	2,71	38,0	38,1	38,0	0,1	10,52
	105—115	1,66	2,80	40,7	40,7	40,7	0,0	8,32
	145—155	1,40	2,72	48,5	47,2	46,3	0,9	9,23
47-К	8—16	0,61	2,34	71,0	66,2	60,4	5,8	4,68
	16—23	1,13	2,57	56,0	49,7	45,6	4,1	5,83
	25—35	1,36	2,64	48,5	43,4	41,3	2,1	6,26
	55—65	1,60	2,64	39,5	38,4	38,4	0,0	13,12
	95—105	1,65	2,67	38,2	37,9	37,6	0,3	11,66
	115—125	1,50	2,70	44,5	44,2	44,1	0,1	9,87
	140—150	1,38	2,73	49,5	49,1	49,0	0,1	9,69
48-К	11—20	0,70	2,36	70,3	65,8	65,0	5,8	5,65
	20—26	1,44	2,65	45,7	44,2	43,3	0,9	10,35
	30—40	1,53	2,65	42,3	42,8	42,8	0,0	10,33
	60—70	1,57	2,70	41,9	42,1	42,4	0,0	13,00
	110—120	1,60	2,69	40,5	40,5	40,5	0,0	10,29
	140—150	1,39	2,72	49,1	48,9	47,2	1,7	9,84
49-К	23—33	0,88	2,50	64,8	55,4	55,4	0,0	4,92
	36—46	1,44	2,60	44,6	42,2	40,9	1,3	7,69
	50—60	1,54	2,65	41,9	39,9	38,3	1,6	12,30
	90—100	1,57	2,62	40,1	38,9	34,7	4,2	10,68
	150—160	1,41	2,72	48,2	48,3	47,2	1,1	8,67

Примечание. Объемный вес определяли в шестикратной повторности, удельный — в трехкратной.

себя горизонты A_1 и A_2 . Все нижележащие горизонты, начиная с A_2B_g , находятся в течение всего вегетационного периода в состоянии, близком к полному водонасыщению.

Заболачивание существенно влияет на общий воздушный режим почв. Если в почвах сосняка-кисличника воздухообменность горизонтов B_{1g} и B_{2g} изменялась в течение летнего периода в пределах 5—15% от общей порозности, то при первых признаках заболачивания воздушный режим иллювиальных горизонтов начинает резко ухудшаться.

Уже в сосняке-черничнике иллювиальный горизонт постоянно находится в состоянии полного насыщения влагой, а в сосняке хвощово-пушицево-сфагновом вся минеральная толща почвы, залегающая под слоем торфа, практически постоянно насыщена водой до полной влагоемкости.

В заключение следует остановиться на некоторых особенностях водного режима, обуславливающих развитие глеево-подзолистых почв на ленточных глинах. Ленточная глина, как мы уже отмечали, имеет чрезвычайно тяжелый механический состав, делающий ее практически водонепроницаемой*, поэтому передвижение влаги происходит в основном по трещинам и корням древесных пород. В периоды интенсив-

* Коэффициент фильтрации, определенный экспериментально, не превышал 0,2—0,3 мм/сутки.

ного поступления влаги, будь то весеннее снеготаяние или обильное выпадение осадков, верхняя часть почвенной толщи очень быстро насыщается до полной влагоемкости. Мощность этого слоя невелика. В него входят органогенные горизонты и наиболее рыхлая верхняя часть минерального слоя, включающего в себя горизонты A_1 , A_1A_2 и A_2 . После полного насыщения верхней части почвенной толщи, мощность которой редко превышает 20—30 см, любое, даже очень незначительное, добавочное поступление влаги вызывает застой ее непосредственно на поверхности почвы. В условиях Ленинградской области при довольно значительном количестве атмосферных осадков такое явление может наблюдаться довольно часто.

Степень проявления болотного процесса всецело зависит от уклонов поверхности. Например, уменьшение уклона до 1 : 1000 сильно затрудняет боковой сток избыточной атмосферной влаги и неизбежно вызывает заболачивание. Наоборот, увеличение уклона до 1 : 300 совершенно подавляет этот процесс. Весьма существенное значение имеет также длина склона.

Отсутствие условий для поверхностного стока избыточной влаги является первопричиной заболачивания. В дальнейшем на развитие болотного процесса начинает оказывать влияние растительность, в первую очередь, мхи и травы. Постепенное накопление слабо разложившихся остатков в виде мощных подстилок и торфа еще более ослабляет поверхностный сток, тем самым способствуя прогрессированию болотного процесса.

Рассмотренные особенности водно-физических свойств почв, формирующихся на ленточных глинах, позволяют сделать вывод о полной или частичной непригодности большинства методов исследования водных свойств, на основе которых проектируются мелиоративные мероприятия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Ф. Земляков. Геологический очерк Лисинской лесной дачи. Сб. «Природа и хозяйство учебно-опытных лесничеств Ленинградского лесного института», вып. 1, 1928. [2]. А. А. Роде. Материалы к изучению почвенного покрова Лисинского учебно-опытного леспромхоза. Сб. «Природа и хозяйство учебных леспромхозов лесотехнической академии», вып. III, 1931. [3]. А. А. Роде. Методы изучения водного режима почв. АН СССР, 1960. [4] E. Mückenhausen. Makromorphologische Kennzeichen Verdichteter und Verfestigter Böden. 17. Sonderheft zur Zeitschrift «Landwirtsch. Forschung», 1961.

Поступила 20 января 1970 г.

УДК 631.312

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУВИНТОВЫХ ЛЕМЕШНО-ОТВАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОРПУСОВ ЛЕСНЫХ ПЛУГОВ С УЧЕТОМ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ

А. В. КАРНАУХОВ

(Красноярский филиал ВНИИСтройдормаш)

На корпусах лесных плугов устанавливают винтовые и полувинтовые отвалы. Выбор формы отвала диктуется физико-механическими свойствами лесных почв, степенью их задернения и количеством корней. Винтовые отвалы обычно применяют для обработки сильнозадерненных, обильно заселенных корнями почв, полувинтовые — для обработки почв на вырубках с незначительным числом корней, средним и слабым задернением.

Методы проектирования полувинтовых лемешно-отвальных поверхностей корпусов лесных плугов подразделяются на графические и аналитические. При графических методах поверхность задается большим числом не связанных между собой геометрических параметров. В результате не представляется возможным предвидеть, как меняется форма отвала при изменении какого-нибудь параметра. Аналитические методы проектирования устраняют присущие графическим методам недостатки. Однако расчет основных параметров поверхности проводится без учета агротехнических требований, предъявляемых к плужной обработке лесных почв, а рациональная форма отвала устанавливается в процессе длительных экспериментальных исследований опытных образцов.

Лемешно-отвальная поверхность должна обеспечивать минимальный сдвиг пласта от вертикальной стенки борозды. При этом пласт должен быть слитным (при производстве лесных культур по дну плужных борозд) или крошиться (по обернутым пластикам). В первом случае напряжения пласта, возникающие в результате его деформации лемешно-отвальной поверхностью, не должны превышать допустимых и приводить пласт к разрушению при сходе с отвала, а во втором — наоборот.

При прохождении пласта по отвалу максимальные напряжения возникают в местах наибольшего деформирования его поверхностью отвала, то есть там, где поверхность имеет максимальную кривизну. В полувинтовых отвалах максимальная кривизна в ортогональной лезвию лемеха плоскости равна кривизне направляющей кривой. Следовательно, при расчете направляющей кривой необходимо учитывать сопротивление почвенного пласта деформациям изгиба. В отечественной и иностранной литературе недостаточно данных о сопротивлении лесных почв этим деформациям. Поэтому возникла необходимость в проведении экспериментальных исследований, в результате которых установлено, что кривая, форму которой принимает почвенный пласт со средним задернением и малым количеством корней в момент максимального сопротивления его деформациям изгиба, имеет вид

$$y^2 = 81,6(x - 21,6). \quad (1)$$

В полувинтовых цилиндрических отвалах в качестве направляющей кривой принимают параболу [1], [3], а за исходную кривую, на которой строится параболу, берут окружность радиусом

$$R = \frac{b}{\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon\right) \cos \gamma},$$

где b — ширина пласта;

ε — угол между касательной к плоскости лемеха и дном борозды;

γ — угол между образующей, соответствующей линии лезвия лемеха, и направлением движения корпуса плуга.

Рассмотрим направляющую кривую (рис. 1) в плоскости, перпендикулярной линии лезвия лемеха.

Обозначим:

$\varepsilon = \angle OMB$ — угол между касательной OM к плоскости лемеха и дном борозды AB ;

$\omega = 90^\circ + \varepsilon = \angle MON$ — угол между касательными OM и ON направляющей кривой;

$R = O_1N = O_1M$ — радиус окружности, на которой строится направляющая кривая.

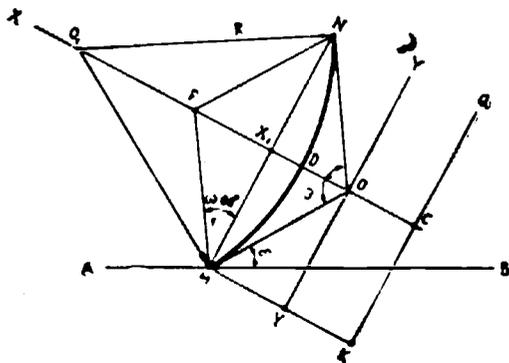


Рис. 1.

Уравнение направляющей кривой MND имеет вид

$$y^2 = p(x - c), \quad (2)$$

где $p = R \sin\left(45^\circ + \frac{\varepsilon}{2}\right)$; $c = \frac{1}{2} R \cos\left(45^\circ + \frac{\varepsilon}{2}\right) \operatorname{ctg}\left(45^\circ + \frac{\varepsilon}{2}\right)$.

Подставив значения R , c и p в выражение (2), получим уравнение направляющей кривой, кривизна которой определяется геометрически-ми размерами пласта и углами постановки корпуса плуга,

$$y^2 = \frac{2b \sin\left(45^\circ + \frac{\varepsilon}{2}\right)}{\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon\right) \cos \gamma} \left[x - \frac{b \cos^2\left(45^\circ + \frac{\varepsilon}{2}\right)}{2\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon\right) \sin\left(45^\circ + \frac{\varepsilon}{2}\right) \cos \gamma} \right]. \quad (3)$$

Задаваясь определенными значениями углов ε , γ и ширины пласта b , можно получить частные уравнения направляющей кривой. Например, направляющая кривая лемешно-отвальной поверхности корпуса плуга ПЛ-70 при $\varepsilon = 13^\circ$, $\gamma = 40^\circ$ и $b = 35$ см имеет вид

$$y^2 = 53,3(x - 8,13). \quad (4)$$

Из анализа уравнений (1) и (4) можно заключить, что при вспашке среднезадернелых почв лемешно-отвальная поверхность плуга ПЛ-70 будет крошить пласт, так как кривизна ее направляющей кривой больше, чем кривизна кривой предельного изгиба пласта. Окончательный выбор направляющей кривой диктуется условием соответствия лемешно-отвальной поверхности агротехническим требованиям, предъявляемым к плужной обработке почв на вырубках. Например, для того чтобы полувинтовая лемешно-отвальная поверхность крошила почвенный пласт со средним задернением и незначительным количеством корней, необходимо, чтобы параметр направляющей кривой в выражении (4) удовлетворял условию

$$\frac{2b \sin\left(45^\circ + \frac{\varepsilon}{2}\right)}{\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon\right) \cos \gamma} < 81,6. \quad (5)$$

В противном случае лемешно-отвальная поверхность не будет крошить пласт, и он при сходе с отвала будет оставаться слитным.

Углы постановки корпуса плуга γ и ε и характер изменения их по высоте выбираются так, чтобы траектория движения пласта по лемешно-отвальной поверхности обеспечивала максимальный оборот пласта при минимальном сдвиге его от вертикальной стенки борозды. Траектория движения пласта по лемешно-отвальной поверхности определяется углом φ между касательной к траектории и линией лезвия лемеха. Теоретическая величина его определяется из выражения [2]

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \gamma \cos \varepsilon. \quad (6)$$

При протаскивании корпуса плуга в борозде траектория движения пласта значительно отличается от теоретической вследствие влияния вида и состояния почвы, ее задернения и разного количества корней. Наибольшее отклонение (в 1,35 раза) наблюдается в нижней части груди отвала на расстоянии 20—30 мм выше линии стыка отвала с лемехом. По мере подъема пласта по отвалу это отношение уменьшается и на крыле отвала в результате действия сил веса пласта становится меньше единицы, что указывает на возможность значительного увеличения угла γ на этом участке отвала.

На основе экспериментальных и теоретических исследований для полувинтовых отвалов корпусов лесных плугов можно рекомендовать начальное значение угла γ принимать равным $42 \pm 2^\circ$, минимальное на расстоянии 20—30 мм выше линии стыка отвала с лемехом — $36 \pm 1^\circ$ и максимальное на крыле отвала — $52 \pm 4^\circ$. При этих значениях угла γ обеспечивается максимальный оборот пласта при минимальном сдвиге его от вертикальной стенки борозды. Характер изменения угла образующих по высоте отвала рекомендуется [3] принимать по закону параболы.

Таким образом, предлагаемый расчет направляющей кривой и рекомендуемые значения углов образующих по высоте отвала позволяют проектировать полувинтовую лемешно-отвальную поверхность корпуса лесного плуга с учетом агротехнических требований, предъявляемых к плужной обработке лесных почв.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. П. Горячкин. Собрание сочинений. Т. 4, Сельхозиздат, 1940. [2]. Л. В. Гячев. Теория лемешно-отвальных поверхностей. Сборник научно-исследовательских работ АЧИМСХ, вып. 13, 1961. [3]. Н. В. Щучкин. Лемешные плуги и лущильники. Машгиз, 1952.

Поступила 1 декабря 1969 г.

УДК 634.0.5 : 674.031.183

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЯБИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЕЕ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЯХ

М. В. ПАЙБЕРДИН

(Марийский политехнический институт)

В наших лесах почти повсюду произрастает широко распространенная подлесочная порода рябина обыкновенная. Этот ценный кустарник, дающий обильные плоды и пригодную для разных поделок древесину, в таксационном отношении изучен пока мало. При лесоустройстве он описывается очень неполно, запасы плодов и древесины не учитываются и лесхозами не используются. В целях восполнения

этого пробела автор с участием студентов лесохозяйственного факультета Марийского политехнического института С. Д. Плаксиной, Л. Н. Егорова, Ю. Л. Агафонова, А. М. Ванчуговой, Н. А. Игнатьевой, Ш. Б. Ахмедзянова и В. Н. Глубокова в 1960, 1962, 1964 гг. на территориях Марийской и Татарской АССР произвел обследование и изучение таксационных показателей и урожайности плодов рябины обыкновенной, произрастающей на лесных площадях.

В результате обработки и анализа материалов 67 пробных площадей и 395 модельных стволиков установлены таксационные признаки рябины.

Условия местопроизрастания. В таежной зоне плодоносящая рябина произрастает в основном на свежих супесчаных и суглинистых почвах, в сураменных и раменных типах леса.

Данные пробных площадей Звениговского лесхоза, собранные в 1960 г., показали, что производительность рябины выше на свежих суглинистых почвах (табл. 1).

Таблица 1

Категории почвы по механическому составу	Средний возраст рябины, лет	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Число стволиков на 1 га	Сумма площадей сечений на 1 га, м ²	Вес плодов с 1 га, кг
Супесчаная . . .	28	6,7	6,6	50	0,17	49
Суглинистая . . .	28	8,2	7,2	127	0,67	136

Рябина обыкновенная как светолюбивое растение хорошо растет и плодоносит на открытых местах. Так, например, стволы одного и того же возраста (32 года), срубленные в 1960 г. в Звениговском лесхозе в качестве средних модельных, выросшие на идентичных суглинистых почвах, имели следующие показатели (на 1 ствол) — табл. 2.

Таблица 2

Условия освещения	Диаметр на высоте груди, см	Высота ствола, м	Вес плодов, кг
На открытом месте	15,1	8,4	17,6
Под пологом леса	8,6	9,8	0,8

Из приведенных цифр видно, что у рябины, растущей на открытых местах, выше диаметр и плодоношение, чем под пологом леса. Отсюда следует, что чем ниже относительная полнота древостоя, под которым растет рябина, тем выше ее производительность. Это положение иллюстрируется данными табл. 3 для рябины, произрастающей на свежей супесчаной почве в Волжском лесничестве Звениговского лесхоза.

Таблица 3

Полнота окружающего древостоя	Средний возраст рябины, лет	Число стволов рябины на 1 га	Сумма площадей сечений на 1 га, м ²	Запас древесины на 1 га, м ³	Запас плодов на 1 га, кг
0,6	18	973	1,03	4,41	516
0,8	18	730	0,58	2,53	164

Категории густоты рябины. По расположению кустов и стволов на лесных площадях явно можно выделить три основные категории рябинников: густой, средней густоты и редкий.

Рябина произрастает на лесных площадях единичными стволами и кустами с наличием двух и более стволиков. Учет 15 пробных кустов 8-летней рябины в Кумьинском лесничестве показал, что в большинстве случаев в кусте 2—3 стволика. Учет производили с подразделением стволиков по диаметру: выше 1 см и ниже 1 см.

В Кумьинском лесничестве на вырубке 1956 г. (квартал 55) на супесчаной почве появилась обильная поросль рябины. В 1959 г. на этом месте на ограниченной площади 0,7 га было сделано осветление рябины от затеняющих ее пород I класса возраста (березы, липы, осины, ивы) и создана естественная плантация рябины. Там же была ограничена контрольная площадь. В 1964 г. на указанных площадях был произведен учет рябины (табл. 4).

Таблица 4

Характеристика пробных площадей	Средний возраст рябины, лет	Число кустов рябины на 1 га	Число стволиков рябины на 1 га			Среднее число стволиков на 1 куст (диаметром 1 см и больше)	Состав древостоя
			общее	с диаметром 1 см и больше	% от общего числа стволиков		
Осветленная	8	3345	14816	12830	86,6	4	8Р1Б1Лп, Ос+Ив
Неосветленная	8	1573	—	5200	—	3	2Р6Б1Ив1Лп, ед. Ос

Уменьшение числа кустов и стволиков на неосветленной (контрольной) пробной площади объясняется угнетением рябины сильно развивающимися листовыми породами (Б, Лп, Ив, Ос), в связи с чем уже через 5 лет в составе древостоя рябины стало меньше на 6 единиц.

У рябины, произрастающей на супесчаной почве под пологом леса, в зависимости от ее возраста и относительной полноты окружающего древостоя, число стволов с диаметром на высоте груди 1 см и выше варьировало в пределах 150—920 шт. на 1 га.

Для обоснованного установления категорий густоты рябинника в качестве учетной единицы могут быть приняты лишь стволы и стволики, но не куст в целом. Число стволиков в кусте варьирует в пределах от 2 до 6 и более штук, часто встречаются и одиночные стволы.

Результаты анализа показателей количества стволиков и плодоношения в рябинниках разной густоты приведены в табл. 5.

Таблица 5

Категории рябинок по густоте	Количество стволиков на 1 га	
	пределы	в среднем
Густой	501 и больше	700
Средней густоты	201—500	350
Редкий	200 и меньше	100

Возраст стволиков. Максимальный отмеченный нами возраст рябины в лесу — 82 года, эта рябина имела диаметр на высоте груди 13,0 см, высоту 9,8 м. Чаще всего встречаются стволы рябины в возрасте до 40 лет. Максимальное плодоношение рябины диаметром 1 см и больше наблюдалось в 20—30 лет; первый урожай был в 7 лет.

Диаметр на высоте груди. Максимальный диаметр ствола рябины 20,7 см в возрасте 49 лет, урожай — 5,2 кг (1959 г.). Начало плодоношения — в 7 лет при диаметре на высоте груди 0,9 см. Следовательно, в учет урожая плодов надо включать стволы рябины диаметром 1 см с градацией ступеней толщины через 1 см.

Высота стволиков. Максимальная высота — 16,2 м при диаметре 20,0 см, в возрасте 34 лет. При одном и том же возрасте рябины 30 лет высота ствола, растущего на открытом месте, меньше (8,4 м), чем у растущего под пологом леса (10,2 м).

Запас древесины рябины. Объемы отдельных стволов рябины определяли на модельных деревьях по сложной формуле срединного сечения по однометровым отрубкам. Максимальный объем ствола 0,164 м³. Максимальный запас древесины рябины на 1 га — 7,30 м³, минимальный — 0,30 м³. Ценная древесина рябины в большинстве случаев совершенно не используется, а между тем ее запас составляет в лесах десятки тысяч кубометров.

Плодоношение рябины на лесных площадях бывает периодическим (через 1—2 года). Так, например, в 1959 г. на луговой стороне р. Волги в лесах рябина не плодоносила, а на горной стороне (тоже в лесу) плодоношение было незначительным. В 1960 г. рябина плодоносила хорошо. В 1962 г. плодоношения снова не было, а в 1963 г. урожайность рябины была средней. Так, в Кумьинском лесничестве в этом году было собрано 721 кг плодов рябины с площади естественной плантации 0,7 га, что составило 1030 кг на 1 га площади рябинника.

Для определения запаса древесины и плодов рябины путем специального обследования или при лесоустройстве надо установить площади с наличием рябины по категориям густоты (густой, средней густоты и редкий), а затем на пробных площадях произвести учет стволиков и урожая плодов в период их созревания.

На основании обработки данных 13 пробных площадей, заложенных в 1961 г. в Волжском лесничестве Эвениговского лесхоза в типе леса березняк липовый (свежая супесчаная почва), составлена таблица изменений основных таксационных показателей рябины в зависимости от ее возраста (табл. 6).

Таблица 6.

Возраст рябины, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов на 1 га, шт.	Сумма площадей сечений на 1 га, м ²	Запас древесины на 1 га, м ³	Запас плодов на 1 га, кг
10	2,3	1,6	1300	0,26	1,30	30
12	2,9	1,9	1100	0,31	1,43	69
14	3,6	2,8	974	0,60	2,93	83
16	4,2	3,4	934	0,85	4,53	105
18	4,6	4,1	833	1,10	5,83	116
20	5,0	4,7	726	1,26	6,53	116
22	5,3	5,3	650	1,43	6,43	129
24	5,7	5,8	450	1,38	5,63	166
26	6,1	6,2	320	0,97	4,03	179
28	6,5	6,7	200	0,70	3,00	188

УДК 634.0.283.3

ОБ УРОЖАЕ ШИШЕК ЕЛИ В СВЯЗИ С ТАКСАЦИОННЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ ДРЕВОСТОЕВ *

А. И. БАРАБИН, В. И. ЗОРИН

(Вельский лесхоз Архангельской области)

В 1968 г. мы провели работы по учету урожая семян ели в насаждениях Емцовского учебно-опытного лесхоза (ст. Емца Северной ж. д.). Натурный материал собирали на пробных площадях, а также на лесосеках в Емцовском и Верховском леспромхозах. У срубленных деревьев измеряли диаметры на высоте груди, подсчитывали количество шишек на 1—5-й мутовках кроны (считая сверху) и на всей кроне. Обработанные данные для ельника-черничника полнотой 0,8 сведены в табл. 1.

Таблица 1

Диаметр дерева на высоте груди	Число моделей	Среднее число шишек на 1—5-й мутовках кроны	Среднее число шишек на кроне одного дерева	Отношение числа шишек на всей кроне и на первых пяти мутовках (переводный коэффициент)
12	20	5,1+1,04	8+1,94	1,6
16	24	9,08±3,75	19,08±3,75	2,1
20	28	13,82±2,07	30,5±4,22	2,2
24	26	11,2±1,8	32,27±8,6	2,9
28	11	11,68±1,8	33,22±5,74	2,8
32	10	10,7±1,27	36,5±9,01	3,4

Из таблицы видно, что с увеличением диаметра ели в насаждении возрастает число шишек в кроне дерева. Это подтверждает выводы о возрастной структуре плодоношения ельников ([5] и др.). Для ориентировочной экстраполяции числа шишек с 1—5-й мутовок кроны на всю крону получены переводные коэффициенты, которые возрастают с увеличением диаметра дерева. Для определения урожая шишек ели в различных типах леса и при разной полноте мы заложили пробные площади размером 0,5 га каждая. Плодоношение ели в насаждениях учебно-опытного лесхоза АЛТИ оценивали в 1968 г. баллом 4 по В. Г. Капперу. Изучено плодоношение шести типов ельников: кисличника, черничника, брусничника, разнотравного, сфагнового и лога. Обработанные данные показаны в табл. 2.

Количество шишек в кроне одного дерева определяли при помощи бинокля путем их подсчета на первых пяти мутовках кроны (считая сверху) обязательно в солнечный день. К видимому количеству прибавляли еще $\frac{1}{3}$. Эта поправка установлена нами при подсчете шишек на лесосеках до и после срубания дерева. О такой же зависимости пишет М. И. Виликайнен [2]. Исходя из табл. 1 и подобных данных для ельников с полнотой 0,5, полученных при анализе плодоно-

* Работа выполнена под руководством доц. П. И. Войчала, которому приносим глубокую благодарность.

№ пробы площадей	Типы ельников	Состав	\bar{D}_E	$P_{\text{общ.}}$	Класс бонитета	Число деревьев ели на 0,5 га	Число шишек деревьев	
							0,2	0,4
1	Лог	7Е2С1В	28	0,6	III	170	$\frac{0,7}{8}$	$\frac{6,5}{28}$
2	Брусничник . .	8Е1С1Лц	20	0,5	IV	185	—	—
3	Разнотравный .	9Е1Лц	20	0,8	III	118	—	—
4	Долгомошник . .	9Е1С	20	0,4	V	115	—	—
5	Кисличник . . .	10Е+С	24	0,9	III	260	—	—
6	Сфагновый . . .	8Е2С	16	0,5	Va	159	—	—
7	Черничник . . .	9Е1С	24	0,7	IV	146	—	$\frac{5,1}{43}$
8	Брусничник . .	8Е1С1В	24	0,9	IV	196	—	—
9	Черничник . . .	9Е1С	24	0,5	IV	113	—	$\frac{3,3}{45}$
10	Брусничник . .	9Е1С	24	0,5	IV	116	—	$\frac{2,2}{22}$
11	Черничник . . .	8Е2С	20	0,8	IV	146	—	—

шения ели в 1965 г. [1], мы подсчитали число шишек в кроне одного дерева. Значение коэффициента корреляции между числом шишек на пяти верхних мутовках и их количеством на всей кроне зависит от возраста дерева. Для деревьев VI класса возраста, взятых из ельника-черничника с полнотой 0,8, он равен 0,775, тогда как для деревьев IX—X классов возраста этой корреляции нет. Для деревьев VII класса возраста из ельника-черничника полнотой 0,5 коэффициент корреляции получился 0,565 [1].

Известно, что полнота — решающий фактор урожая ([3], [4] и др.). Чем меньше полнота, тем больше урожай. Из табл. 2 видно, что ельники кисличник, брусничник и черничник с полнотой 0,8—0,9 и средним диаметром ели в насаждении 20—24 см (пробы № 5, 8, 11) дали на 1 га до 4500 шишек, тогда как ельники черничник и брусничник малой полноты (пробы № 2, 9, 10) более 6000 шишек. В высокополнотных ельниках число плодоносящих деревьев не превышает 56%, в низкополнотных достигает 85%. Большое количество шишек в ельнике разнотравном при полноте 0,8 мы объясняем наличием в насаждении деревьев большого диаметра (табл. 2). Ельник сфагновый Va класса бонитета и ельник-долгомошник V класса бонитета (пробы № 4, 6) плодоносили так же, как ельники черничник и брусничник IV класса бонитета (пробы № 9, 10). Судя по урожаю ели в 1968 г., класс бонитета и тип леса не оказали существенного влияния на обилие плодоношения ели в насаждении. В литературе по этому вопросу имеются противоречивые выводы.

Из табл. 2 видно, что с повышением диаметра дерева увеличивается число шишек в кроне и процент плодоносящих деревьев дан-

Таблица 2

на одном дереве (числитель) и процент плодоносящих (знаменатель) при относительном диаметре							Число шишек		Процент плодоносящих деревьев
0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	на одном дереве	на 1 га	
21,6	29	39,6	45,2	83	—	—	31,4	10680	72
$\frac{69}{46}$	$\frac{87}{72}$	$\frac{97}{82}$	$\frac{100}{87}$	$\frac{100}{100}$	—	—	31,4	11600	69
—	8	30,8	44,6	44,5	84,5	92	33,3	7850	43
—	$\frac{27}{54}$	$\frac{74}{74}$	$\frac{78}{78}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$	—	—	—
20,3	28,5	45,4	40,2	50,7	—	—	35,3	8010	85
$\frac{70}{70}$	$\frac{76}{76}$	$\frac{86}{86}$	$\frac{92}{92}$	$\frac{97}{97}$	—	—	35,3	8010	85
0,2	2,2	6,8	4,7	23,6	11,6	—	5,5	2842	43
6,7	$\frac{22,5}{62}$	$\frac{58}{58}$	$\frac{85}{85}$	$\frac{91}{91}$	—	—	5,5	2842	43
5,6	13,5	23,2	24,5	44,5	—	—	16,1	5110	76
$\frac{46}{46}$	$\frac{76}{76}$	$\frac{92}{92}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$	—	—	16,1	5110	76
11,3	18	24,1	29,2	30	40	—	18,6	5435	76
$\frac{61}{61}$	$\frac{74}{74}$	$\frac{85}{85}$	$\frac{94}{94}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$	—	18,6	5435	76
3,2	5,9	12	19,9	27,7	25,2	—	11,4	4490	52
$\frac{25}{25}$	$\frac{44}{44}$	$\frac{56}{56}$	$\frac{74}{74}$	$\frac{92}{92}$	$\frac{100}{100}$	—	11,4	4490	52
11,1	21	26	37	46	66,2	—	29,2	6590	79
$\frac{68}{68}$	$\frac{75}{75}$	$\frac{88}{88}$	$\frac{95}{95}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$	—	29,2	6590	79
6,7	19,5	31,8	31	54	57	—	27,1	6290	76
$\frac{50}{50}$	$\frac{78}{78}$	$\frac{89}{89}$	$\frac{95}{95}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{100}{100}$	—	27,1	6290	76
0,3	3	6,2	12,1	17,6	19	—	10,1	3000	56
$\frac{6}{6}$	$\frac{36}{36}$	$\frac{51}{51}$	$\frac{71}{71}$	$\frac{80}{80}$	$\frac{84}{84}$	—	10,1	3000	56

ных ступеней толщины. Так, для всех типов леса деревья с относительным диаметром 1,2—1,8 имеют большое количество шишек в кроне и почти все плодоносят. При диаметрах 12 и 16 см (относительные диаметры 0,2—0,4) плодоносящих деревьев мало, количество шишек в кроне небольшое, что находится в прямой зависимости от полноты насаждения. Из табл. 2 видно, что основной запас шишек в насаждении дали деревья с диаметром больше среднего и что общий процент плодоносящих деревьев ели в насаждении не всегда точно характеризует действительный запас шишек. Так, например, на пробе № 1 общий процент плодоносящих деревьев ели меньше, чем на пробе № 7, хотя число шишек вдвое больше. На пробе № 3 процент плодоносящих елей в насаждении в два раза меньше, чем на пробе № 4, тогда как число шишек в насаждениях почти одинаково.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. И. Барабин. О лесотаксационных особенностях семеношения в связи с прогнозированием урожая семян ели. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1968. [2]. М. И. Виликайнен. О фенологии древесных пород в Карелии и методе учета интенсивности цветения и плодоношения сосны и ели. Сб. «Вопросы лесоведения и лесной энтомологии в Карелии», АН СССР, 1962. [3]. Л. Замираев. О наблюдении за урожаями лесных семян. «Лесной журнал», вып. 6, 1906. [4]. В. П. Тимофеев. Плодоношение еловых насаждений. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1939. [5]. С. П. Усков. К вопросу плодоношения еловых древостоев. Труды Института леса и древесины СО АН СССР, т. 53, 1962.

УДК 634.0.5 : 674.032.475.2

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
ТАКСАЦИИ ПИХТОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА***В. М. ЛОМОВ*

(Воронежский лесотехнический институт)

Вопросы перечислительной таксации кавказских пихтарников, особенно в связи с применяющимися в них выборочными и постепенными рубками, почти не затронуты изучением.

На основании материалов, позволивших ранее разрешить ряд вопросов, связанных со строением, товарностью, возрастными и способами рубок в этих насаждениях [7], [8], [9], мы провели исследования, направленные на выяснение некоторых особенностей перечислительной таксации.

В последние годы разработаны методы перечислительной таксации, основанные на применении полнотомеров. Однако данные ряда исследователей [5] и официальных руководств по отводу и таксации лесосек [2], [6] свидетельствуют о том, что в насаждениях, имеющих вертикальную сомкнутость или с густым подростом и подлеском пользование полнотомерами затруднено. Поэтому при выполнении настоящей работы мы анализировали лишь способ, основанный на применении сплошного перечета с последующим использованием сортиментных таблиц.

Основным материалом служили данные 11 пробных площадей (со сплошной рубкой всех деревьев), заложенных в девственных пихтовых и пихтово-буковых насаждениях папоротниковой и овсяницевой групп типов леса Северного Кавказа (Краснодарский край). Пробные площади характеризуют насаждения трех типов строения (условно одновозрастные, условно разновозрастные и разновозрастные), в основном ярусе которых сосредоточено 95% запаса, представленного спелыми и перестойными поколениями с небольшим участием средневозрастных и приспевающих древостоев.

Соотношение диаметров и высот в насаждениях всех типов строения, без разделения на ярусы или поколения, характеризуется единой кривой, позволяющей осуществлять перечислительную таксацию только путем подбора соответствующего разряда к каждой ступени толщины. Точность таксации запаса отдельных пробных площадей не выходит за пределы $\pm 6\%$, а среднеквадратическая ошибка σ , вычисленная в соответствии с эталонными величинами*, равна $\pm 4,7\%$.

Гиперболический характер распределения стволов по толщине, проявляющийся в случае смещения древостоев составляющих ярусов, сильно занижает средний диаметр насаждения, исключая возможность таксации по среднему разряду. Запас в данном случае оказывается заниженным на 20%.

В отличие от насаждения в целом, древостои I яруса имеют достаточно однородное таксационное строение, соотношения диаметров и высот хорошо согласуются с разрядными таблицами. Изменчивость высот в пределах 8-сантиметровых ступеней толщины составляет

* Здесь и в последующем в качестве эталонных данных выступают запасы пробных площадей со сплошной рубкой всех деревьев, объемы которых получены как сумма объемов 2-метровых отрубков.

6—10% и практически не зависит от характера состава, производительности и типа строения исследуемых насаждений. Поэтому есть все основания для определения запаса I яруса по среднему разряду, который можно устанавливать путем измерения высот трех деревьев в каждой из трех центральных ступеней толщины, то есть в соответствии с требованиями действующих наставлений [6].

В I ярусе пихтарников высшей производительности (I—III классы бонитета) толщина стволов варьирует от 28—32 см до 100—120 см, что дает основание производить пересчет по 8-сантиметровым ступеням толщины, отказавшись от рекомендованных наставлениями 4-сантиметровых ступеней. Сравнение запасов, полученных путем применения среднего разряда, с эталонными показало вполне достаточную точность как при использовании ступеней 4 см ($\sigma = +6,4\%$), так и 8 см ($\sigma = +6,7\%$); отклонение запасов отдельных пробных площадей не превысило $\pm 11\%$. Среднеквадратическая ошибка, вычисленная по отклонениям запасов, полученных с применением ступеней двух сравниваемых градаций, составила всего лишь $\pm 1,2\%$. Рекомендуемое укрупнение ступеней позволяет вдвое уменьшить объем вычислительных работ, связанных с материально-денежной оценкой лесосек, а также облегчает выявление наиболее заселенных ступеней, что необходимо при подборе деревьев для измерения высот.

В расчете на выявление наиболее точных методов перечислительной таксации проверено еще три способа определения запаса. Введение уточненного среднего (промежуточного) разряда, полученного путем вычисления его значения с точностью до 0,1 единицы с последующей соответствующей интерполяцией табличного запаса, не дало ожидаемых результатов ($\sigma = \pm 6,3\%$). Оценка запаса, произведенная наиболее трудоемким путем — с применением к каждой ступени толщины своего разряда — показала сравнительно небольшое увеличение точности ($\sigma = \pm 4,3\%$).

Разновозрастный характер насаждений обязывает также ответить и на вопрос о том, как точнее определить запас: по отдельным возрастным поколениям или сразу для яруса в целом. Ответ можно получить из табл. 1, показывающей на примере четырех наиболее типичных пробных площадей результаты таксации двумя методами (данные остальных семи пробных площадей, практически не отличающиеся от приведенных, в таблице не показаны).

Несмотря на некоторые различия в разрядах высот отдельных поколений и яруса в целом, запасы, определенные как по поколениям, так и без их учета, практически одинаковы ($\sigma = \pm 0,7\%$), что свидетельствует об отсутствии необходимости в дифференцированной таксации по поколениям. К подобным выводам пришли также А. С. Матвеев-Мотин [4] и И. И. Гусев [3].

Приведенные данные позволяют рекомендовать для материальной оценки запасов основных ярусов метод таксации по среднему разряду как достаточно простой и отвечающий требованиям точности перечислительной таксации.

В пихтарниках Северного Кавказа применяют постепенные и выборочные рубки, предусматривающие выборку спелых и перестойных поколений с интенсивностью, не допускающей снижения конечной полноты ниже 0,5—0,6. В соответствии с действующим наставлением отвод лесосек под эти рубки производится путем отклеймения отдельных стволов с последующей оценкой их запаса по сортиментным таблицам. Однако наставления не разъясняют, производится ли материальная оценка по среднему разряду или для каждой ступени толщины устанавливается свой разряд.

Таблица I

Показатели	Условно од- нородные пихтарники высшей производи- тельности	Условно раз- нородные пихтарники высшей про- изводитель- ности	Разновозраст- ные пихтово- буковые на- саждения высшей произ- водительности	Разновозраст- ные пихтар- ники низшей производи- тельности
Номер пробных площадей	5	6	1	4
Результаты таксации по среднему разряду	II	II	III	IV
запас, м ³	442	461	493	199
по разрядам, установленным для 80-летних поколений				
число стволов, % (числи- тель), и разряды поколений (знаменатель)				
средневозрастные				
81—160	$\frac{3}{II}$	—	$\frac{12}{III}$	$\frac{13}{III}$
спелые с элементами приспевающих				
161—240	$\frac{39}{II}$	$\frac{17}{II}$	$\frac{37}{III}$	$\frac{33}{IV}$
241—320	$\frac{51}{II}$	$\frac{74}{II}$	$\frac{16}{III}$	$\frac{32}{IV}$
перестойные				
321—400	$\frac{3}{III}$	$\frac{7}{III}$	$\frac{31}{III}$	$\frac{11}{IV}$
401—480	$\frac{4}{II}$	$\frac{1}{III}$	$\frac{4}{III}$	$\frac{10}{IV}$
481—560	—	$\frac{1}{III}$	—	$\frac{1}{IV}$
и то го	$\frac{100}{II}$	$\frac{100}{II}$	$\frac{100}{III}$	$\frac{100}{IV}$
запас, м ³	441	456	493	200
Отклонение, %	+0,2	+1,1	—	-0,5

По нашему мнению, выбор того или иного пути обусловлен ха-
рактером и очередностью назначения стволов в рубку.

Используя законы математической статистики, можно заключить,
что при достаточно большой выборке, произведенной путем случай-
ного отбора, состав и характер частичной и генеральной совокупно-
стей не будут существенно различаться. Таким образом, если гене-
ральная совокупность будет представлена достаточно однородными по
таксационному строению и товарности древостоями, имеющими к
тому же устойчивый средний разряд, то указанные качества перейдут
и на частичную совокупность — отклеиваемые в рубку стволы.

К таким достаточно однородным древостоям в полной мере отно-
сятся спелые поколения из насаждений всех изученных типов строе-
ния, а также и перестойные поколения, несмотря на повышенное
варьирование их основных таксационных показателей.

Расчет числа наблюдений, необходимых для получения надежно-
го среднего разряда высот, произведенный с вероятностью $P(x) = 0,95$
при 5%-ной точности, показал, что для объектов таксации с повы-
шенным варьированием высот, к которым, например, относятся пере-

стойные поколения ($C_n = 20-25\%$), в отводимой под постепенные или выборочные рубки делянке необходимо иметь не менее 80 отклейменных стволов. В пихтарниках высшей производительности это соответствует площади, равной в среднем 2,5 га. Указанная площадь должна определять минимальный размер таксационного участка, выделяемого в подобных условиях в пределах делянки или лесосеки. Заметим, что действующие наставления устанавливают для сплошных рубок минимальный выдел в 0,5 га, тогда как для выборочных рубок этот показатель не приводится.

Наши данные позволяют заключить, что в случае достаточно большой выборки, произведенной механическим путем — и именно из состава одного конкретного поколения — оценка запаса стволов, набранных в рубку, может выполняться по среднему разряду, установленному в соответствии с требованиями наставлений.

В практике ведения лесного хозяйства в лесовосстановительную рубку, наряду с деревьями одного определенного поколения (обычно перестойного), отбирают также фаутовые и поврежденные стволы различного возраста, а в главную — одновременно деревья спелых и перестойных поколений. При этом однородность выбранной совокупности может нарушиться настолько, что характеризовать ее одним устойчивым средним разрядом не представляется возможным. В таких случаях необходимо производить построение графика высот по результатам обмера трех высот в каждой ступени с последующим установлением разрядов для каждой из них.

Необходимость применения определенного разряда к ступеням толщины при таксации лесосек выборочных рубок отмечена также Н. И. Барановым и Н. П. Курбатским [1].

Высказанные нами предложения могут найти практическое применение в процессе учета лесосечного фонда в разновозрастных насаждениях вообще и в кавказских пихтарниках в частности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. И. Баранов, Н. П. Курбатский. Таксация лесосек. Гослесбумиздат, М.—Л., 1951. [2]. Временное руководство по таксации лесосек. Изд-во «Лесная промышленность», 1965. [3]. И. И. Гусев. Строение и особенности таксации ельников Севера. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964. [4]. А. С. Матвеев-Мотин. Универсальный способ определения запаса древостоя при перечислительной таксации. Гослесбумиздат, М.—Л., 1960. [5]. А. Г. Мошкалев, А. С. Костылев, И. И. Вохмянин. Новые усовершенствованные методы таксации лесосек. Журн. «Лесное хозяйство» № 4, 1969. [6]. Наставление по отводу и таксации лесосек в лесах СССР, М., 1969. [7]. П. Н. Ушатин, В. М. Ломов. Определение возраста технической спелости в разновозрастных кавказских пихтарниках. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1956. [8]. П. Н. Ушатин, В. М. Ломов. Способы рубок главного пользования в пихтарниках Северного Кавказа. Журн. «Лесное хозяйство» № 12, 1957. [9]. П. Н. Ушатин, В. М. Ломов. Возрастная структура и товарность кавказских пихтарников. Научные записки Воронежского лесотехнического института, т. XVIII, Воронеж, 1960.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 621.931

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕТУЧИХ ПИЛ
ДЛЯ РАЗДЕЛКИ ХЛЫСТОВ НА СОРТИМЕНТЫ

Г. М. ВАСИЛЬЕВ

(СНИИЛП)

Отечественные и зарубежные специалисты лесной и деревообрабатывающей промышленности выдвигали предложения об использовании летучих пил и ножиц. В США и Канаде находят некоторое применение сучкорезно-окорочно-раскряжевая машина для получения балансов [3], в которой хлыст до 30 см в диаметре разрезается на сортименты одинаковой длины при помощи летучих ножиц.

В СССР попытку создать летучие пилы для раскряжевки хлыстов предпринимали работники Свердловского механического завода «Лесзапчасть» (1960 г.) и ЦНИИМЭ (1960 г.).

Установка ЦНИИМЭ была снабжена подвижной цепной пилой с электродвигателем мощностью 10 кВт [1], а на установке завода «Лесзапчасть» использован круглопильный станок с летучей пилой и электродвигателем привода пильного диска мощностью 28 кВт.

Испытания экспериментальной установки ЦНИИМЭ показали, что производительность ее в «плавающем» режиме, то есть при пиленнии подвижной пилой, ниже, чем при циклической работе со скоростью подачи 0,9—1 м/сек [1]. Производительность и надежность в работе установки завода «Лесзапчасть» оказались недостаточными.

Мы решили выяснить, при каких условиях эффективно применение летучей пилы. Рассмотрим ее работу (все расчеты с равным основанием могут быть отнесены и к летучим ножицам для раскряжевки круглого леса небольшой толщины). На рис. 1 приведены графики скорости подачи хлыста для раскряжевочной установки со стационарным пильным станком а и с летучей пилой б. На рисунке обозначено:

$T'_{\text{дот}}, T'_{\text{от}}$ — время подачи с пониженной скоростью для обычной однопильной установки и с летучей пилой;

$T'_{\text{ц.п}}$ — время цикла пиления;

T'_c — время оценки хлыста и заказа длины сортимента;

T_6, T'_6 — полное время раскряжевки одного сортимента.

Полагаем, что скорость подачи хлыста при пиленнии v_n может быть не равна номинальной скорости подачи хлыста v_0 . Механизм подачи хлыста, если не учитывать паразитных перемещений, представляет собой систему с одной степенью свободы. Движение такой системы описывается дифференциальным уравнением

$$M \frac{dv}{dt} = F - (G + q)w, \quad (1)$$

где M — приведенная масса;

v — скорость движения хлыста;

F — сила тяги, отнесенная к цепи транспортера;

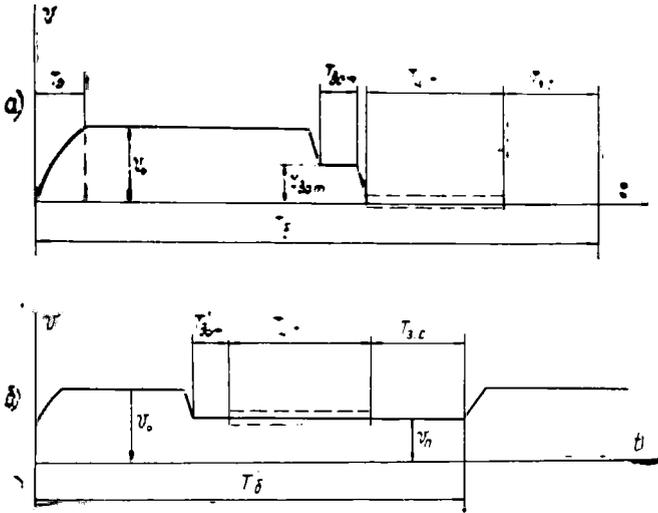


Рис. 1.

G, q — вес тягового органа транспортера и вес хлыста;

w — коэффициент сопротивления перемещению тягового органа.

Поскольку F и w — функции скорости и обычно не зависят от времени и пути, можно написать

$$\frac{dv}{dt} = \frac{F}{M} - \frac{G + q}{M} w = f_1(v). \quad (2)$$

Исходя из уравнения (2), время разгона системы до номинальной скорости можно выразить так:

$$t_p = \int_0^{v_0} \frac{dv}{f_1(v)};$$

аналогично время замедления

$$t_r = \int_{v_0}^0 \frac{dv}{f_2(v)},$$

где $f_2(v)$ — аналогичная зависимость для торможения.

Путь s , пройденный хлыстом при разгоне, можно определить следующим образом. Имея

$$\frac{dv}{f_1(v)} = dt,$$

умножим обе части на v и, учитывая, что $v dt = ds$, получим

$$\frac{v dv}{f_1(v)} = ds;$$

отсюда

$$s_2 - s_1 = \int_{v_1}^{v_2} \frac{v dv}{f_1(v)}.$$

В связи с этим время цикла обработки сортимента равно

$$T_{б.п} = T_{ц.п} + T_{з.с} + T_{лот} + \frac{l_6}{v_0} + \int_0^{v_0} \frac{dv}{f_1(v)} \int_{v_0}^0 \frac{dv}{f_2(v)} - \frac{1}{v_0} \int_0^{v_0} \frac{v dv}{f_1(v)} - \frac{1}{v_0} \int_{v_0}^0 \frac{v dv}{f_2(v)} - T_{лот} \frac{v_{лот}}{v_0}. \quad (3)$$

При работе летучей пилы

$$T'_{б.п} = T_{ц.п} + T_{з.с} + T'_{лот} + \frac{l_6}{v_0} + \int_{v_0}^{v_n} \frac{dv}{f_1(v)} + \int_{v_n}^{v_0} \frac{dv}{f_2(v)} - \frac{1}{v_0} \int_{v_0}^{v_n} \frac{v dv}{f_1(v)} - \frac{1}{v_0} \int_{v_n}^{v_0} \frac{v dv}{f_2(v)} - \frac{1}{v_0} (T_{ц.п} + T_{з.с} + T'_{лот}) v_n. \quad (4)$$

Снижение времени обработки одного сортимента определим, полагая, что $T'_{лот} \frac{v_n}{v_0} \approx T_{лот} \frac{v_{лот}}{v_0}$:

$$\Delta T = T_{б.п} - T'_{б.п} = (T_{ц.п} + T_{з.с}) \frac{v_n}{v_0} + \int_0^{v_n} \frac{dv}{f_1(v)} + \int_{v_n}^0 \frac{dv}{f_2(v)} - \frac{1}{v_0} \int_0^{v_n} \frac{v dv}{f_1(v)} - \frac{1}{v_0} \int_{v_n}^0 \frac{v dv}{f_2(v)}.$$

Найдем величину скорости подачи при пилении v_n . При индивидуальном заказе длин, из условия выпиливания сортиментов минимальной длины $(l_6)_{min}$, имеем

$$v_n \leq \frac{(l_6)_{min}}{T_{ц.п} + T_{з.с}}. \quad (5)$$

В то же время из условия возврата летучей пилы в исходное положение при скорости возврата (то есть скорости горизонтального перемещения пильного диска в обратном направлении) v_B , как показано в работе С. И. Рахманова [2],

$$v_n \leq \frac{(l_6)_{min}}{T_{ц.п} + T_{ц.п} \frac{v_n}{v_0}}. \quad (6)$$

При программном раскрое, когда $T_{з.с} = 0$, действует только ограничение (6).

На рис. 2 приведены зависимости скорости подачи при пилении v_n от времени цикла пиления $T_{ц.п}$ (a — при минимальной длине сортимента 2 м, b — 1 м). Сплошными линиями обозначена зависимость для визуальной оценки оператором, штрих-пунктирными — при программном раскрое. Время оценки хлыста и заказа длины сортиментов $T_{з.с}$ принято 2 сек. Зависимости построены при разном отношении $\frac{v_B}{v_0}$ — от 1 до 2.

Как видно из рисунка, при минимальной длине бревна 1 м и заказе длины бревна оператором допустимая скорость подачи не превышает 0,5 м/сек и при $T_{ц.п} = 1$ сек равна всего 0,33 м/сек. Таким

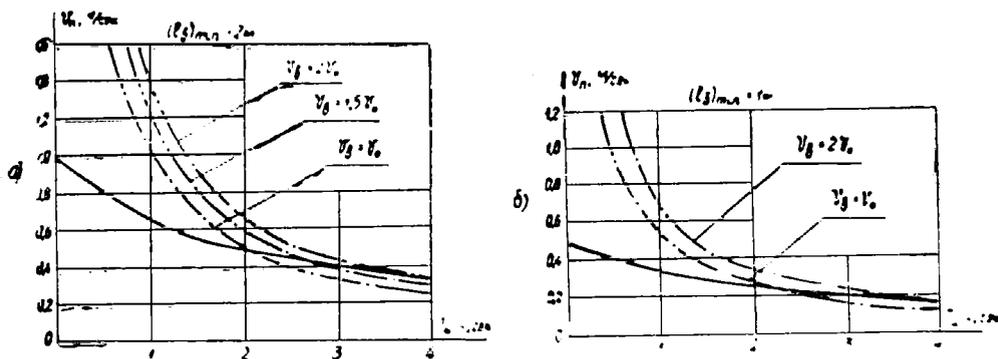


Рис. 2.

образом, при визуальной оценке хлыста и заказе длин сортиментов оператором даже при весьма малой продолжительности цикла пиления (около 1 сек) скорость подачи при пилении значительно ниже номинальной скорости продольной подачи серийной раскряжевочной установки ПЛХ-3 (1,1 м/сек). Раскряжевывать на ходу при номинальной скорости подачи для ПЛХ-3 можно только при $(l_6)_{min} \geq 2$ м и времени цикла пиления 0,9—1,2 сек (для соответствующих значений $\frac{v_n}{v_0}$).

При использовании же номинальной скорости подачи около 2 м/сек (применяемой в экспериментальных установках) необходимо достичь цикла пиления около 0,5 сек при минимальной длине сортимента 2 м. При большей продолжительности цикла пиления (рис. 2) эффект от применения летучей пилы снижается вследствие уменьшения скорости продольной подачи.

Время цикла пиления, как известно, зависит от диаметра распиливаемого круглого леса. Раскряжевочная установка ПЛХ-3А с пилой АЦ-3, выпускаемая заводом «Свердлесмаш», при диаметре бревна до 40 см имеет цикл пиления 1,8—2,4 сек (1,8 сек — при использовании в приводе надвигания гидронасоса производительностью 100 л/мин). При распиловке бревен диаметром 50—60 см время цикла увеличивается до 4—5 сек. Таким образом, создание летучей пилы требует существенного сокращения времени цикла пиления и в связи с этим повышения мощности пильного станка. Как показывают расчеты и экспериментальные исследования, при увеличении мощности двигателя привода пильного диска до 55 квт можно получить снижение времени цикла распиловки бревен до 1,0 сек при диаметре их не более 40 см и до 1,2 сек при диаметре 50—60 см. Интересно определить возможную эффективность летучей пилы при цикле пиления 1,0 сек и сравнить ее с эффективностью обычной раскряжевочной установки, имеющей такой же цикл пиления, так как понятно, что сокращение цикла пиления приводит к увеличению производительности этой установки.

Одним из путей повышения производительности полуавтоматических линий для разделки хлыстов на сортименты, как известно, является увеличение скорости подачи хлыстов с 1,1 до 1,6—2,0 м/сек. Экспериментальные установки СНИИЛП со скоростью подачи до 2,0 м/сек уже в течение ряда лет работают в Бисертском леспрохозе. В связи с этим интересно также проследить, как повышение номинальной скорости подачи хлыста v_0 скажется на эффективности установки с летучей пилой.

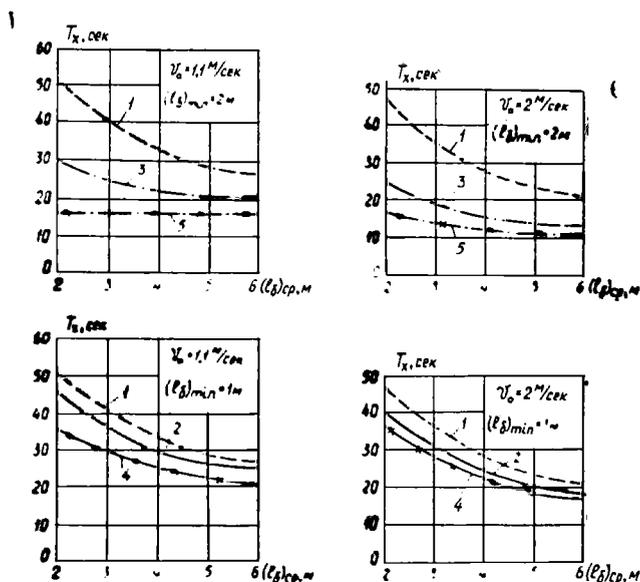


Рис. 3.

1 — для обычной установки с продольной прерывистой подачей при времени цикла пиления $T_{ц.п} = 1,8$ сек; 2 — то же при $T_{ц.п} = 1$ сек; 3 — то же при $T_{ц.п} = 1$ сек и программном раскрое; 4 — для установки с летучей пилой при заказе длины оператором; 5 — то же при программном раскрое.

На рис. 3 приведены графики зависимости чистого времени раскряжевки одного хлыста T_x (без учета времени на оторцовку и разрывы в подаче) средней длиной 16 м от средней длины выпиливаемого сортимента $(l_0)_{cp}$ при различных вариантах установок для индивидуального и программного раскроя. Графики построены для номинальной скорости подачи 1,1 и 2 м/сек и минимальной длины сортимента 1 и 2 м.

Как видно из рисунка, наилучший результат получен в варианте с использованием летучей пилы при программном раскрое бревен длиной 2 м. В этом случае при уменьшении цикла пиления с 1,8 до 1,0 сек можно снизить чистое время раскряжевки хлыста на 45—24% при $v_0 = 1,1$ м/сек и на 30—15% при $v_0 = 2,0$ м/сек.

При визуальной оценке хлыста и заказе длины сортимента оператором использование летучей пилы дает меньший эффект (21—19% и 10%).

Увеличение номинальной скорости подачи хлыста снижает разрыв по времени цикла между раскряжевочными установками с обычной и летучей пилами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Д. К. Воевода, Я. М. Каплун, А. И. Айзенберг. Автоматизация раскряжевочных работ. Изд. НТО Леспром, М., 1962. [2]. С. И. Рахманов. Классификация и режим работы установок для раскряжевки хлыстов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1962. [3]. Logging combine streamlines high-speed processing. «Canada Lumberman», Vol. 81, № 4, p. 32—35, april, 1961.

УДК. 634.0.383.

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ПЛОТНОСТИ И ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Т. А. ГУРЬЕВ, Б. А. ПОРЯДИН, А. П. ЕЛИСЕЕВ, В. А. ЛУКИНА

(Архангельский лесотехнический институт)

Большой объем строительства автомобильных дорог на Европейском Севере требует изучения вопросов создания устойчивого земляного полотна при минимальных строительных затратах.

Научные сотрудники кафедры сухопутного транспорта леса Архангельского лесотехнического института на протяжении ряда лет проводят исследования плотности и влажности грунтов земляного полотна вновь построенных и длительно эксплуатируемых автомобильных дорог в районе г. Архангельска.

В 1964 г. выполнены исследования плотности и влажности грунтов земляного полотна на автомобильной дороге, находящейся длительное время в эксплуатации. Эксперименты проводили на следующих участках.

На участке № 1 земляное полотно представлено насыпью высотой 1,6 м из легкой супеси с влажностью на границе текучести $W_T = 21,9\%$. Под насыпью находится слой торфа толщиной 10—20 см, далее залегает крупнозернистый песок. Земляное полотно создано из привозного разровненного и уплотненного бульдозерами грунта.

Участок № 2 находится на открытой ровной местности. Водоотвод практически отсутствует. Насыпь высотой 0,7 м состоит из мелкой супеси, имеющей влажность на границе текучести $W_T = 24,2\%$. Земляное полотно отсыпано скреперами из боковых резервов и уплотнено гладкими прицепными катками.

На участке № 3 земляное полотно в нулевых отметках проходит по сырому участку местности. Дорожная одежда подстилается слоем пылеватой супеси до глубины 1,8 м, ниже залегает тяжелый суглинок. Уровень грунтовых вод расположен на глубине 0,6—0,9 м от низа дорожной одежды.

Исследованиями установлена определенная закономерность в распределении плотности и влажности грунтов земляного полотна автомобильных дорог, находящихся длительное время в эксплуатации.

В теле земляного полотна, считая от поверхности, наблюдаются следующие слои грунта. Первый (верхний) имеет повышенную влажность и малую плотность (на глубине 0,3—0,4 м); второй — малую влажность и повышенную плотность ($H = 0,5—0,6$ м); третий, как и первый, — большую влажность и малую плотность ($H = 0,6—0,7$ м); четвертый, как и второй, — повышенную плотность ($H = 0,8—0,9$ м).

Было установлено, что для участков с различными гидрологическими условиями, с разной высотой насыпи и технологией строительства закономерности изменения плотности и влажности грунта по глубине земляного полотна одинакова.

Одновременно высказано предположение, что причиной появления различных значений основных характеристик слоев грунта является действие на земляное полотно отрицательных температур, вызывающих перемещение влаги, морозное пучение и изменение плотности грунта.

Для подтверждения указанных положений мы контролировали изменение плотности и влажности земляного полотна, начиная с

момента строительства дороги и до полной стабилизации полотна. Были выбраны два участка на автомобильной дороге общего пользования с усовершенствованным капитальным покрытием.

Участок № 4 расположен на небольшом косогоре, занятом сосново-еловым древо-остем. Участок дороги представляет собой насыпь высотой 0,5—0,9 м.

Земляное полотно насыпи отсыпано осенью 1963 г. из карьерного средне- и мелкозернистого песка и уплотнено прицепными катками на пневмошинах. Основание насыпи — пылеватый суглинок с редким включением гравия. До начала наблюдений земляное полотно в течение одного зимнего периода подвергалось действию отрицательных температур.

На участке № 5 дорога проходит по заболоченной местности с сосновым лесом средней густоты. До глубины 3,2 м залегают мокрый среднеразложившийся торф, подстилаемый ниже пылеватым суглинком. В весенне-осенний период уровень грунтовых вод находится на расстоянии 0,5—0,6 м от дневной поверхности, летом и зимой понижается до 0,8—1,0 м. При устройстве земляного полотна выбран торф на глубину 1,0 м. Общая толщина земляного полотна на опытном участке, с учетом дорожной одежды, находится в пределах от 2,5 до 3,3 м. Насыпь проходит выше уровня болота на 0,4—0,9 м. Земляное полотно на участке соорудили во второй половине зимы 1963/64 гг. и весной 1964 г. До начала опытов оно не подвергалось воздействию мороза.

В 1964—1965 гг. влажность и плотность грунтов определяли путем непосредственного отбора образцов ненарушенной структуры.

На каждом опытном участке образцы грунтов брали из четырех скважин. Две скважины находились по краям дорожной одежды, а остальные — на расстоянии 1,5 м от оси дороги около разбитых на участках поперечников.

Образцы мерзлых грунтов ненарушенной структуры брали при помощи приспособления с использованием самоходной буровой установки СБУД-150-ЗИВ на шасси автомобиля ЗИЛ-157 [2]. Для отбора образцов талого грунта применяли специальный грунтоотборник [1]. Скважины располагались на расстоянии 0,5—1,5 м друг от друга. Учитывая, что земляное полотно на небольшом протяжении имеет более или менее постоянные качественные характеристики, можно сопоставлять результаты исследований, полученные в различные периоды.

С 1967 г. на опытных участках начались систематические наблюдения при помощи радиоактивных изотопов: глубинного гамма-плотномера (ГП-1) и глубинного нейтронного индикатора влажности (НИВ-1) [3]. Пучение отдельных слоев грунта по глубине земляного полотна определяли при помощи пучиномеров.

В качестве примера на рис. 1 представлены результаты экспериментов по определению влажности, а на рис. 2 — плотности грунта на опытном участке № 5 для скважин, расположенных на расстоянии 1,5 м от оси проезжей части. Указанные характеристики грунта определены по образцам ненарушенной структуры.

В июле 1964 г. на глубине 0,55—1,05 м влажность грунта имела переменное значение. Начиная с глубины 1,05 м, влажность увеличилась. В соответствии с этим изменился объемный вес скелета грунта.

За зимний период 1964—1965 гг. произошло перераспределение влаги в земляном полотне. Экспериментами, выполненными в апреле 1965 г., установлено, что на глубине 0,5 м влажность грунта повысилась до 51%. На глубине 0,7—1,5 м влажность в зимний период меньше, чем в июле 1964 г. Большую влажность и соответственно малую плотность имеет грунт на глубине 2,5 м. Меньшее значение влажности грунта ($h = 0,8; 1,05; 1,40$ м) соответствует большей его плотности. Повышение плотности грунта в зимний период (по сравнению с предыдущим летним сезоном) оказывает влияние на последующее состояние земляного полотна. Например, на глубине 1,05 м плотность грунта в июле 1964 г. была $1,66 \text{ г/см}^3$, в марте 1965 г. — $1,81 \text{ г/см}^3$, в июле 1965 г. — $1,79 \text{ г/см}^3$. Такое же положение наблюдается на глубине 0,8—1,0 и 1,3 м.

В скважинах, расположенных на обочинах, наблюдаются более резкие колебания основных характеристик грунта, чем в скважинах на расстоянии 1,5 м от оси. Это можно объяснить неравномерным уплотнением грунта в период сооружения земляного полотна и влиянием грунтовых вод окружающей торфяной залежи.

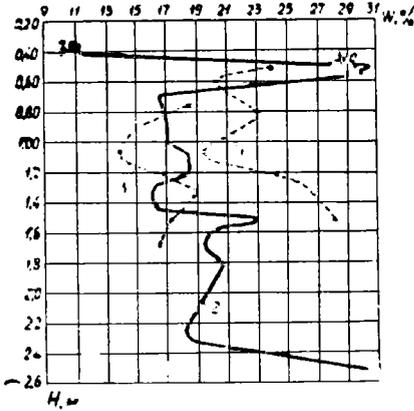


Рис. 1. Влажность грунта.

1 — июль 1964 г.; 2 — апрель 1965 г.;
3 — июль 1965 г.

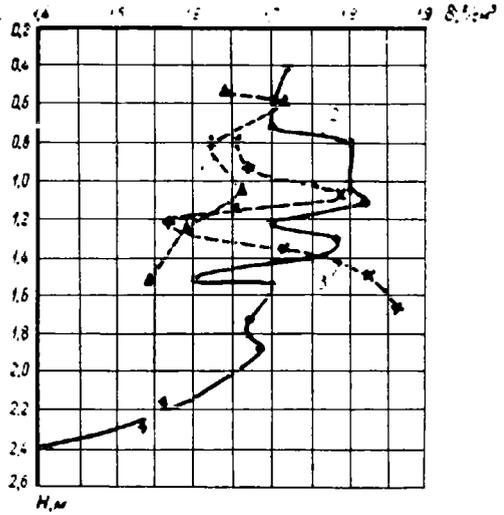


Рис. 2. Плотность грунта.

1 — июль 1964 г.; 2 — апрель 1965 г.;
3 — июль 1965 г.

Результаты опытов по определению основных характеристик грунта земляного полотна на участке № 2 при помощи радиоактивных изотопов представлены на рис. 3.

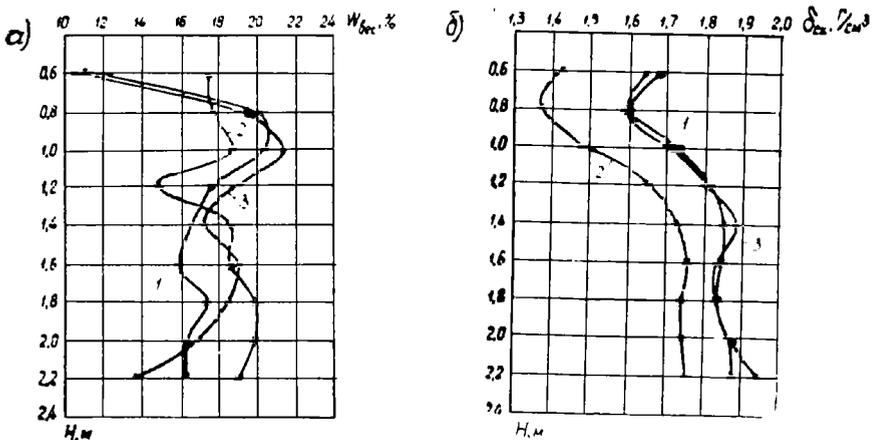


Рис. 3. Основные характеристики грунта, определенные радиоактивным методом.

а — весовая влажность; б — плотность скелета; 1 — 26 октября 1967 г.; 2 — 31 марта 1968 г.; 3 — 20 октября 1968 г.

Весовая влажность грунта 26 октября 1967 г. и 20 октября 1968 г. изменяется одинаково по глубине земляного полотна. Некоторое увеличение влажности на глубине более 1,0 м вызвано, по-видимому, большим количеством осадков, выпавших осенью 1968 г. В зимний период наблюдается изменение влажности по сравнению с влажностью исходного талого грунта, которое связано с действием отрицательной температуры.

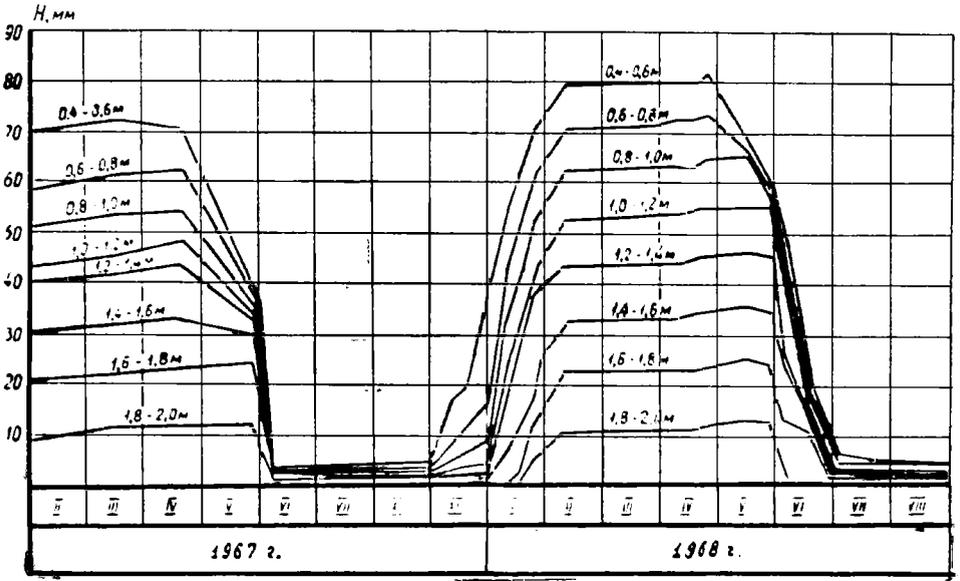


Рис. 4. Пучение грунта на разных глубинах земляного полотна.

Плотность скелета грунта практически одинакова для талого грунта. Уменьшение ее в зимний период произошло из-за морозного пучения.

Состояние земляного полотна может характеризоваться суммарной величиной морозного пучения, выражающегося в поднятии поверхности покрытия. Интенсивность пучения зависит от различий влагонакопления в отдельных слоях грунта.

На рис. 4 указана величина пучения слоев грунта на участке № 5 за зимы 1966/67 гг. и 1967/68 гг. В разные зимние периоды пучение одних и тех же слоев грунта аналогично. Поэтому оно не может быть обусловлено какими-либо случайными причинами, а является вполне закономерным явлением. При этом величина пучения зависит от суммы морозоградусо-дней. Общее и послойное пучение земляного полотна в зиму 1966/67 гг. меньше, чем в 1967/68 гг. из-за меньшей суммы отрицательных температур воздуха. В абсолютных цифрах разница составляет 10—14 мм.

Наблюдениями установлено, что по глубине пучение грунта происходит неравномерно. На рис. 5 показана интенсивность пучения (отношение величины пучения слоя к его высоте) на участке № 5. Кривые имеют резко выраженные максимумы и минимумы, свидетельствующие о разной степени разуплотнения отдельных слоев

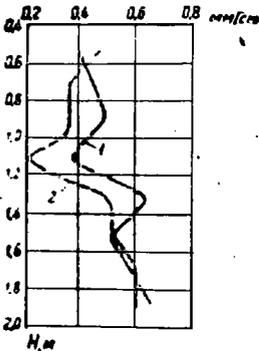


Рис. 5. Интенсивность пучения по глубине земляного полотна.

грунта. Однако характер их изменения одинаков в зимние периоды разных лет.

Проводившиеся в течение пяти лет определения плотности и влажности грунта земляного полотна действующих и вновь построенных автомобильных дорог позволили сделать следующие выводы.

1. В первый зимний сезон после сооружения земляного полотна в мерзлом грунте наблюдаются более резкие колебания влажности и плотности, чем в исходном талом грунте. Перераспределение влажности и плотности грунта оказывает влияние на состояние земляного полотна в следующий летний период.

2. При промерзании земляного полотна во второй зимний период распределение плотности и влажности грунта иное. В это время не наблюдается беспорядочного распределения указанных характеристик грунта по глубине земляного полотна. Слои с повышенной или пониженной влажностью и плотностью сохраняются как в мерзлом, так и в талом грунте. Становится стабильным и характер пучения слоев.

3. Перераспределение влажности и плотности грунтов, вызванное действием отрицательных температур, наблюдается при всех видах земляного полотна.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Т. А. Гурьев, Б. А. Порядин, А. П. Елисеев. Приспособление для взятия образцов мерзлого грунта ненарушенной структуры. Экспресс-информация ЦБТИ Министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог РСФСР, № 70, 1968. [2]. Т. А. Гурьев, Б. А. Порядин, А. П. Елисеев. Грунтоотборник для взятия образцов грунта ненарушенной структуры на разной глубине земляного полотна. Экспресс-информация ЦБТИ Министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог РСФСР, № 71, 1968. [3]. Исследование прочности и работоспособности земляного полотна автомобильных дорог в условиях Европейского Севера II дорожно-климатической зоны. НИС, АЛТИ, Архангельск, 1967.

Поступила 3 апреля 1969 г.

УДК 625.11.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ СЕЧЕНИЙ РЕЛЬСОВ БЕССТЫКОВОГО ПУТИ

С. И. МОРОЗОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Изменение температуры рельса приводит к перемещению его отдельных сечений. Для того чтобы найти величину перемещения сечений рельсов бесстыкового пути, необходимо предварительно построить эпюру напряжений, соответствующую данному температурному состоянию. Методика построения такой эпюры в предположении постоянства погонного сопротивления изложена в ряде работ [1], [2], [4] и ниже не рассматривается. Перемещение сечений рельсовой плети определяется в результате решения дифференциального уравнения

$$\frac{d\delta}{dx} = \alpha \Delta t \quad (1)$$

где δ — величина перемещений сечений;

α — коэффициент линейного расширения;

Δt — приращение температуры рельсов по сравнению с температурой укладки: $\Delta t = t - t_0$;

t — текущая температура;

t_0 — температура укладки;

σ — напряжения в произвольном сечении x ;

E — модуль упругости.

При сложном очертании эпюры напряжений определение перемещения сечений сопряжено с выполнением большого объема вычислений*

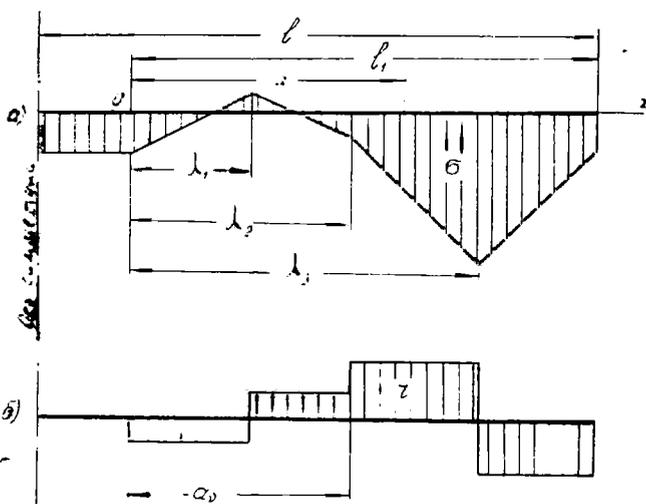


Рис. 1.

тельных работ, так как решение уравнения (1) производится отдельно в пределах каждого участка, расположенного между точками перелома эпюры [5].

В настоящей работе дан вывод уравнения, которое значительно упрощает вычисления перемещений, так как при любом очертании эпюры напряжений потребуется определить только две постоянные интегрирования. При выводе предполагается, что перемещение сечений происходит только на части длины рельсовой плети, что справедливо для бесстыкового пути.

Расчетная схема дана на рис. 1. Рассматривается правая половина рельсовой плети, которая разделена на два участка: подвижный, где происходит перемещение сечений, и неподвижный. Начало отсчета расположено на границе между участками. Положение любого сечения определяется координатой x . Ось x совпадает с осью рельса и направлена к стыковому сечению. Эпюра напряжений составлена с учетом действия сил стыкового сопротивления.

При выводе уравнения воспользуемся методикой, изложенной в работе Ш. Е. Микеладзе [3].

Из равенства

$$\varepsilon' = \frac{d\varepsilon}{dx}$$

можно получить следующее уравнение:

$$\sigma = \sigma_0 + \int_0^x \sigma' dv. \quad (2)$$

где σ_0 — постоянная интегрирования;

v — независимая переменная (координата x служит верхним пределом интеграла).

Величину σ' можно выразить через интенсивность погонного сопротивления r . Рассматривая равновесие элементарного участка рельса (рис. 2), имеем

$$r = -\sigma' \omega,$$

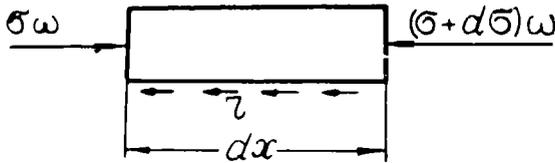


Рис. 2.

отсюда

$$z' = -\frac{r}{\omega},$$

таким образом,

$$z = z_0 - \int_0^x \frac{r}{\omega} dv, \tag{3}$$

где ω — площадь поперечного сечения.

Отметим, что $r = \text{const}$ только в пределах каждого участка, но может меняться при переходе от одного участка к другому (рис. 1, б), поэтому непосредственное интегрирование производить нельзя.

Подставим выражение (3) в уравнение (1):

$$\frac{d\delta}{dx} = \alpha \Delta t - \frac{z_0}{E} + \frac{1}{E\omega} \int_0^x r dv. \tag{4}$$

Разделим промежуток интегрирования $0-x$ точками a_n , разрыва функции r на последовательные частные промежутки. В каждом из них функция r будет непрерывна (рис. 1, б). Это позволит написать следующее очевидное равенство:

$$\int_0^x r dv = - \sum_{n=0}^{m-1} \int_{a_n}^{a_{n+1}} r d(x-v) - \int_{a_m}^x r d(x-v),$$

которое после применения формулы интегрирования по частям принимает вид

$$\int_0^x r dv = \sum_n r_n (x - a_n) + \int_0^x r' d(x-v) dv.$$

По условию задачи $r' = 0$, так как r не зависит от величины смещения рельса, поэтому

$$\int_0^x r dv = \sum r_n (x - a_n).$$

Таким образом,

$$\frac{d\delta}{dx} = \alpha \Delta t - \frac{z_0}{E} + \frac{1}{E\omega} \sum r_n (x - a_n). \tag{5}$$

Интегрируя уравнение (5), находим

$$\delta = \delta_0 + \alpha \Delta t x - \frac{\sigma_0 x}{E} + \int_0^x \sum_v \frac{r_v}{2E\omega} (x - a_v) dx,$$

отсюда

$$\delta = \delta_0 + \alpha \Delta t x - \frac{\sigma_0 x}{E} + \sum_v \frac{r_v}{2E\omega} (x - a_v)^2, \quad (6)$$

где δ_0 — постоянная интегрирования.

Для определения перемещения сечений при помощи уравнения (6) необходимо знать постоянные интегрирования δ_0 и σ_0 . В принятой расчетной схеме δ_0 и σ_0 являются перемещениями и напряжениями сечений рельса, совпадающих с началом отсчета, то есть $\delta_0 = 0$, $\sigma_0 = E\alpha \Delta t$, поэтому

$$\delta = \sum_v \frac{r_v}{2E\omega} (x - a_v)^2. \quad (6a)$$

Формула (6a) учитывает действие на рельсовую плетть всех сил, в том числе и сил стыкового сопротивления, хотя они явно в эту формулу не входят.

При определении перемещения стыкового сопротивления необходимо положить $x = l_1$, отсюда

$$\delta_{1,r} = \sum_v \frac{r_v}{2E\omega} (l_1 - a_v)^2. \quad (7)$$

Каждому значению r_v соответствуют две координаты a_v , определяющие положение границ частных промежутков, поэтому каждая из координат a_v входит в уравнение (6a) и (7) дважды, являясь или верхним, или нижним пределом интегрирования. Необходимо также учитывать направление сил погонного сопротивления. На участках сжатия r_v следует брать со знаком минус, на участках растяжения — со знаком плюс. Нумерация участков и координат a_v производится от начала отсчета по направлению к стыковому сечению.

Развернутое с учетом сделанных замечаний уравнение (6a) имеет вид

$$\delta = \frac{1}{2E\omega} [r_1 (x - a_0)^2 - r_1 (x - a_1)^2 + r_2 (x - a_1)^2 - r_2 (x - a_2)^2 + \dots + r_m (x - a_{m-1})^2 - r_m (x - a_m)^2].$$

Например, для случая, рассмотренного на рис. 1, имеем на подвижной части четыре частных промежутка, положение которых определяется координатами: $a_0 = 0$; $a_1 = \lambda_1$; $a_2 = \lambda_2$; $a_3 = \lambda_3$; $a_4 = l_1$. Интенсивность сил погонного сопротивления по участкам равна: $-r$; $+r$; $+r_1$; $-r_1$. Используя эти данные, после несложных преобразований получим

$$\delta_{ст} = \frac{1}{2E\omega} \left\{ r \left[2(l_1 - \lambda_1)^2 - (l_1 - \lambda_2)^2 - l_1^2 \right] + r_1 \left[(l_1 - \lambda_2)^2 - 2(l_1 - \lambda_3)^2 \right] \right\}.$$

Вычисление $\delta_{ст}$ по полученному выражению не представляет затруднений.

Аналогичным путем можно найти перемещения при любом другом очертании эпюры напряжений.

Применение формул (6а) и (7) существенно упрощает определение перемещений сечений рельсов бесстыкового пути. Они могут быть использованы при анализе температурной работы коротких рельсов до момента распространения длины подвижного участка на всю длину рельса, после чего, как известно, перемещение сечений определяется так же, как и для свободно лежащего рельса.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. М. С. Боченков. Исследование температурной работы концевых участков рельсовых плетей. Труды ВНИИЖТ, вып. 244, 1962. [2]. И. Ваттман. Бесстыковой железнодорожный путь. Гострансжелдориздат, 1959. [3]. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. Гостехиздат, 1948. [4]. С. И. Морозов. Распределение напряжений в рельсе при оттаивании балласта. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1967. [5]. С. И. Морозов. Действие температурных сил на бесстыковой путь. Труды АЛТИ, вып. XIX, 1967.

Поступила 13 февраля 1970 г.

УДК 625.04

РАСЧЕТ УВЛАЖНЕНИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ИЗ БОКОВЫХ КАНАВ

Г. И. ШЕЛОПАЕВ

(Сибирский технологический институт)

Решение задачи фильтрации воды из канав и резервов в грунт земляного полотна имеет практическое значение при обосновании элементов дорожного полотна на участках с затрудненным поверхностным водоотводом [3], [4].

Пусть имеется канава трапециевидального сечения шириной по верху b (рис. 1). Она наполнена водой до уровня, принимаемого за горизонтальную плоскость. Вода фильтруется из канавы под действием силы тяжести и капиллярных сил. Под влиянием капиллярности грунта некоторая часть земляного полотна вблизи канавы ac насыщается водой. Область насыщения грунта под канавой слева и справа ограничивается поверхностью депрессии ad . При решении этой задачи наибольший практический интерес представляет величина радиуса капиллярного увлажнения воды в стороны от канавы ac , а также удельный фильтрационный расход из канавы q .

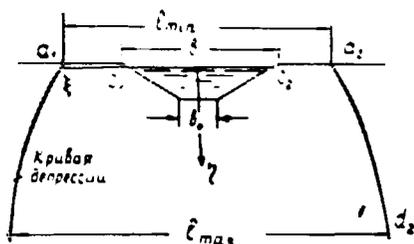


Рис. 1. Расчетная схема фильтрации воды из боковых канав.

В расчетах принимаем поперечное сечение канав согласно Техническим указаниям по проектированию лесозаготовительных предприятий [3].

По методике расчета, предложенной В. И. Аравиным и С. Н. Нумеровым [1], определяем параметры кривой депрессии η и ξ

$$\eta = \frac{b}{ch_k}$$

где b — ширина кювета по верху заполнения воды, м;
 c — приведенная интенсивность испарения воды из кювета;
 h_k — высота капиллярного поднятия воды в грунте, м.

Из формулы видно, что параметр кривой депрессии η в основном связан с высотой капиллярного поднятия воды в грунте, h_k , которая, как известно, зависит не только от гранулометрического состава, но в значительной степени также от уплотнения и первоначальной влажности грунта [1], [2].

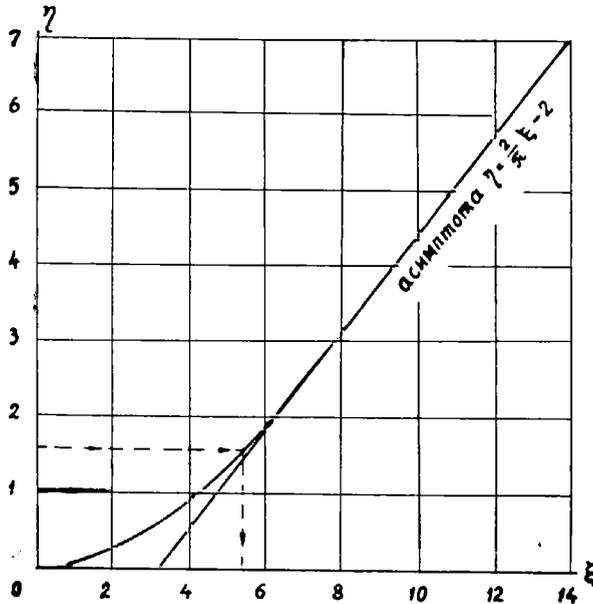


Рис. 2. График для определения параметра η .

Наименование грунтов	Высота капиллярного поднятия воды $h_k, м$	Коэффициент фильтрации воды $k, м/сутки$	Конструкция в насыпи			
			η	η	q_r	q
Песок мелкий	0,50	6,0	7,14	16	8,0	48
• пылеватый	1,10	2,0	3,25	8,0	8,8	17,6
Супесь легкая крупная	0,70	1,0	5,10	11,1	7,8	7,8
• легкая	0,90	0,6	3,96	9,2	8,3	5,0
• пылеватая	1,00	0,4	3,57	4,5	4,5	1,8
• тяжелая пылеватая	1,20	0,3	2,97	7,5	9,0	2,7
Суглинок тяжелый	1,20	0,2	3,10	7,7	9,2	1,84
• легкий пылеватый	1,30	0,1	2,85	7,3	9,5	0,95
• тяжелый	1,30	0,09	2,85	7,3	9,5	0,85
• тяжелый пылеватый	1,50	0,08	2,48	7,0	10,5	0,84
Глина песчанистая	1,40	0,01	2,66	7,2	10,0	0,10
• пылеватая	1,50	0,008	2,48	7,0	10,5	0,084
• жирная	1,70	0,008	2,18	6,2	10,5	0,084

Второй параметр кривой депрессии ξ определяется по графику (рис. 2) в зависимости от η . График построен с учетом уплотнения грунта до плотности не менее 0,95 от оптимальной и начальной влажности в пределах оптимальной.

Приведенный удельный фильтрационный расход составит

$$q_r = h_k \xi \text{ м.}$$

Удельный фильтрационный расход воды из канавы определяем по формуле

$$q = kq_r m^2 / \text{сутки},$$

где k — коэффициент фильтрации воды, м/сутки.

Определяем минимальную l_{min} и максимальную l_{max} зону увлажнения полотна

$$l_{min} = \frac{q_r}{\sqrt{1 - \varepsilon_r} + 1} \text{ м};$$

$$l_{max} = \frac{q_r}{\sqrt{1 - \varepsilon_r}} \text{ м},$$

где ε_r — величина испарения, для лесных районов принимается $\varepsilon_r = 0,01$.

Параметры грунтов и результаты расчета приведены в табл. 1.

В расчетах использованы опытные данные, выполненные В. И. Аравиным, С. Н. Нумеровым, В. М. Безруком и автором.

Полную картину увлажнения земляного полотна из боковых канав можно получить построением гидродинамической сетки. Решение данной задачи было выполнено на моделях из электропроводной бумаги с помощью электроинтегратора ЭГДА-9/60. На рис. 3 приведена гидродинамическая сетка увлажнения земляного полотна, возведенного из суглинистых грунтов (где W_T — влажность грунта на границе текучести). Исследования показали (табл. 1 и рис. 3), что радиус капиллярного увлажнения земляного полотна достигает значительной величины, оказывая существенное влияние на снижение

Таблица 1

земляного полотна				в выемке			
$l_{min}, \text{м}$	$l_{max}, \text{м}$	η	ξ	q_r	q	$l_{min}, \text{м}$	$l_{max}, \text{м}$
3,96	7,8	8,56	18	9,0	54	4,44	8,8
4,35	8,7	3,90	9,2	10	20	4,95	9,8
3,87	7,6	6,10	12,5	8,7	8,7	4,35	8,5
4,10	8,1	4,75	10,6	9,5	5,7	4,70	9,3
2,23							
	4,4	4,30	10,0	10,0	4,0	4,95	9,8
4,44	8,8	3,58	8,9	10,7	3,21	5,30	10,5
4,55	9,0	3,82	9,2	11,0	2,2	5,44	10,8
4,70	9,3	3,52	8,6	11,2	1,12	5,45	11,0
4,70	9,3	3,52	8,6	11,2	1,0	5,45	11,0
5,2	10,3	3,05	7,8	11,7	0,94	5,80	11,4
4,95	9,8	3,28	8,5	11,9	0,12	5,90	11,6
5,2	10,3	3,05	7,8	11,7	0,094	5,80	11,4
5,2	10,3	2,67	7,2	12,3	0,098	6,10	12,0

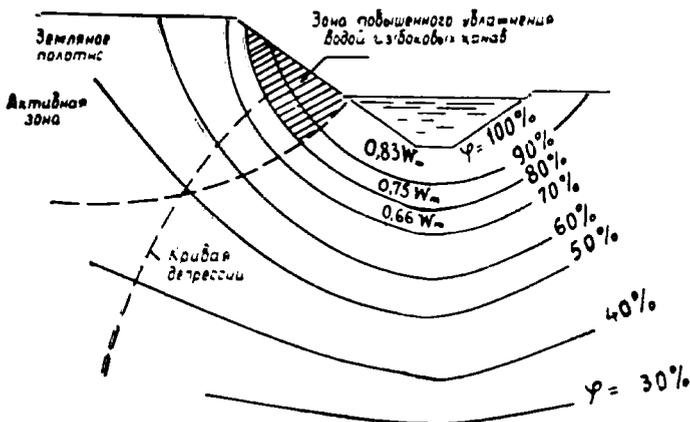


Рис. 3. Гидродинамическая сетка увлажнения земляного полотна из боковых канав.

W_T — влажность грунта на границе текучести; φ — линии равного потенциала.

устойчивости земляного полотна даже для слабо капиллярных грунтов.

Инженерными мерами по снижению повышенного увлажнения грунта в насыпи на участках с затрудненным поверхностным водоотводом могут быть следующие:

- 1) обеспечение надлежащего поверхностного водоотвода от земляного полотна, согласно требованиям ТУ-64 [3];
- 2) поднятие бровки полотна над поверхностью на оптимальную высоту, которая должна быть не менее 1,1 м для песчаных, 1,2 м для супесчаных, 1,3 м для суглинистых и 1,5 м для глинистых грунтов;
- 3) при невозможности выполнения на местности работ по возведению насыпи из резерва (из-за повышенной влажности грунта) — отсыпка слоя 1,0—1,2 м из привозных устойчивых грунтов;
- 4) целесообразность придания земляному полотну пологих откосов 1 : 3; 1 : 4;
- 5) рационально применение канав с обтекаемым поперечным профилем (овального сечения) вместо канав трапецидального типа.

Проектирование дорожных конструкций с учетом возможного увлажнения земляного полотна водой из боковых канав имеет практическое значение и позволяет назначать высоту насыпи, что значительно повышает устойчивость дорог.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. И. Аравин, С. Н. Нумеров. Фильтрационные расчеты гидротехнических сооружений. Госстройиздат, Л. — М., 1955. [2]. В. М. Безрук. О капиллярном поднятии воды в уплотненных грунтах. Сб. «Регулирование водного режима дорожных оснований». Дориздат, М., 1946. [3]. Технические указания по проектированию лесозаготовительных предприятий. Гипролестранс, 1964. [4]. Г. И. Шелопаев. Устойчивость лесовозных автомобильных дорог в переувлажненных районах. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1968.

Поступила 5 марта 1970 г.

УДК 625.71.8

О ВЛИЯНИИ СМЯГЧЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ РУКОВОДЯЩЕГО ПОДЪЕМА НА ОБЪЕМЫ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Б. А. ИЛБИН, А. И. БАРАНОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Применение на вывозке леса новых типов автопоездов большой грузоподъемности вызывает необходимость более глубоких технико-экономических обоснований норм проектирования продольного профиля дороги. Расчеты показывают, что для эффективной эксплуатации тяжеловесных автопоездов следует смягчать максимальные подъемы на лесовозных автодорогах, установленные техническими указаниями Гипролестранса.

При трассировании лесовозных автодорог и проектировании продольного профиля элементы с максимальными (руководящими) подъемами, в основном, предусматриваются в двух случаях: при подъеме на водораздел и при пересечении водотоков с резко выраженными долинами. Один из способов смягчения этих подъемов — производство дополнительных земляных работ с устройством выемок. В первом случае (на водоразделе), подъем, как правило, сменяется спуском, во втором — горизонтальной площадкой или небольшим подъемом. Длина подъемов при смягчении их увеличивается, особенно для второго случая.

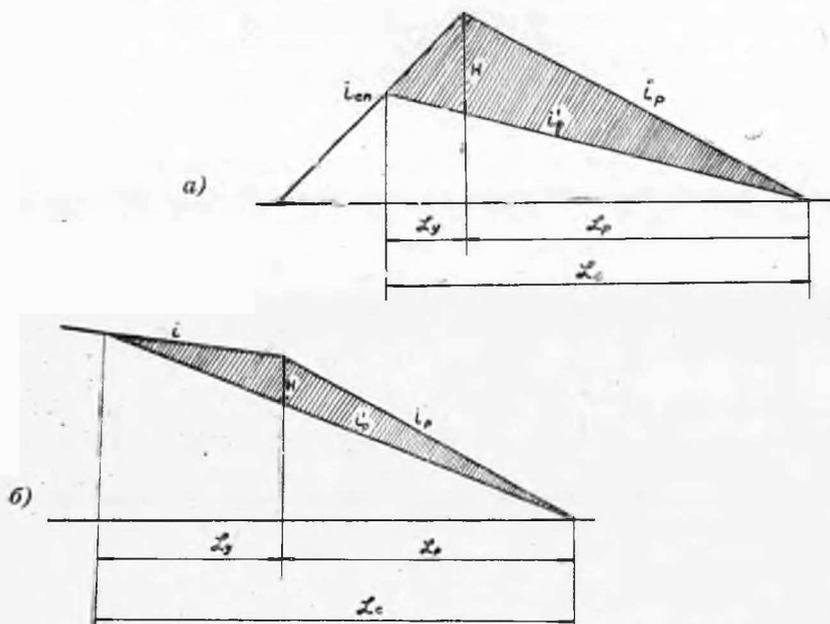


Рис. 1. Схема к определению дополнительных объемов земляных работ при смягчении подъемов.

Рассмотрим случай смягчения руководящего подъема на водораздельном участке. Обозначим первоначальный руководящий подъем i_p , новую величину руководящего подъема i'_p , следующий за подъемом спуск i_{cn} , длину элемента с первоначальным руководящим подъемом L_p , длину элемента со смягченным подъемом L_c (рис. 1, а).

Длина смягченного подъема

$$L_c = L_y + L_p, \quad (1)$$

где L_y — удлинение подъема при смягчении.

Величина этого удлинения может быть определена по формуле

$$L_y = \frac{1000H}{i_p + i_{cn}},$$

где H — максимальная рабочая отметка при смягчении подъема от i_p до i'_p .

Имея в виду, что

$$H = \frac{L_p(i_p - i'_p)}{1000} = \frac{L_p \Delta i}{1000}, \quad (2)$$

где Δi — величина смягчения подъема, ‰, получим

$$L_y = \frac{L_p \Delta i}{i'_p + i_{cn}}.$$

Анализ второго случая применения максимального подъема (выход из долины на плато) показывает, что при этом величина удлинения (рис. 1, б).

$$L_y = \frac{L_p \Delta i}{i'_p - i}, \quad (3)$$

где i — величина уклона смежного элемента профиля, ‰.

Формула (3) применима при $i \geq 0$, то есть в случае, если смежный элемент профиля представляет собой подъем или площадку. При $i < 0$ (спуск) следует пользоваться выражением (2).

Из схем на рис. 1 видно, что при проектировании проектной линии продольного профиля дороги на новую величину руководящего подъема ($i'_p < i_p$) возникает необходимость в дополнительных земляных работах. Объемы дополнительных земляных работ на каждом участке смягчения подъемов могут быть определены следующим образом (рис. 2):

а) для водораздельного участка

$$\begin{aligned} V_a &= \frac{L_p + L_y}{2} \left[(B + 2b + 2mh - mH) H - \frac{mH^2}{3} \right] = \\ &= \frac{L_p + L_y}{2} \frac{\Delta i}{i_p + i_{cn}} \left[(B + 2b + 2mh + \frac{mL_p \Delta i}{1000}) \frac{L_p \Delta i}{1000} - \frac{mL_p^2 \Delta i^2}{3 \cdot 1000} \right] = \\ &= \frac{L_p^2 \Delta i}{2000} \left(1 + \frac{\Delta i}{i_p + i_{cn}} \right) \left(B + 2b + 2mh + \frac{2mL_p \Delta i}{3 \cdot 1000} \right) \text{ м}^3; \end{aligned} \quad (4)$$

б) для долинного участка

$$\begin{aligned} V_b &= \frac{L_p + L_y}{2} \left[(B + 2b + 2mh + mH) H - \frac{mH^2}{3} \right] = \\ &= \frac{L_p^2 \Delta i}{2000} \left(1 + \frac{\Delta i}{i_p - i} \right) \left(B + 2b + 2mh + \frac{2mL_p \Delta i}{3 \cdot 1000} \right), \end{aligned} \quad (4a)$$

где B — ширина земляного полотна дороги;
 b — ширина кювета по верху;
 H — максимальная рабочая отметка в выемке (при реконструкции), м;
 h — фактическая глубина выемки (до реконструкции), м;
 m — коэффициент крутизны откосов.

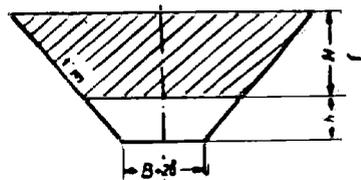


Рис. 2. Схема к определению площади поперечного сечения выемки.

Из выражений (4) и (4а) видно, что на объем дополнительных земляных работ решающее влияние оказывает протяженность участка с подъемом, подлежащим смягчению.

На рис. 3 представлен график зависимости дополнительного объема земляных работ от величины смягчения уклона Δi для разных длин подъемов, для автомобильной дороги с шириной земляного полотна 8 м, крутизной откосов 1:1,5.

Длина смягчаемых подъемов принята 100, 200, 300, 400, 500 м.

Величину смягчения Δi для каждой длины подъема принимали равной 10, 20, 30, 40‰. Для первого случая применения подъемов (водораздельный участок) следующий за подъемом спуск принят $i_{сп} = 80‰$, для второго случая — горизонтальная площадка ($i = 0$). Смягчение подъемов производили с нулевой отметки.

В табл. 1 приведен пример подсчета дополнительных земляных работ для Западной магистрали автомобильной дороги Пяозерского ЛПХ комбината «Севкарелес». Длина дороги 14,8 км, руководящий подъем 60‰, новый руководящий подъем 40‰.

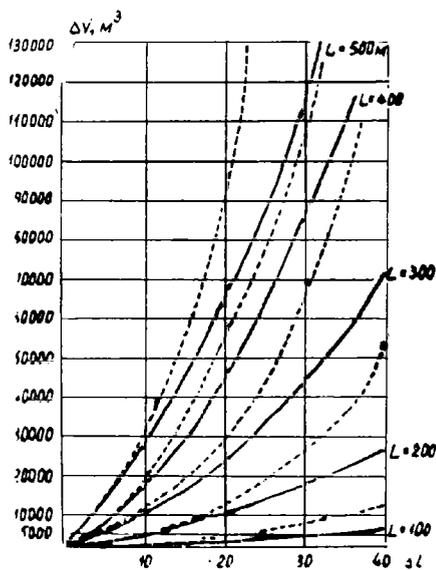


Рис. 3. Сплошная линия для водораздельных участков; штриховая — для долинных

Таблица 1

№ участка	Величина подъема, ‰		Длина участков с подъемами до смягчения, м	Величина рабочей отметки до смягчения, м	Величины смежных уклонов, ‰		Дополнительный объем земляных работ, м³
	до смягчения	после смягчения			на водораздельных участках	на долинных участках	
1	60	40	117	0	—	9	3600
2	42	40	160	0	—	0	370
3	60	40	157	0	4	—	6000
4	60	40	125	0	80	—	2840
5	60	40	205	0	22	—	9800
6	60	40	210	0	37	—	9900
7	43	40	65	0	—	23	100
8	55	40	60	0	60	—	450
9	60	40	117	0	6	—	3140

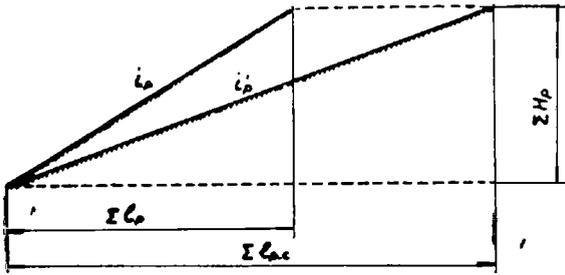


Рис. 4. Схема к определению величины удлинения участков дороги с руководящим подъемом при их смягчении способом перетрассировки.

Средний дополнительный объем земляных работ на 1 км составит 2440 м^3 .

Второй способ смягчения подъемов — перетрассировка участков дороги. Принимая прежние обозначения, определим суммарную длину участков дороги с руководящим подъемом (рис. 4)

$$\Sigma L_p = \frac{1000 \Sigma H_p}{i_p},$$

где ΣH_p — суммарная высота на всех участках с руководящим подъемом.

Суммарную длину смягченных участков с новым руководящим подъемом определяем по аналогичной формуле

$$\Sigma L_{p,c} = \frac{1000 \Sigma H_p}{i'_p}.$$

Тогда удлинение участков с руководящим подъемом при их смягчении

$$\Sigma L_{p,c} - \Sigma L_p = 1000 \Sigma H_p \left(\frac{1}{i'_p} - \frac{1}{i_p} \right) = \frac{\Sigma L_p \cdot i_p (i_p - i'_p)}{i_p \cdot i'_p} = \frac{\Sigma L_p (i_p - i'_p)}{i'_p}.$$

Обозначив величину удлинения через ΔL_p , а величину смягчения через Δi , окончательно получим

$$\Delta L_p = \frac{\Sigma L_p \Delta i}{i'_p}. \quad (5)$$

Удлинение дороги при смягчении подъемов, меньших i_p , но больших i'_p , определяем тем же способом.

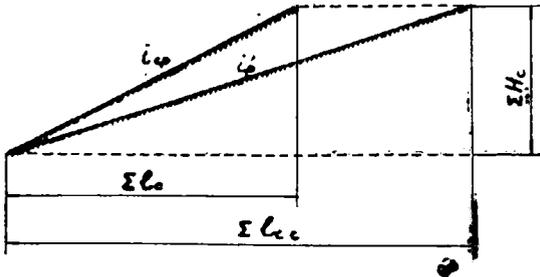


Рис. 5. Схема к определению величины удлинения участков дороги с прочими подъемами, подлежащими смягчению способом перетрассировки.

Обозначим средний уклон для всех подъемов, подлежащих смягчению, через i_{cp} (рис. 5). Величину этого подъема можно определить следующим образом:

$$i_{\text{ср}} = \frac{1000 \Sigma H_c}{\Sigma l_c},$$

где ΣH_c — суммарная высота на всех участках с подъемами, подлежащими смягчению;

Σl_c — суммарная длина участков с подъемами, подлежащими смягчению.

Длина смягченных подъемов

$$\Sigma l_{\text{с.с}} = \frac{1000 \Sigma H_c}{i_p'}$$

Таким образом, общее удлинение дороги при смягчении подъемов от i_p до i_p'

$$\Delta L = \Delta l_p + \Sigma l_{\text{с.с}} - \Sigma l_c = \frac{\Sigma l_p \Delta i + 1000 \Sigma H_c}{i_p'} - \Sigma l_c. \quad (6)$$

Приведенные формулы позволяют производить технико-экономические сравнения вариантов дороги с различными руководящими подъемами.

В качестве примера произведем подсчет удлинения для Западной автомобильной дороги Пяозерского ЛПХ при новом руководящем подъеме — 40‰.

Общая длина участка	14,8 км
Руководящий подъем	60‰
Суммарная длина участков с руководящим подъемом	931 м
Суммарная длина других подъемов, подлежащих смягчению	285 м
Суммарная высота участков, подлежащих смягчению	12,8 м

Удлинение дороги за счет смягчения подъемов составит

$$\Delta L = \frac{931 \cdot 20 + 12800}{40} - 285 = 500 \text{ м.}$$

или 3,4% от общей длины дороги.

Поступила 30 марта 1970 г.

УДК 634.0.383

УСТОЙЧИВОСТЬ УЗКОКОЛЕЙНОГО РЕЛЬСОВОГО ПУТИ

О. Г. ПЛЕХОВ

(СевНИИП)

Длина сварной рельсовой плети определяется из условия устойчивости пути и прочности рельсов [12]. Экспериментальное исследование устойчивости узкоколейного пути колеи 750 мм было проведено в Северном научно-исследовательском институте промышленности на специальном путейспытательном стенде. Методика исследования описана нами ранее [9].

В результате опытов по искусственному выбросу пути получена эмпирическая зависимость между критической силой P_0 и средним отводом начальных неровностей пути i_0 при погонном сопротивлении балласта поперечному сдвигу рельсо-шпальной решетки, равному 2,05 кГ/см, и рельсах типа Р18 [8]

$$P_0 = 97,66 i_0^{-0,4961} \approx 97,7 i_0^{-0,5} \text{ Г.} \quad (1)$$

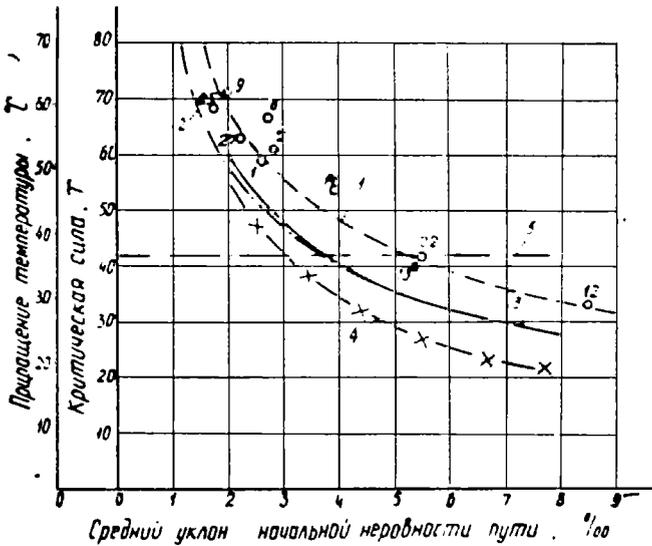


Рис. 1. Кривые изменения критической силы выброса пути.

1 — эмпирическая зависимость; 2 — по методу Э. Немежди; 3 — по методу С. П. Першина; 4 — по методу Ф. Рааба; 5 — по методу К. Н. Мищенко; 6 — опытные значения критической силы при погонном сопротивлении $q=2,05 \text{ кГ/см}$.

Формула (1) может быть использована при i_0 от 1,7 до 8,5‰.

Для выбора схемы, по которой можно наиболее точно определить устойчивость узкоколейного пути, проведены сравнительные расчеты различными методами. Наиболее известны расчеты С. П. Першина [6], Э. Немежди [5], Ф. Рааба [6]. Для сравнения определено также значение критической силы по формулам К. Н. Мищенко [4]. Результаты расчетов приведены на рис. 1.

Сравнения показывают, что в качественном отношении методы расчета, учитывающие реальное положение пути в плане, дают зависимость $P_0 = f(i_0)$, близкую к экспериментальной. Чтобы получить точное значение величины критической силы, в расчетные формулы нужно ввести поправочный эмпирический коэффициент, приближающий результаты расчета к опытным значениям. Методы С. П. Першина и Э. Немежди приводят к результатам, наиболее близким к экспериментальным. Расчет по методу К. Н. Мищенко дает значение критической силы для пути, имеющего в плане начальные искривления рельсо-шпальной решетки со средним уклоном около 5,5‰.

Некоторая неточность расчетной величины критической силы для узкоколейных дорог, по сравнению с экспериментальной, объясняется допусками в расчетных схемах. Считается, что начальная форма искривления в процессе предвыбросной деформации остается неизменной и описывается одним и тем же уравнением. В действительности, как показали опыты, дополнительный прогиб, появляющийся под действием продольной сжимающей силы, образуется на значительно меньшей длине, то есть на начальную волну как бы накладывается вторичная волна. Такие же результаты получены и при экспериментах на стенде ЦНИИ МПС, поставленных Е. М. Бромбергом [11].

На железных дорогах колеи 750 мм при песчаном балласте предвыбросная подвижка пути происходит с одновременным подъемом. В расчетных схемах потеря устойчивости пути рассматривается

в одной плоскости. Б. И. Кувалдин дополнил расчетный метод С. П. Першина, рассматривая деформацию рельсо-шпальной решетки одновременно в горизонтальной и вертикальной плоскостях [3]. Однако в настоящее время у нас нет опытных данных, позволяющих судить о сопротивлении балласта пространственному сдвигу шпал.

Во всех расчетах противодействие изгибу со стороны балласта, шпал, креплений учитывается поэлементно. В действующем пути все эти элементы связаны между собой и не могут не оказывать влияния друг на друга. В опытах, например, заметно, что шпалы при выбросе не только сдвигаются поперек пути, но и поворачиваются относительно своей оси (больше в местах наибольшего прогиба, меньше на концах деформированного участка). При небольших деформациях, характерных для неустойчивого криволинейного равновесия, поворот шпал будет значительно меньше. Для сдвига шпал под любым углом к ее оси требуется большее усилие, чем при сдвиге шпал строго параллельно своей оси. В то же время реактивный момент в узлах рельсо-шпальной решетки меньше, так как уменьшается угол поворота рельсов относительно шпал.

Теоретические разработки устойчивости узкоколейного пути с учетом взаимодействия этих факторов проведены В. А. Лаптевым [2]. Для расчета по его методу необходимо знать усилие изгиба верхнего строения пути.

На основании приведенных опытов для определения критической силы узкоколейного пути можно рекомендовать метод расчета, разработанный С. П. Першиным. Для получения точных значений критической силы в расчетную формулу должен быть введен эмпирический повышающий коэффициент 1,18.

Таблица 1

Участки пути	c=1,5		c=3,0		c=4,5	
	a	A	a	A	a	A
Рельсы типа P18						
Кривые радиусом, м						
200	0,22	29,3	0,26	52,3	0,27	71,0
300	0,28	37,0	0,31	63,0	0,34	87,2
600	0,37	50,2	0,42	85,9	0,43	114,0
1000	0,42	57,7	0,45	94,9	0,45	125,1
Прямые	0,53	77,3	0,53	118,7	0,53	153,7
Рельсы типа P24						
Кривые радиусом, м						
200	0,21	32,9	0,23	55,8	0,24	78,0
300	0,25	40,6	0,30	71,2	0,33	99,6
600	0,36	57,1	0,38	95,1	0,41	130,0
1000	0,41	68,2	0,44	111,0	0,44	145,6
Прямые	0,52	92,9	0,52	141,4	0,55	190,1

Расчеты по методу С. П. Першина ведутся в табличной форме и требуют значительных вычислений. С целью их упрощения в СевНИИПе выполнен расчет критической силы для большого числа вариантов (240). По окончательным результатам получена более простая зависимость между устойчивостью узкоколейного пути и конструкцией верхнего строения, дающая хорошую сходимость с результатами опытов,

$$P_0 = \frac{A}{l_0^2} K, \quad (2)$$

где A, a — коэффициенты, зависящие от типа рельсов, радиуса кривой и сопротивления балласта поперечному сдвигу рельсо-шпальной решетки, берутся из табл. 1;

K — коэффициент, учитывающий влияние костыльных крепежителей; при забивке костылей друг против друга $K = 0,97$, на расстоянии 10 см друг от друга — $K = 1,0$.

Формула (2) может быть использована только для узкоколейных дорог с песчаным и песчано-гравелистым балластом. Ранее аналогичная зависимость была получена на кафедре «Путь и путевое хозяйство» МИИТа для дорог нормальной колеи [7].

При выборе коэффициентов A и a в каждом конкретном случае учитывается состояние балласта и количество шпал на 1 км пути. При этом необходимо знать зависимость усилия от величины сдвига шпалы поперек пути, выраженную степенной функцией вида

$$Q = CY^n \text{ кг}, \quad (3)$$

где Q — усилие сдвига, кг;

Y — величина сдвига, см;

C, n — эмпирические параметры.

Конкретные величины параметров Q, C, Y определяются на основании опытных данных.

При песчаном и песчано-гравелистом балласте значение показателя степени в формуле (3) меняется в небольших пределах: $n = 15 \div 18$. Для этого же балласта при свежесыпанной балластной призме максимальное усилие сдвига $Q_{max} = 98,6 \div 122,3$ кг ($C = 99 \div 136$). При уплотненной балластной призме, характерной для второго года эксплуатации с момента укладки пути, смены балласта и других работ, связанных с разрыхлением балласта, усилие $Q_{max} = 200$ кг ($C = 236$). В табл. 1 значение $c = C/e$, где e — расстояние между осями шпал, см.

Величина среднего уклона начальных неровностей i_0 для пути, уложенного длинными рельсами Р24, может достигать $3,2 \div 3,7\%$, длинными рельсами Р18 — $3,7 \div 4,2\%$ [10].

При расчете длины рельсовой плети допускаемая величина сжимающей силы берется с учетом коэффициента безопасности K_6 , который должен учитывать не только точность расчета, но также содержать запас, гарантирующий нагрузку, не превышающую несущей способности конструкции. Он может выражаться в виде произведения трех сомножителей [11], [7]

$$K_6 = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \quad (4)$$

где k_1 — коэффициент, учитывающий изменение состояния конструкции;

k_2 — коэффициент, определяющий условности и неточности расчета;

k_3 — собственно коэффициент запаса.

Для установления численного значения k_1 воспользуемся результатами опытов по искусственному выбросу пути. Все отклонения параметров конструкции пути от расчетных проявились в рассеивании опытных значений. Зная величину вариационного коэффициента $v = 5,9\%$ и приняв нормирующий коэффициент равным 2,5 (как при расчете прочности рельсов), можно записать

$$k_1 = (1 + 2,5v) = 1,15.$$

Очевидно, что коэффициент $k_1 = 1,15$ обусловлен не только рассеиванием опытных величин вследствие отклонения параметров кон-

струкции пути от расчетных, но и неизбежной неточностью замеров. Коэффициент k_2 можно принять равным 1, так как при расчете по формуле (2) достигается хорошая сходимость между средними экспериментальными и расчетными значениями. Коэффициент k_3 примем равным 1,1. При этом путь сохраняет достаточную устойчивость и, во всяком случае, подвижка путевой решетки под действием сжимающей силы не достигает состояния текучести, при котором сдвиг путевой решетки происходит почти без прироста продольной силы.

Таким образом,

$$K_6 = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 1,15 \cdot 1 \cdot 1,1 = 1,27 \approx 1,3.$$

При определении устойчивости пути по рабочей формуле (3) коэффициент безопасности можно принимать $1,27 \div 1,3$.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Е. М. Бромберг. Устойчивость бесстыкового пути. Изд-во «Транспорт», М., 1966. [2]. Б. И. Кувалдин, В. А. Лаптев. Бесстыковый путь железных дорог колеи 750 мм. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1968. [3]. Б. И. Кувалдин, О. Г. Плехов, Г. А. Безбородов. Проблемы применения бесстыкового пути на узкоколейных железных дорогах. Тезисы докладов научно-технической конференции МЛТИ, 1968. [4]. К. Н. Мищенко. Бесстыковый рельсовый путь. Трансжелдориздат, М., 1950. [5]. Э. Немежди. Расчет горизонтальной устойчивости бесстыкового пути. Перевод ЦНТБ МПС П7850. [6]. С. П. Першин. Методы расчета устойчивости бесстыкового пути. Труды МИИТ, вып. 147, М., 1962. [7]. С. П. Першин. Температурные воздействия на рельсовый путь и их влияние на его устройство и условия эксплуатации. Труды МИИТ, вып. 318, М., 1969. [8]. О. Г. Плехов. Устойчивость лесовозного пути с длинными рельсами. Журн. «Путь и путевое хозяйство» № 1, 1968. [9]. О. Г. Плехов. Устойчивость узкоколейного пути, уложенного длинными сварными рельсами, при производстве путевых работ. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1968. [10]. О. Г. Плехов. К вопросу устойчивости пути со сварными рельсами. Труды СевНИИП, вып. I, Архангельск, 1969. [11]. Н. С. Стрелицкий. Основы статистического учета коэффициента запаса прочности сооружений. Стройиздат, М., 1947. [12]. Технические условия на укладку и содержание бесстыкового пути. Трансжелдориздат, М., 1963.

Поступила 7 апреля 1970 г.

УДК 625.2

ОБ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ЛЕСОВОЗНЫХ УЗКОКОЛЕЙНЫХ ТЕПЛОВЗОВ ПРИ ПОЕЗДНОЙ РАБОТЕ

А. В. ДУРОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

В настоящее время нет единых технически обоснованных норм расхода топлива для тепловозов ужд. Это затрудняет организацию планирования, хозяйственного расчета и учета, вынуждает объединения, комбинаты и тресты разрабатывать и применять свои местные нормы, нередко отличающиеся друг от друга и не стимулирующие экономии топлива.

В статье освещены результаты исследований кафедры тяговых машин АЛТИ [1], [5] по определению эксплуатационной топливной экономичности тепловозов ТУ-4 (двигатель У-1Д6-25ОТК, гидромеханическая передача) при поездной работе.

Топливная экономичность поездных тепловозов оценивается расходом топлива на перемещение порожних или груженых составов,

отнесенным к показателю эксплуатационной работы, выраженной в 10^4 Ткм брутто только вагонов (без учета веса тепловоза). Расход дизельного топлива на этот показатель при движении тепловоза по реальному профилю без учета выполнения маневровых работ можно определить по уравнению

$$G_{ni} = (n_n \cdot k_i + \gamma_x + \gamma_p) k_t \text{ кг}/10^4 \text{ Ткм}, \quad (1)$$

где n_n — исходная норма расхода топлива, $\text{кг}/10^4 \text{ Ткм}$;
 k_i — коэффициент, отражающий влияние профиля пути;
 γ_x, γ_p — расход топлива, $\text{кг}/10^4 \text{ Ткм}$, затрачиваемого на работу дизеля на холостом ходу на стоянках и пробег тепловоза резервом по станционным путям, связанный с выполнением поездной работы;
 k_t — температурный поправочный коэффициент.

В основу нормирования расхода топлива узкоколейными тепловозами при поездной работе, как и при тепловозной тяге на дорогах МПС, нами положены исходные нормы [3]. Нормы для летних условий определяют при движении тепловоза по прямому горизонтальному участку пути с постоянной скоростью, когда действует только основное сопротивление движению поезда. Это позволяет распространить исходные нормы на все лесовозные дороги путем введения поправочных коэффициентов, учитывающих трудность профиля и температурные условия.

Исходная норма n_n может быть определена из уравнения

$$G = \frac{n_n \cdot Q \cdot v}{10^4} = \frac{632,3 N_k}{h_u \cdot \eta} = \frac{632,3 \cdot F_k \cdot v}{270 \cdot h_u \cdot \eta}, \quad (2)$$

где G — расход топлива, $\text{кг}/\text{час}$;
 Q — вес состава брутто (только вагонов), T ;
 v — скорость движения, $\text{км}/\text{час}$;
 N_k, F_k — касательная мощность, л. с., и сила тяги, кГ ;
 h_u — низшая теплотворность дизельного топлива, принятая равной $10^4 \text{ ккал}/\text{кг}$;
 η — общий к.п.д. тепловоза, отнесенный к ободу колес.

В формуле (2) под величинами N_k, F_k, v, G и η понимаются их средние значения на данном участке пути.

При движении тепловоза по прямому горизонтальному участку пути с постоянной скоростью

$$F_k = P W'_0 + Q W''_0 = (P + Q) W_0 \text{ кГ}, \quad (3)$$

где P — вес тепловоза, T ;
 W'_0, W''_0, W_0 — основное удельное сопротивление движению тепловоза, прицепного состава и поезда, $\text{кГ}/T$;

$$W_0 = \frac{1}{P + Q} (W'_0 \cdot P + W''_0 \cdot Q) \text{ кГ}/T. \quad (4)$$

После подстановки значения F_k в уравнение (2) и преобразований получим

$$n_n = \frac{2,34 \cdot W_0}{\eta} \cdot \frac{P + Q}{Q} \text{ кГ}/10^4 \text{ Ткм}.$$

Если выразить n_n в литрах (при $t = 20^\circ\text{C}$, $\gamma = 0,846 \text{ кг}/\text{л}$), то получим:

$$n_n = \frac{2,77 \cdot W_0}{\eta} \cdot \frac{P + Q}{Q} \text{ л}/10^4 \text{ Ткм}. \quad (5)$$

Использование этого уравнения в практических расчетах существенно осложняется отсутствием данных о величине τ .

Для установления зависимости $n_n = f(Q, v)$ были проведены опытные поездки на тепловозах ТУ-4 в Верховском и Костылевском леспромпхозах Архангельской области [5]*. Опыты проводили при $v = \text{const}$ на специально подобранных прямых горизонтальных участках пути в летних условиях ($t = 15 \div 20^\circ\text{C}$). Это позволило исключить влияние коэффициента k на расход топлива. В опытах использовали специальную аппаратуру, разработанную на кафедре тяговых машин АЛТИ: тензометрический динамометр для измерения силы тяги на крюке, а также серию электроимпульсных счетчиков и электрических датчиков контактного типа с регистрацией показаний при помощи шлейфового осциллографа Н-700 [1], [5].

Величину W'_0 в выражении (4) определяли по уравнению

$$W'_0 = 1,9 + 0,1v \text{ кг/Т}, \quad (6)$$

которое получено для тепловоза ТУ-2 (2—2) с электрической передачей, имеющего, как и ТУ-4, буксовые подшипники качения.

Скорость движения тепловоза

$$v = \frac{\pi D \cdot n_k \cdot 60}{1000} = \frac{3,14 \cdot 0,6 \cdot 60}{1000} n_k = 0,113 n_k \text{ км/час},$$

где D , n_k — диаметр (0,6 м) и число оборотов колес в 1 мин.

Для вагонов-цепов ЦНИИМЭ — АВЗ, снабженных подшипниками скольжения, при $v = 5—35$ км/час величина W''_0 определяется следующими зависимостями [5]:

при хорошем состоянии магистрального пути

$$W'_0 = 3,19 - 0,05v + 0,0023v^2 \text{ кг/Т}; \quad (7)$$

при плохом

$$W'_0 = 3,31 - 0,194v + 0,012v^2 \text{ кг/Т}. \quad (8)$$

На основании наших опытов, проведенных в Костылевском леспромпхозе, при $v = 10 \div 30$ км/час получено

$$W'_0 = 0,94 + 0,21v \text{ кг/Т}. \quad (9)$$

Сопоставление величин W''_0 , полученных по уравнениям (9) и (7), показало их существенную разницу. Поэтому для расчетов было использовано уравнение (9), которое отражало действительное состояние верхнего строения пути во время опытов и давало результаты, близкие к полученным по уравнению (8).

Относительные расходы топлива γ_x и γ_p в уравнении (1)

$$\gamma_x = \frac{G_x \cdot a_x}{Q \cdot v}; \quad (10)$$

$$\gamma_p = \frac{G_p \cdot a_p}{Q \cdot v} \text{ л/10}^4 \text{ Ткм}, \quad (11)$$

где a_x — относительное время работы дизеля на холостом ходу на стоянках тепловоза;

a_p — относительное время, связанное с пробегом тепловоза резервом по станционным путям при поездной работе;

G_x , G_p — расход топлива при работе дизеля на холостом ходу и пробеге тепловоза резервом, л/час;

$Q \cdot v$ — часовая производительность тепловоза, Ткм/час.

* В экспериментах и обработке материала принимали участие О. Д. Орленко, Н. Н. Смирнов и Ю. Н. Красильников.

Из соотношений (10) и (11) следует, что величины γ_x и γ_p убывают с ростом Q и v .

На основании хронометражных наблюдений в расчетах принято $a_x = 0,15$ и $a_p = 0,05$.

Величину G_x определяли по характеристике холостого хода дизеля $G_x = f(n)$, а G_p — по кривой $G_p = f(v_p)$, которые были получены нами опытным путем [5]. Согласно опытным данным, при подсчетах величин γ_x и γ_p для ТУ-4 принято $G_x = 4,5$ л/час ($n = 800$ об/мин) и $G_p = 8$ л/час ($v_p = 10$ км/час).

Как следует из уравнения (1), расход топлива при движении тепловоза по прямому горизонтальному участку пути ($k_i = 1$) при $v = \text{const}$ и $k_t = 1$ с учетом величин γ_x и γ_p составит

$$n'_n = n_n + \gamma_x + \gamma_p \text{ л}/10^4 \text{ Ткм}. \quad (12)$$

Величины n_n и n'_n (л/10⁴ Ткм), полученные на основании обработки опытных данных, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Скорость, км/час	Величины	Значения величин n_n , n'_n и η при весе поезда брутто (только вагонов), Т					
		50	100	150	200	250	300
10	n'_n	106	75	64	59	56	54
	n_n	127	86	71	64	60	58
	η	0,108	0,133	0,148	0,157	0,162	0,167
15	n'_n	125	85	71	64	60	57
	n_n	139	92	76	68	63	59
	η	0,119	0,155	0,178	0,191	0,201	0,21
20	n'_n	144	95	78	69	—	—
	n_n	155	100	82	72	—	—
	η	0,127	0,172	0,201	0,220	—	—
25	n'_n	163	105	85	—	—	—
	n_n	172	109	89	—	—	—
	η	0,133	0,186	0,222	—	—	—
30	n'_n	182	115	—	—	—	—
	n_n	189	119	—	—	—	—
	η	0,138	0,197	—	—	—	—

По данным таблицы построены график $n_n = f(Q, v)$, являющийся теплотехническим паспортным тепловоза ТУ-4 и основой для технического нормирования расхода топлива (рис. 1). Из графика следует, что исходная норма n возрастает с уменьшением Q и увеличением v . При небольших Q дизель работает с низким коэффициентом использования мощности и с неполной подачей топлива, что приводит к увеличению его расхода на измеритель 10⁴ Ткм.

При $v = 10 \div 30$ км/час с высокой степенью точности исходные нормы укладываются в уравнение вида

$$n_n = 43 + \frac{1050}{Q} W_0 \text{ л}/10^4 \text{ Ткм},$$

учитывающее в неявном виде к.п.д. η и одновременно отвечающее уравнению (5).

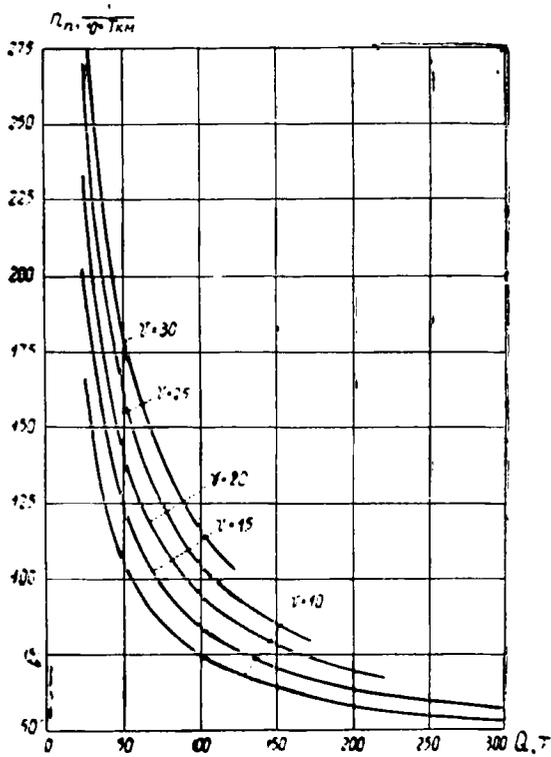


Рис. 1.

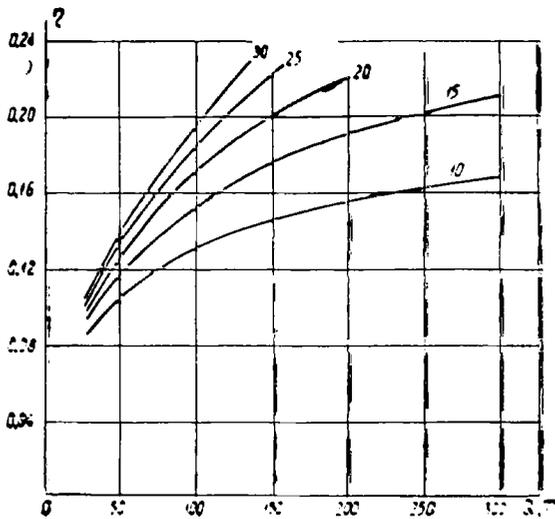


Рис. 2.

По уравнению (5) были подсчитаны величины η (табл. 1), которые на рис. 2 представлены графиком $\eta = f(Q, v)$. Как видно, величина η с увеличением v и Q повышается и изменяется в пределах 8—22%.

Коэффициент трудности профиля пути k_t в формуле (1) определится как отношение расхода топлива на реальном профиле n_i с эквивалентным уклоном i_3 к расходу топлива на прямом горизонтальном участке пути n_n при движении тепловоза с той же скоростью

$$k_t = \frac{n_i}{n_n} = \frac{2,77(W_0 + i_3) \cdot \frac{P+Q}{Q}}{\frac{2,77 \cdot W_0}{\eta} \cdot \frac{P+Q}{Q}} = 1 + \frac{i_3}{W_0} = 1 + ai_3. \quad (13)$$

Отсюда следует, что $k_t = f_1(i_3, v)$, поскольку $a = \frac{1}{W_0}$, а $W_0 = f_2(v)$.

Величина эквивалентного уклона лесовозной железной дороги или отдельных ее участков определяется по исполнительному профилю дороги раздельно для порожнего и грузового направлений

$$i_3 = \frac{\sum i_n \cdot l_n + \sum W_r l_k - \sum i_6 \cdot l_6 - \sum W_b \cdot l_b}{l} \%_{00}, \quad (14)$$

где i_n , l_n — величина подъема, $\%_{00}$, и его длина;
 W_r — сопротивление от кривой, равно

$$W_r = \frac{425}{R} \text{ кгГ/Т [4];}$$

R , l_k — радиус и длина кривой;

i_6 , l_6 — величина безвредного спуска, $\%_{00}$, и его длина;

l_b , l — длина вредного спуска и общая длина перегона;

W_b — основное удельное сопротивление движению поезда на вредном спуске при наибольшей скорости, которое для ТУ-4 можно принять $W_b = 7 \text{ кгГ/Т}$.

Величина k_t в формуле (1) отражает влияние температурно-метеорологических условий на расход топлива. Она обычно устанавливается в зависимости от температуры окружающего воздуха t и может быть принята согласно табл. 2 [3].

Таблица 2

$t, ^\circ\text{C}$	-30	-20	-10	0	+10	+20
k_t	1,12	1,09	1,07	1,04	1,01	1,00

На основании проведенных исследований для определения расхода дизельного топлива узкоколейными тепловозами при поездной вывозке леса рекомендуется уравнение (1), которое в развернутом виде выглядит так:

$$G_{nl} = \left[\frac{2,77(W_0 + i_3)}{\eta} \cdot \frac{P+Q}{Q} + \frac{(G_x a_x + G_p a_p) \cdot 10^4}{Qv} \right] k_t \text{ л/10}^4 \text{ Ткм.}$$

Используя это уравнение и опытные данные, мы разработали единые технические нормы расхода топлива тепловозами ТУ-4. Нормы прошли широкую проверку на предприятиях пяти объединений, трех комбинатов и одного треста, а инструкция по их применению [2] утверждена техническим управлением Минлесдревпрома.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. В. Дуров, О. Д. Орленко. О нормировании расхода топлива для лесовозных узкоколейных тепловозов. Труды АЛТИ, вып. XIX, 1967. [2]. Инструкция по применению временных технических норм расхода топливно-смазочных материалов

для лесовозных узкоколейных тепловозов. Отчет по теме НИСа АЛТИ, 1969. [3]. В. С. Молярчук. Теоретические основы методики нормирования расхода топлива и электроэнергии для тяговых средств транспорта. Изд-во «Транспорт», 1966. [4]. Правила тяговых расчетов для поездной работы. Изд-во «Транспорт», 1969. [5]. Разработка, проверка в производственных условиях и уточнение единых норм расхода топливо-смазочных материалов лесовозными узкоколейными тепловозами ТУ-4 и МД-54. Отчет по теме НИСа АЛТИ, 1968. [6]. Ю. Л. Шевченко. Сопротивление движению вагонов-сцепов ЦНИИМЭ — АВЗ. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1964.

Поступила 14 февраля 1970 г.

УДК 634.0.378

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ «КОЭФФИЦИЕНТА ПОДАТЛИВОСТИ» ПОДПОРНОЙ СТЕНКИ ДЛЯ РАСЧЕТА АНКЕРА АНКЕРНО-СТЕНЧАТЫХ БЕРЕГОВЫХ ОПОР

В. Г. ТАСКАЕВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Проведенные нами испытания показали, что прогибы анкера береговых анкерно-стенчатых опор, применяемых на лесосплаве, распределение напряжений в грунте перед опорой зависят от вида грунта и жесткости подпорной стенки, через которую передается давление на грунт.

Исходя из теории деформации грунта по Фуссу — Винклеру, ранее мы предложили методику расчета анкера как балки, лежащей на упругом основании, и при условии, что упругое основание на середине длины балки отсутствует [6]. Для этого расчета необходимо сначала определить «коэффициент податливости» упругого основания, который учитывал бы не только упругие свойства грунта, но и жесткость подпорной стенки, на которую опирается анкер.

В соответствии с теорией деформации грунта по Фуссу — Винклеру и согласно СН 200-62, предположим, что коэффициент постели грунта перед стенкой имеет линейную функцию, нарастает пропорционально глубине, равен нулю на уровне дневной поверхности и имеет градиент, зависящий от рода грунта,

$$k = m \cdot l \left(1 - \frac{x}{l}\right) = k_0 \left(1 - \frac{x}{l}\right), \quad (1)$$

где m — постоянная величина, $\kappa\Gamma/\text{см}^4$, зависящая от вида грунта; берется по табл. 2 СН 200-62, [7, стр. 317].

l — длина балки (в нашем случае высота подпорной стенки).

Рассчитаем стойку подпорной стенки как балку на упругом основании с переменным коэффициентом постели. Силу давления анкера на стойку заменяем сосредоточенной силой P , расположенной на $1/3$ высоты (рис. 1). Этой величиной можно задаться, поскольку коэффициент постели не зависит от величины действующих сил.

Зная прогиб стойки y в месте приложения силы, коэффициент постели можно вычислить по формуле

$$k = \frac{P}{y \cdot B \cdot b}, \quad (2)$$

где y — прогиб стойки в месте приложения силы;

B — ширина анкера;

b — ширина стойки.

где M_t — масштаб времени решения машины, берется пропорциональным длине балки,

$$M_t = K_{51} \cdot l; \quad (5)$$

V_{60} — максимальное рабочее напряжение на выходе блока 16, равное 100 в;

β — коэффициент блока перемножения. Для машины МН-7 $\beta = 0,01$.

Сравнивая физическое (3) и машинное (4) уравнения, получим

$$\frac{k_0 b}{EI} = \frac{K_{11} K_{21} K_{31} K_{41} \beta V_{60}}{M_t^4}, \quad (6)$$

откуда

$$K_{11} = \frac{k_0 b M_t^4}{EI K_{21} K_{31} K_{41}}. \quad (7)$$

Принимая коэффициенты передачи $K_{21} = 1,0$; $K_{31} = 0,1$; $K_{41} = 0,5$; $K_{51} = 0,21$, найдем, что

$$K_{11} = \frac{k_0 b (0,21 \cdot l)^4}{0,05 EI}. \quad (8)$$

Поскольку нас интересует величина y , то для перехода от напряжения на выходе блока 8 к физической величине прогиба необходимо величину напряжения умножить на соответствующий масштаб M_y . Он равен (вывод опускается)

$$M_y = \frac{200 (0,21 \cdot l)^3}{EI}. \quad (9)$$

При выводе этого масштаба принято, что на балку действует сила $P = 1000$ кг.

Порядок решения на машине заключался в следующем. Поскольку начальные величины прогиба и угла поворота балки неизвестны, мы осуществляли их подбор (начальные напряжения на блоках 7, 8) из условия, что поперечная сила и изгибающий момент в конце решения машины (в действительности на конце балки) равны 0, так как конец балки свободен.

После этого замеряли выходное напряжение блока 8 в момент включения реле машины (скачок поперечной силы) в зависимости от коэффициента передачи K_{11} (рис. 3).

Значения K_{11} принимали в пределах от 0,5 до 100, что охватывает все случаи применяемых в практике лесосплава береговых анкерных опор.

Характер прогиба балки, эпюра изгибающих моментов и поперечных сил показаны на рис. 4.

Решения при коэффициентах передачи K_{11} , меньшем 1,0 и большем 10,0, выполняли в другом масштабе времени. Выполнен перерасчет (согласно соотношению масштабов) на масштаб времени $M_t = 0,21l$.

Следует отметить, что кривая на рис. 3 аппроксимируется по методу наименьших квадратов выражением

$$V_8 = -0,029 + 39,4 \frac{1}{K_{11}} \quad (10)$$

при среднем квадратическом отклонении $\sigma = 0,514$ в.

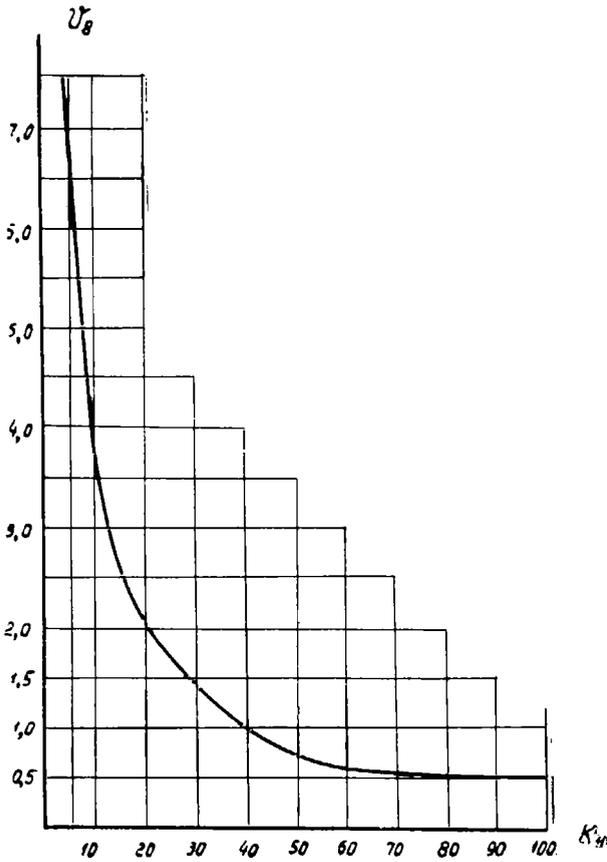


Рис. 3.

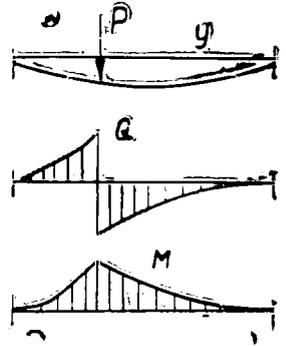


Рис. 4.

Пример. Определить коэффициент податливости подпорной стенки, если грунт плотный песок ($m=7,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/см}^4$), высота стенки 120 см. Стенка выполнена из досок размером $5 \times 14 \text{ см}$ ($I=145,8 \text{ см}^4$). Модуль упругости древесины $E=85000 \text{ кг/см}^2$. Ширина анкера 22 см.

Решение. 1. Определяем коэффициент постели у низа подпорной стенки

$$k_0 = m \cdot h = 7,2 \cdot 10^{-3} \cdot 120 = 0,864 \text{ кг/см}^3.$$

2. По формуле (8) вычисляем коэффициент передачи K_{11}

$$K_{11} = \frac{k_0 b (0,21 \cdot l)^4}{0,05 EI} = \frac{0,864 \cdot 14,0 \cdot (0,21 \cdot 120)^4}{0,05 \cdot 85000 \cdot 145,8} = 7,87.$$

3. По графику (рис. 3) при $K_{11} = 7,87$ находим $V_8 = 5,1 \text{ в.}$

4. Определяем масштаб прогиба по формуле (9)

$$M_y = \frac{200 (0,21 \cdot l)^3}{EI} = \frac{200 \cdot (0,21 \cdot 120)^3}{85000 \cdot 145,8} = 0,258 \text{ см/в.}$$

5. Устанавливаем прогиб

$$y = V_8 \cdot M_y = 5,1 \cdot 0,258 = 1,32 \text{ см.}$$

6. По формуле (2) находим коэффициент податливости подпорной стенки

$$k = \frac{P}{b \cdot B \cdot y} = \frac{1000}{14 \cdot 22 \cdot 1,32} = 2,47 \text{ кг/см}^3.$$

Это и есть расчетная величина коэффициента постели, которую подставляем во все формулы при расчетах анкера как балки на упругом основании и при условии, что упругое основание на середине длины ее отсутствует.

Выводы

1. Предлагаемый метод определения «коэффициента податливости» подпорной стенки для расчета анкеров анкерно-стенчатых опор позволяет учесть не только вид грунта, но и жесткость подпорной стенки.

2. Изменяя жесткость подпорной стенки, по этому методу можно рассчитать и изменить ее прогибы, а следовательно, и давление на грунт, значения которого определены строительными нормами и правилами.

Использованная нами гипотеза успешно применяется для расчета подпорных стен [1], [2], [4], [5] при активном давлении грунта и при расчетах свай.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. М. Беспрозванная. Определение давления грунта на подпорную стенку с наклонной задней гранью в зависимости от ее перемещений и жесткости основания. Журн. «Основания, фундаменты и механика грунтов» № 4, 1965. [2]. И. М. Беспрозванная. Расчет подпорных стен с учетом их жесткости, перемещений и деформаций основания. Журн. «Гидротехническое строительство» № 1, 1967. [3]. Л. Левин. Методы решений технических задач на аналоговых вычислительных машинах. Изд-во «Мир», 1966. [4]. Н. К. Снитко. Определение бокового давления грунта по уравнениям совместности перемещений. Журн. «Основания, фундаменты и механика грунтов» № 1, 1963. [5]. Н. К. Снитко, А. Н. Снитко. Деформационный расчет гибких опор в грунтовой среде с учетом влияния продольной силы. Журн. «Основания, фундаменты и механика грунтов» № 6, 1967. [6]. В. Г. Таскаев. О расчете анкера анкерно-стенчатых опор. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1970. [7]. Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб (СН 200-62).

Поступила 24 октября 1969 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 674.812

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ
ПРЕССУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ
В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Л. И. ГЕНКИН

(Ленинградская лесотехническая академия)

В процессе прессования фанеры и древесностлоистых пластиков изменяются температура и плотность прессуемых пакетов и, следовательно, коэффициенты теплопроводности и температуропроводности. Рассмотрим методику определения этих коэффициентов в производственных условиях.

Уравнение теплопроводности для случая переменной плотности и переменного коэффициента теплопроводности имеет вид

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda(u) \frac{\partial u}{\partial x} \right] = C_p \rho(t) \frac{\partial u}{\partial t}, \quad (1)$$

где u — температура;
 λ — коэффициент теплопроводности;
 ρ — плотность;
 C_p — весовая теплоемкость.

Поскольку площадь и вес прессуемого материала не меняются, то изменение плотности (упрессовка) зависит от изменения толщины материала. Замеры показали, что толщина пакета является функцией времени, поэтому

$$\rho(t) = \frac{m}{V(t)} = \frac{m}{Sl(t)}, \quad (2)$$

где S — площадь,
 l — толщина пакета,
 m — масса.

Для определения вида функции $l(t)$ были выполнены экспериментальные замеры на прессе «Болдуин» при прессовании древесностлоистых пластиков. Для этого измеряли расстояние между плитами пресса (толщину пакета) в процессе прессования через равные промежутки времени. Полученный график зависимости толщины пакета от времени аппроксимирован (с точностью около 4%) эмпирической формулой

$$l(t) = l_k [1 + de^{-\alpha t} (\alpha t + 1)], \quad (3)$$

где α — коэффициент, определяющий скорость упрессовки;
 l_k — конечная толщина шпона;
 d — степень упрессовки или относительное уплотнение.

После подстановки формулы (3) в выражение (2) имеем

$$\rho(t) = \frac{m}{Sl_k} \cdot \frac{1}{1 + de^{-\alpha t} (\alpha t + 1)}. \quad (4)$$

Положив $\rho(0) = \rho_0$ (начальная плотность пакета) и учитывая, что конечная плотность пакета $\rho_k = \frac{m}{S l_k}$, из равенства (4) при $t = 0$ получим

$$\rho_0 = \frac{\rho_k}{1+d},$$

откуда

$$d = \frac{\rho_k - \rho_0}{\rho_0} = \frac{\Delta\rho}{\rho_0}.$$

Для экспериментального определения температурной зависимости коэффициента теплопроводности обратимся к уравнению (1), считая, что вид функции $\rho(t)$ нам уже известен. В уравнении (1) переменные x и t заменим на $z = f(x, t)$; вид функции z нам пока неизвестен. Путем формальной замены переменной в равенстве (1) после некоторых преобразований получим

$$\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 \cdot \frac{\partial}{\partial z} \left[\lambda(u) \frac{\partial u}{\partial z} \right] + \frac{\partial u}{\partial z} \left[\lambda(u) \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - C_p \rho(t) \frac{\partial z}{\partial t} \right] = 0. \quad (5)$$

Выбирая переменную z таким образом, чтобы выражение в квадратных скобках во втором члене уравнения (5) стало равным нулю, то есть

$$\lambda(u) \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} = C_p \rho(t) \frac{\partial z}{\partial t}, \quad (6)$$

получим, как это видно из формулы (6), что $z(x, t)$ является решением обычного уравнения теплопроводности с постоянным коэффициентом теплопроводности. Выражения (1) и (6) совпадают по форме при постоянном коэффициенте теплопроводности $\lambda = \text{const}$ и имеют разный вид при коэффициенте, зависящем от температуры. Следовательно, решая линейное уравнение (6) для нашего случая, то есть для бесконечной идеализированной пластины (в виде которой мы представляем пакет прессуемого материала), и построив кривую в координатах u, z , мы будем иметь зависимость $z(u)$. Так как при решении уравнения (6) мы учитываем изменение плотности, то отклонение реальной температуры u от расчетной z будет зависеть только от изменения коэффициента теплопроводности. Если бы в прессуемом материале этот коэффициент был постоянен, то одинаковым величинам времени и координатам соответствовали бы одни и те же значения u и z и на графике $z = f(u)$ мы получили бы просто прямую линию $z = u$, то есть биссектрису координатного угла. Отклонение экспериментальной кривой от такой прямой укажет на наличие температурной зависимости коэффициента теплопроводности. Вид этой зависимости можно получить из уравнения (5)

$$\frac{\partial}{\partial z} \left[\lambda(u) \frac{\partial u}{\partial z} \right] = 0,$$

откуда после интегрирования имеем

$$\lambda(u) = C \frac{dz}{du}. \quad (7)$$

Постоянную интегрирования C можно определить из начального участка кривой $z = f(u)$ при малых значениях времени, где температура невелика и изменение коэффициента теплопроводности с температурой еще не сказывается. При этом величина $\lambda(u)$ совпадает со

значением известного коэффициента теплопроводности λ_0 , а величина z совпадает со значением u и, следовательно, $\frac{dz}{du} = 1$, а $C = \lambda_0$.

Итак, методика определения температурной зависимости коэффициента теплопроводности в производственных условиях заключается в следующем. Проведя замеры изменения температуры в функции времени для какой-либо фиксированной точки (например, для середины пакета $x = \frac{l}{2}$), отложим эти значения на оси абсцисс. На ось ординат нанесем данные решения уравнения теплопроводности (6) для бесконечной пластины и для таких граничных условий, которые имели место при эксперименте. Отклонение кривой $z = f(u)$ от прямой $z = u$ указывает на наличие температурной зависимости коэффициента теплопроводности. Аппроксимировав затем кривую $z = f(u)$ полиномом вида

$$z = u + \frac{\beta}{2} u^2 + \frac{\gamma}{3} u^3 + \dots$$

и взяв производную z по u , на основании уравнения (7) получим зависимость коэффициента теплопроводности от температуры

$$\lambda(u) = \lambda_0 \frac{dz}{du} = \lambda_0 (1 + \beta u + \gamma u^2 + \dots).$$

На рис. 1 приведены кривые типа $z = f(u)$ для древеснослоистого пластика (а) и клееной фанеры (б). Описанный метод применяли для нахождения коэффициента теплопроводности древеснослоистого пластика

$$\lambda(u) = \lambda_0 (1 + \beta u),$$

где $\lambda_0 = 7,2 \frac{\text{дж}}{\text{м} \cdot \text{град} \cdot \text{мин}}$; $\beta = 2,175 \cdot 10^{-3} 1/\text{град}$.

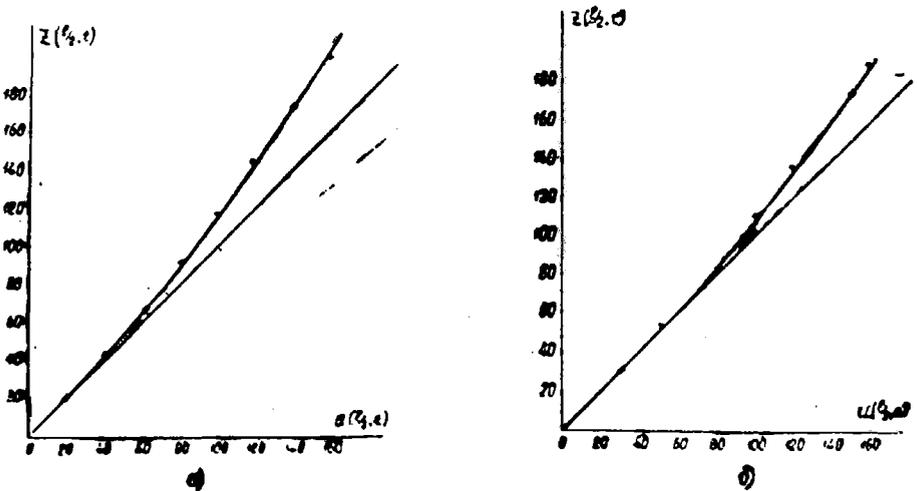


Рис. 1.

Особенностью метода определения температурной зависимости коэффициента теплопроводности является то, что его можно применять для тел любой формы (поскольку нас удовлетворяет любое решение уравнения (6), а не обязательно для замкнутой формы, в широком

диапазоне температур и по результатам одного эксперимента; этим методом можно находить температурную зависимость коэффициента теплопроводности при граничных функциях произвольного вида, а необязательно скачкообразного, что весьма важно при проведении экспериментов в производственных условиях.

Точность определения коэффициента β обуславливается величиной разброса экспериментальных точек на графике $z(u)$ и (для древесностойких пластиков) составляет 3—4%.

Поступила 25 сентября 1969 г.

УДК 621.933.6

ВЛИЯНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОДАЧИ НА СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ РАСПИЛИВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ НА ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМАХ

Е. М. БОРОВИКОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Экспериментальное исследование силовых параметров процесса рамного пиления древесины для различных условий распиловки нашло свое отражение в ряде работ [2] — [8]. Но данные по силам резания и отжима, приведенные в указанных работах, не всегда однозначны и для примерно одинаковых условий распиловок различны.

Представлялось целесообразным исследовать влияние величины подачи на силы резания и отжима на всем диапазоне применяемых посылок при распиливании древесины на вертикальных лесопильных рамах.

Были экспериментально определены интегральные значения сил резания и отжима, возникающие при распиливании сосновой древесины одной рамной пилой с высотой пропила $h = 200$ мм и при отношении $\Delta/H = 0,02; 0,04; 0,08$ и $0,1$ (—подача, мм/об; H — ход пильной рамки, мм). Опытные распиловки проводили пилушенной рамной пилой с шагом зубьев $t = 26$ мм, угловыми элементами зубьев по ГОСТу 5524—62, при средней длине главной режущей кромки зубьев $b = 4,1$ мм на лесопильной раме с ходом пильной рамки $H = 500$ мм.

Силы резания и отжима, действующие в течение одного двойного хода рамной пилы, измеряли и регистрировали на установке, описанной в одной из наших работ [1], но несколько усовершенствованной. Изменения в конструкции опытной установки были вызваны тем, что из-за проскальзывания в отдельных элементах кинематической цепи механизм подачи не обеспечивал равномерной подачи распиливаемого материала в момент действия максимального значения силы отжима за холостой ход пилы. При скоблении зубьев о дно пропила скорость подачи уменьшалась, что являлось причиной некоторого занижения максимального значения силы отжима за холостой ход пилы. Поэтому в механизме подачи установки был исключен вариатор, ременная передача заменена цепной, а конусная муфта включения — кулачковой. Скорость подачи изменяли ступенчато при помощи сменных звездочек.

Проведенные изменения позволили в процессе исследования перемещать распиливаемый образец с равномерной скоростью, исключая возможность его отжима при холостом ходе рамной пилы. Кроме того, в установке были сделаны устройства для автоматического включения регистрирующей аппаратуры и прекращения подачи образца.

На рис. 1 показана типичная осциллограмма изменения сил резания (кривая 1) и отжима (кривая 2) за один оборот коленчатого вала при распиливании сосны ($h = 200$ мм; $\frac{\Delta}{H} = 0,08$; $t = 26$ мм; $b = 4,1$ мм; уклон $0,5\Delta$). Запись на осциллограмме произведена в координатах сила — время (угол поворота коленчатого вала φ^0).

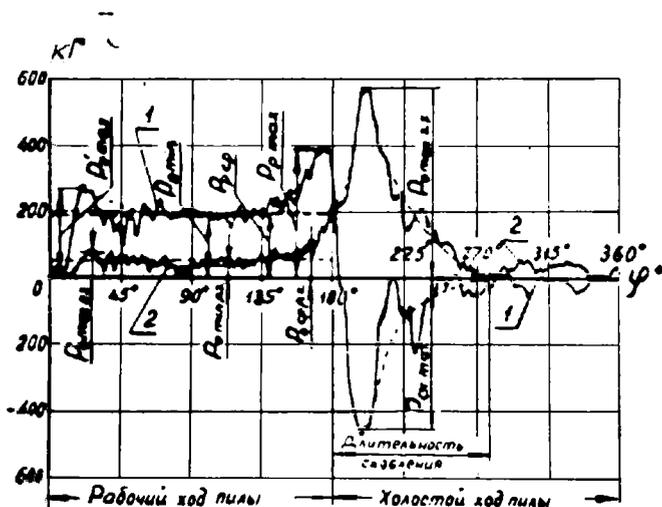


Рис. 1.

Как видно из рис. 1, изменение сил резания и отжима в течение одного оборота коленчатого вала имеет довольно сложный характер. Поэтому представляет некоторую трудность выбор показателей оценки сил резания и отжима. Принятые показатели должны, по возможности, полнее раскрывать динамику изменения величины и характера сил резания и подачи при различных режимах распиливания древесины; необходимо, чтобы они были удобными для практического использования, устойчивыми и с достаточной точностью характеризовали стабильные явления процесса; количество показателей должно быть минимальным.

Для оценки сил резания и отжима нами принят целый ряд показателей мгновенных и средних значений этих сил (рис. 1). Максимальное значение силы резания в начале рабочего хода пилы обозначили величиной $P'_{r,max}$, минимальное в середине рабочего хода — показателем $P_{r,min}$, а максимальное в конце рабочего хода — $P_{r,max}$. Эти величины позволяют оценить динамику изменения силы резания в течение одного рабочего цикла. Нами принят также показатель $P_{r,ср}$ — среднее значение силы резания за рабочий ход.

Для оценки силы отжима за рабочий ход пилы приняты следующие показатели: $P_{o,max,r,x}$ — максимальное значение силы отжима в начале рабочего хода пилы, $P_{o,min,r,x}$ — минимальное и $P_{o,ср,r,x}$ — среднее. Для оценки сил резания и отжима за холостой ход пилы приняты максимальные значения силы скобления $P_{ск,max}$ и отжима $P_{o,max,x,x}$. Этими показателями оценивали силы резания и отжима при экспериментальном определении их при разных значениях подачи.

На рис. 2 представлены графики изменения показателей сил резания от величины посылки для указанных выше условий распиловки, на рис. 3 — графики изменения показателей сил отжима. Кривые проведены через точки, соответствующие средним значениям отдельных показателей сил резания и отжима. Численные значения этих показателей и их статистические величины представлены в табл. 1.

Как видно из рис. 2, при распиливании сосны с высотой пропила $h = 200$ мм с увеличением посылки отдельные значения силы резания возрастают по линейной зависимости примерно до величины $\Delta/H = 0,08$.

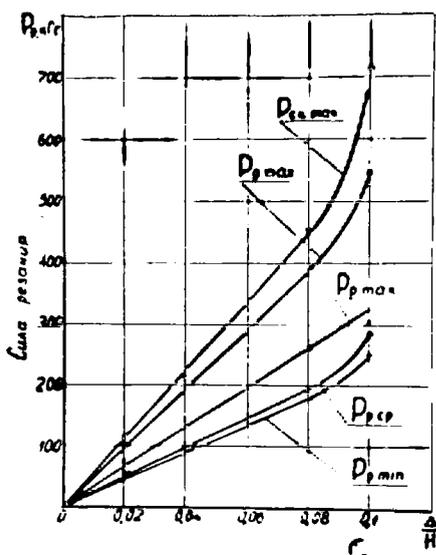


Рис. 2.

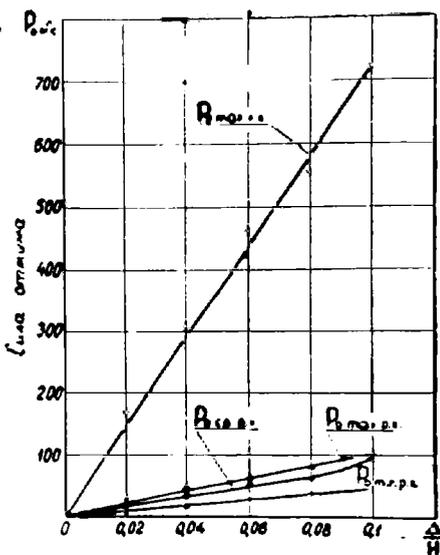


Рис. 3.

При $\Delta/H > 0,08$ для большинства показателей линейная зависимость нарушается и значения $P_{р.ср}$, $P_{р.макс}$ и $P_{ск.макс}$ интенсивно повышаются; несколько медленнее возрастает величина $P_{р.мин}$. Максимальные значения силы резания $P'_{р.макс}$ в начале рабочего хода пилы при $\Delta/H > 0,08$ изменяются линейно.

Нарушение прямо пропорциональной зависимости для большинства показателей силы резания при $\Delta/H > 0,08$ можно объяснить тем, что в этих условиях при распиливании сосны (с высотой пропила $h = 200$ мм рамной пилой с шагом зубьев $t = 26$ мм) впадины зубьев переполняются опилками и резко увеличиваются показатели силы резания, то есть эти условия распиловки находятся за пределами работоспособности впадин зубьев пилы. Линейная зависимость для величин $P'_{р.макс}$ с возрастанием Δ/H на всем диапазоне исследованных посылок объясняется тем, что в начале врезания зубьев пилы в древесину (в начале рабочего хода) образующиеся опилки поступают в еще не заполненные впадины зубьев. Этим же обстоятельством можно объяснить незначительное отклонение от прямо пропорциональной зависимости показателя $P_{р.мин}$ при $\Delta/H > 0,08$.

Показатели силы отжима также линейно зависят от посылки до значения $\Delta/H = 0,08$ (рис. 3). Для величин $P_{отж.макс.р.л}$, $P_{отж.мин.р.л}$ и $P_{отж.макс.х.х}$ сохраняется примерно линейная зависимость при $\Delta/H > 0,08$. Для показателя $P_{отж.ср.р.л}$ при этих условиях наблюдается некоторое отклонение от прямо пропорциональной зависимости в сторону более интенсивного возрастания.

Проведенные исследования позволили установить линейное возрастание сил резания и отжима с увеличением подачи в пределах работоспособности впадин зубьев. Пользуясь этим обстоятельством и принимая во внимание прямо пропорциональное изменение сил резания и отжима с возрастанием высоты пропила, мы установили уравнения связи между данными величинами (табл. 2; Δ выражается в мм на 1 оборот коленчатого вала, h в мм и H в мм).

Таблица 1

Отношение посылки к ходу пилы $\Delta_{\text{п}}$	Статистические величины					
	среднее ариф- метическое $M, \text{ кг}$	среднее квад- ратическое отклонение $\pm \sigma$	вариационный коэффициент $v, \%$	средняя ошибка $\pm m$	показатель точности $P,$ $\%$	количество обработанных циклов

Среднее значение силы резания за рабочий ход пилы $P_{\text{р. ср}}$

0,02	57,00	4,20	7,36	0,75	1,32	31
0,04	103,55	6,02	5,81	1,42	1,37	18
0,06	146,55	7,39	5,04	1,52	1,04	11
0,08	193,81	6,02	3,11	2,13	1,10	8
0,1	287,99	15,63	5,43	4,71	1,63	11

Максимальное значение силы резания в начале рабочего хода пилы $P'_{\text{р. max}}$

0,02	74,68	9,14	12,24	1,64	2,20	31
0,04	140,68	8,06	5,73	1,90	1,35	18
0,06	193,21	17,37	8,99	5,24	2,71	11
0,08	264,37	18,49	6,99	6,54	2,41	8
0,1	304,76	29,76	9,76	8,97	2,94	11

Минимальное значение силы резания за рабочий ход пилы $P_{\text{р. min}}$

0,02	55,03	6,75	11,49	1,22	2,07	31
0,04	99,11	8,84	8,92	2,08	2,10	18
0,06	137,22	7,0	5,16	2,13	1,55	11
0,08	176,70	7,63	4,32	2,70	1,53	8
0,1	249,81	14,30	5,72	4,31	1,72	11

Максимальное значение силы резания в конце рабочего хода пилы $P_{\text{р. max}}$

0,02	101,31	10,87	10,73	1,95	1,92	31
0,04	193,24	31,67	16,39	7,46	3,87	18
0,06	288,34	7,70	2,67	2,32	0,8	11
0,08	386,38	19,44	4,00	6,87	1,78	8
0,1	549,6	10,63	1,92	3,18	0,58	11

Максимальное значение силы скобления за холостой ход пилы $P_{\text{ск. max}}$

0,02	113,13	10,92	9,65	1,96	1,73	31
0,04	219,48	12,93	5,89	3,28	1,49	18
0,06	318,59	22,99	7,22	6,93	2,17	11
0,08	456,89	13,84	3,03	4,89	1,07	8
0,1	720,00	20,14	2,79	6,07	0,84	11

Среднее значение силы отжима за рабочий ход пилы $P_{\text{о ср. р. х}}$

0,02	16,58	3,87	20,83	0,70	3,77	31
0,04	28,00	1,995	5,39	0,47	1,27	18
0,06	40,53	2,66	4,69	0,80	1,47	11
0,08	53,91	6,41	9,87	2,27	3,50	8
0,1	77,97	8,177	11,21	2,46	3,37	11

Максимальное значение силы отжима в начале рабочего хода пилы $P_{\text{о max р. х}}$

0,02	18,78	5,78	18,78	1,04	3,38	31
0,04	34,03	16,92	34,51	3,98	8,12	18
0,06	46,61	15,63	25,37	4,71	7,64	11
0,08	64,10	18,70	23,64	6,61	8,36	8
0,1	85,80	24,25	30,01	7,31	9,05	11

Продолжение табл. 1,

Отношение посылки к ходу пильной рамки Δ/H	Статистические величины					
	среднее арифметическое $M, кг$	среднее квадратическое отклонение $\pm\sigma$	вариационный коэффициент $v, \%$	средняя ошибка $\pm m$	показатель точности $p, \%$	количество обработанных циклов

Минимальное значение силы отжима за рабочий ход пилы $P_{0 \text{ min p x}}$

0,02	5,12	3,28	32,41	0,59	5,83	31
0,04	10,01	3,94	16,69	0,93	4,65	18
0,06	16,57	4,81	15,23	1,45	4,59	11
0,08	23,52	6,60	17,13	2,33	6,05	8
0,1	28,20	6,237	14,44	1,88	4,35	11

Максимальное значение силы отжима за холостой ход пилы $P_{0 \text{ max x x}}$

0,02	164,23	8,88	4,95	1,60	0,89	31
0,04	297,04	10,20	2,27	2,40	0,77	18
0,06	453,08	19,73	4,21	5,95	1,27	11
0,08	548,73	34,25	6,07	12,11	2,15	8
0,1	715,02	26,42	3,62	1,09	0,15	11

Таблица 2

Показатели	Обозначение	Уравнение связи
------------	-------------	-----------------

С и л а р е з а н и я

Среднее значение за рабочий ход пилы	$P'_{p \text{ ср}}$	$P_{p \text{ ср}} = 12,25 \frac{\Delta h}{H} \text{ кг}$
Максимальное значение в начале рабочего хода пилы	$P'_{p \text{ max}}$	$P'_{p \text{ max}} = 16,25 \frac{\Delta h}{H} \text{ кг}$
Минимальное значение в середине рабочего хода пилы	$P'_{p \text{ min}}$	$P_{p \text{ min}} = 11,65 \frac{\Delta h}{H} \text{ кг}$
Максимальное значение в конце рабочего хода пилы	$P_{p \text{ max}}$	$P_{p \text{ max}} = 24,6 \frac{\Delta h}{H} \text{ кг}$
Максимальное значение силы скобления за холостой ход пилы	$P_{ск \text{ max}}$	$P_{ск \text{ max}} = 27,52 \frac{\Delta h}{H} \text{ кг}$

С и л а о т ж и м а

Среднее значение за рабочий ход пилы	$P_{o \text{ ср. p. x}}$	$P_{o \text{ ср. x. x}} = 3,37 \frac{\Delta h}{H} \text{ кг}$
Максимальное значение в начале рабочего хода пилы	$P_{o \text{ max p. x}}$	$P_{o \text{ max p. x}} = 3,88 \frac{\Delta h}{H} \text{ кг}$
Минимальное значение в середине рабочего хода пилы	$P'_{o \text{ min p. x}}$	$P_{o \text{ min p. x}} = 1,38 \frac{\Delta h}{H} \text{ кг}$
Максимальное значение за холостой ход пилы	$P'_{o \text{ max x. x}}$	$P_{o \text{ max x. x}} = 35,7 \frac{\Delta h}{H} \text{ кг}$

Расчет отдельных показателей сил резания и отжима по формулам, приведенным в табл. 2, дает достаточно высокую сходимость с экспериментальными данными. Определение сил резания и отжима на всем практически возможном диапазоне посылок и установление линейного возрастания этих сил с увеличением посылки в пределах

работоспособности впадин зубьев позволяет подсчитать соотношения отдельных показателей сил резания и отжима.

Для выполнения всевозможных расчетов наибольший интерес представляет отношение средних значений силы резания к силе отжима за рабочий ход пилы. В данном случае оно составило 3,7. В более ранней нашей работе [3] оно было равно 3,5. Эти значения, определенные в разное время, достаточно хорошо согласуются. Некоторая несходимость объясняется определенным различием механических свойств распиливаемой древесины в разных сериях опытов. Поэтому можно считать, что для случая распиливания сосны незатупившейся пилой средняя сила резания в 3,5—3,7 раза больше средней силы отжима за рабочий ход пилы, то есть

$$P_{p,cp} = (3,5 \div 3,7) P_{o,cp,r,x}$$

Отношение максимальной силы отжима за холостой ход пилы к средней силе отжима за рабочий ход составляет величину, несколько большую 10. Такая резкая разница в значениях сил отжима нежелательна; по-видимому, ее можно уменьшить, если создать автоматические устройства в механизмах подачи, которые позволяют поддерживать постоянные значения силы отжима за рабочий и холостой ходы рамной пилы регулированием скорости подачи в течение одного оборота коленчатого вала. В этом случае сила отжима должна являться входным сигналом.

Оценивая стабильность принятых нами показателей сил резания и отжима, можно отметить, что они позволяют достаточно полно характеризовать динамику изменения сил в течение одного оборота коленчатого вала при рамном пиленеи древесины и что большинство из них довольно устойчивы для отдельных рабочих циклов. Исключение составляет сила отжима в начале рабочего хода пилы $P_{o,max,r,x}$. По-видимому, нестабильность ее в значительной мере обусловлена случайным расположением и ориентацией остающихся в пропилах опилок и неоднородностью деформированной при скоблении зубьями древесины дна пропила.

Очевидно, при исследовании сил резания при рамном пиленеи в качестве оценочных показателей целесообразно оставить средние значения сил резания и отжима за рабочий ход пилы, а также максимальные значения сил скобления и отжима за холостой ход пилы. Остальные показатели, в случае необходимости, можно подсчитать по формулам, приведенным в табл. 2.

В результате проведенной работы были экспериментально определены значения сил резания и отжима, действующих на одну рамную пилу с шагом зубьев $t = 26$ мм на всем практически возможном и целесообразном диапазоне подач при распиливании сосны с высотой пропила 200 мм, установили уравнения связи между силами резания и отжима, величиной подачи и высотой пропила.

Полученные нами экспериментальные данные и эмпирические зависимости можно использовать при выполнении технологических и конструкторских расчетов. Экспериментальные показатели имеют достаточно хорошую сходимость с данными, приведенными в более ранних наших статьях [2] и [3] и в работе Е. Кивимаа [7].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. М. Боровиков. Опытная установка для исследования процесса рамного пиления. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1963. [2]. Е. М. Боровиков. Влияние процесса пластического деформирования металла вершин зубьев при плоском износе и затуплении зубьев рамных пил. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1,

1965. [3]. Е. М. Боровиков. Исследование износа и затупления плюсовых зубьев при разной исходной твердости рамных пил. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1966. [4]. А. В. Моисеев. Экспериментальные осциллограммы процесса рамного пиления. ИВУЗ, «Лесинженерное дело» № 4, 1958. [5]. С. М. Хасдан и др. Силы резания двухэтажной лесопильной рамы. «Деревообрабатывающая промышленность» № 12, 1964. [6]. С. М. Хасдан и др. Экспериментальное исследование сил резания в двухэтажных лесопильных рамах серийной конструкции. Научные труды ЦНИИМОДа, 1965. [7]. E. Kivimaa. Cutting Force in Frame Sawing. «Paperi ja Puu», 1, 1959. [8]. B. Thunell. Neuere Untersuchung über die Vorschubbewegung des Blockes in Vollgatter mit stetigem Vorshub. Holz als Roh-und Werkstoff, Nr. 8, 1960, s. 314—317.

Поступила 20 января 1970 г.

УДК 674-416

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ГОФРИРОВАНИЯ ШПОНА ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕГО НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

А. Б. ИЗРАЕЛИТ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Известно, что механические свойства шпона вдоль волокон значительно выше, чем поперек. Чтобы обеспечить хотя бы частичную равнопрочность склеивания, листы шпона в фанере располагают так, чтобы волокна соседних листов были взаимно перпендикулярны. Такое расположение листов шпона приводит к некоторому усреднению его механических свойств в главных направлениях листа, но не позволяет рационально использовать анизотропию этих свойств древесины.

Прочность и жесткость склеенного листа при взаимно перпендикулярном расположении волокон шпона намного ниже, чем при одинаковой ориентации волокон, из-за конструктивного усиления слабого поперечного направления. Наиболее просто это направление можно усилить путем гофрирования. Технологический процесс создания гофров на ориентированном шпоне не вызывает каких-либо затруднений. Гофрированием шпона можно существенно повысить механические свойства изделий из него и получить при этом значительный экономический эффект.

Настоящая статья посвящена анализу возможностей гофрирования шпона с целью рационального использования его механических свойств. В ориентированном шпоне гофры могут быть практически любой формы — прямоугольными, треугольными, трапециевидными, синусоидальными и т. п. Элементы из гофрированного шпона наиболее часто работают на изгиб. По условиям прочности и жесткости при изгибе большинство материала гофрированного сечения целесообразно отнести от нейтральной оси на максимальное конструктивно допускаемое расстояние. Последнему условию в большей степени удовлетворяют прямоугольные гофры и в меньшей — треугольные и синусоидальные.

По существующей технологии прессующее усилие направлено перпендикулярно наибольшему по габаритам размеру изделия. Граним, наклоненным к этому направлению, передается лишь часть усилия, а участки, параллельные усилию, практически не будут подвергаться давлению. Поэтому гофры прямоугольного профиля не могут быть высококачественными. Трапециевидная форма гофра наиболее целесообразна по технологическим соображениям и наиболее рацио-

нальна по условиям жесткости и эксплуатации. Кроме того, гофры других видов (треугольные и синусоидальные) с известным приближением можно заменить трапецидальными. Поэтому результаты исследования трапецидального гофрирования имеют общий характер и могут быть распространены на другие виды гофров.

Формулы для определения геометрических характеристик трапецидального гофра выведены в работе П. В. Вехова [1].

Момент инерции одной складки профиля имеет вид

$$I = \frac{\delta}{12} \left[b(\delta^2 + 3h^2) + 6\delta^2 h \left(\frac{1}{\cos \varphi} - \operatorname{tg} \varphi \right) + 2h^3 \left(\frac{1}{\cos \varphi} - 3 \operatorname{tg} \varphi \right) \right].$$

Для упрощения записи введем следующие обозначения:

$$h = \alpha \delta; \quad b = \beta \delta; \quad \frac{1}{\cos \varphi} - \operatorname{tg} \varphi = a; \quad -2 \operatorname{tg} \varphi = c. \quad (1)$$

Тогда момент инерции можно представить в такой форме

$$I = \frac{\delta^4}{12} [\beta (1 + 3\alpha^2) + 6\alpha a + 2(a + c)\alpha^3]. \quad (2)$$

Момент сопротивления складки профиля и ее площадь сечения выразятся соответственно по формулам

$$W = \frac{I}{0,5(h + \delta)} = \frac{\delta^3 [\beta (1 + 3\alpha^2) + 6\alpha a + 2(a + c)\alpha^3]}{6(\alpha + 1)}, \quad (3)$$

$$F = \delta^2 (\beta + 2\alpha a). \quad (4)$$

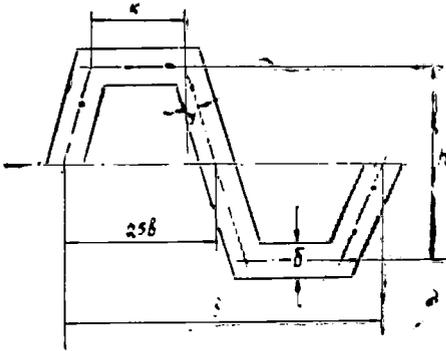


Рис. 1. Расчетная схема трапецидального гофра.

Угол наклона боковой стороны гофра к вертикали легко найти по соотношению линейных размеров сечения (рис. 1)

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{0,5b - k}{h} = \frac{0,5\beta\delta - k}{\alpha\delta},$$

откуда

$$k = \delta(0,5\beta - \alpha \operatorname{tg} \varphi) = 0,5\delta(\beta + c\alpha). \quad (5)$$

Трапецидальное сечение можно осуществить только при выполнении условия

$$k > 0 \text{ или } \beta + c\alpha > 0,$$

откуда

$$\beta > -c\alpha = 2\alpha \operatorname{tg} \varphi. \quad (6)$$

При $\beta = 2\alpha \operatorname{tg} \varphi$ трапецидальное сечение гофра вырождается в треугольное. При вертикальных боковых гранях складки ($\varphi = 0$) имеем прямоугольное гофрирование.

Геометрические характеристики, отнесенные к единичной длине гофрированного сечения, определяем делением соответствующих характеристик одной складки на ее ширину

$$I_1 = \frac{I}{b} = \frac{\delta^3 [\beta (1 + 3\alpha^2) + 6\alpha a + 2(a + c)\alpha^3]}{12\beta}; \quad (7)$$

$$W_1 = \frac{W}{b} = \frac{\delta^2 [\beta (1 + 3\alpha^2) + 6\alpha a + 2(a + c)\alpha^3]}{6\beta(\alpha + 1)}; \quad (8)$$

$$F_1 = \frac{F}{b} = \frac{\delta(3 + 2a\alpha)}{\beta}. \quad (9)$$

Выгодность гофрированного сечения по жесткости и прочности определяется соответствующими характеристиками, получаемыми из пакета-заготовки единичной ширины с площадью сечения $F_n - \delta$.

Переходным коэффициентом от геометрических характеристик одной складки к характеристикам, определяющим выгодность сечения, является отношение площади пакета-заготовки единичной ширины к площади складки

$$\eta = \frac{F_n}{F} = \frac{1}{\delta(\beta + 2a\alpha)}. \quad (10)$$

Характеристики выгодности сечения соответственно принимают вид

$$I' = \frac{\delta^3 [\beta(1 + 3\alpha^2) + 6a\alpha + 2(a + c)\alpha^3]}{12(\beta + 2a\alpha)} = \frac{\delta^3 \Phi}{12}; \quad (11)$$

$$W' = \frac{\delta^2 [\beta(1 + 3\alpha^2) + 6a\alpha + 2(a + c)\alpha^3]}{6(\beta + 2a\alpha)(\alpha + 1)} = \frac{\delta^2 \Phi_1}{6}, \quad (12)$$

где Φ и Φ_1 — безразмерные функции выгодности сечения по жесткости и прочности.

В случае гофрирования пакета из шпона длина пакета возрастает вследствие пластических деформаций, возникающих при изгибе гофров. Однако это удлинение незначительно, и в дальнейшем мы не будем его учитывать.

При рациональном проектировании гофрированное сечение должно удовлетворять каким-либо заданным конструктивным условиям. При работе изделия на изгиб обеспечение равнопрочности в главных направлениях гофрированного листа может быть принято в качестве условия рациональности

$$\frac{W'_1}{\frac{\delta^2}{6}} = \frac{\beta(1 + 3\alpha^2) + 6a\alpha + 2(a + c)\alpha^3}{\beta(\alpha + 1)} = \frac{\sigma_{в.н}}{\sigma_{в.л}} = n, \quad (13)$$

где $\frac{\delta^2}{6}$ — момент сопротивления сечения единичной ширины в наиболее прочном продольном направлении;
 $\sigma_{в.н}$ и $\sigma_{в.л}$ — временные сопротивления материала листа соответственно в продольном и поперечном направлениях.

Отношение временных сопротивлений шпона в продольном и поперечном направлениях при изгибе для применяемых в СССР пород колеблется в среднем от 35 до 100. Следовательно, условие равнопрочности достаточно жесткое, но, как показано в одной из наших работ [2], оно легко осуществляется в гофрированном сечении. Из условия равнопрочности можно определить соотношение между относительной высотой α и шириной β гофра

$$\beta = \frac{6a\alpha + 2(a + c)\alpha^3}{n(\alpha + 1) - 1 - 3\alpha^2}. \quad (14)$$

Подставляя выражение β в условие осуществимости трапецидального сечения (6), получим неравенство, ограничивающее область рациональных значений α ,

$$\frac{6a\alpha + 2(a + c)\alpha^3}{n(\alpha + 1) - 1 - 3\alpha^2} > -c\alpha,$$

откуда

$$\alpha < \frac{cn + \sqrt{c^2n^2 - 4(2a - c)[6a + (n - 1)c]}}{2(2a - c)}. \quad (15)$$

Кроме того, величины α , а следовательно, и β должны быть заданы так, чтобы геометрические характеристики сечения не принимали нереальных отрицательных значений. Для удовлетворения этого условия достаточно обеспечить положительность величины β и одной из функций выгодности сечения Φ или Φ_1 по уравнению (11) или (12), так как они всегда однозначны. Запишем условия реальности для функций Φ_1 и значения β , предварительно подставив в них выражение β по равенству (14)

$$\beta = \frac{6a\alpha - 2(a+c)\alpha^3}{n(\alpha+1) - 1 - 3\alpha^2} > 0; \quad \Phi_1 = \frac{n[3a + \alpha^2(a+c)]}{a(n+2) + a\alpha + (c-2a)\alpha^2} > 0,$$

откуда получаем систему неравенств, ограничивающих значения α ,

$$\left. \begin{aligned} n[3a + \alpha^2(a+c)] &\geq 0 \geq a(n+2) + a\alpha + (c-2a)\alpha^2 \\ 2\alpha[3a + \alpha^2(a+c)] &\leq 0 \leq n(\alpha+1) - 1 - 3\alpha^2. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Выражения (15) и (16) определяют область осуществимых значений α , удовлетворяющих наложенному на решение условию рациональности (равнопрочности). Как показывает конкретный анализ, в некоторых случаях эта область очень узка.

В качестве конструктивной характеристики гофрированного сечения можно предложить так называемый коэффициент выхода, представляющий отношение рабочей ширины получившегося сечения к ширине соответствующего исходного пакета-заготовки,

$$\xi = \frac{\beta}{\beta + 2\alpha}. \quad (17)$$

Подставляя в формулу (17) значение β из выражения (14), коэффициент выхода можно определить только через относительную высоту сечения α и тригонометрические функции угла наклона граней гофра a и c по уравнению (1)

$$\xi = \frac{(a+c)\alpha^2 + 3}{an(\alpha+1) + 2a + (c-2a)\alpha^2}. \quad (18)$$

Задавая коэффициент выхода, полностью определяем относительную высоту и ширину гофров. Этот коэффициент может служить также экономической характеристикой гофрированного сечения, так как он отражает, с одной стороны, выгодность, а, с другой, трудоемкость изготовления гофров. Коэффициент выхода всегда меньше единицы и взаимосвязан с условиями проектирования сечения.

Введенные выше зависимости отражают основные ограничения конструктивного и расчетного характера, накладываемые на размеры гофрированного сечения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. В. Вехов. Расчетные формулы для волнистых и складчатых профилей. Стройиздат. М., 1964. [2]. М. С. Мовнин, А. Б. Израелит, В. М. Ногинский. Определение оптимальных параметров профильных прессованных поддонов из шпона. Научные труды ЛТА и ИХД АН Латвийской ССР № 123, 1968.

УДК 638.0.812

К ВОПРОСУ О СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ДРЕВЕСИНЫ

В. В. ГАМОВ

(Брянский технологический институт)

Известно, что анатомическими элементами, обуславливающими механические свойства древесины, являются трахеиды и волокна либриформа. Эти клетки составляют основную массу (до 94%) древесины. Межклеточное вещество, состоящее, в основном, из лигнина, можно считать «связующим».

Рассмотрим последовательный ряд структурных моделей древесины для установления зависимости прочности «склеивания» клеток в продольном направлении от количества клеток в сечении образца (рис. 1). Количество структурных (анатомических) элементов в сечениях моделей, например, в радиальном направлении, соответствует порядковому номеру модели 1, 2, 3, ..., k . На этом рисунке e — длина контактных склеенных клеток; D — средний диаметр клеток.

Площадь поверхности контакта двух смежных клеток на длине e обозначим через f . Отношение этой площади к количеству структурных элементов, находящихся в сечениях моделей (при рассмотрении рис. 1 слева направо), выразится следующим рядом:

$$\frac{f}{1}, \frac{3f}{2}, \frac{5f}{3}, \dots, (2 - k^{-1})f. \quad (1)$$

Для $k = \infty$ это отношение равно $2f$, то есть при возрастании количества структурных элементов, находящихся в сечениях моделей, от 1 до ∞ прочность склеивания клеток на растяжение вдоль волокон увеличится в два раза. Следовательно, при $k = \infty$ на каждый структурный элемент, находящийся в сечении, должно приходиться две поверхности контакта f , а не одна, как на модели 1 рис. 1. В связи с этим расчетную структурную модель в лаконичной форме можно представить так, как показано на рис. 2.

Если буквой m обозначить количество структурных элементов, находящихся в сечениях моделей в тангенциальном направлении, а буквой A — прочность склеивания клеток при $k = m = \infty$, то прочность при растяжении вдоль волокон образца, содержащего клетки ранней или поздней древесины,

$$\sigma_{\lambda}^{\parallel} = (1 - 0,5k^{-1})(1 - 0,5m^{-1})A. \quad (2)$$

Заменив величины k и m соответственно отношениями $\frac{H_p}{D_p}$ и $\frac{H_T}{D_T}$, получим

$$\sigma_{\lambda}^{\parallel} = \left(1 - \frac{0,5D_p}{H_p}\right) \left(1 - \frac{0,5D_T}{H_T}\right) A, \quad (3)$$

где D_p и D_T — радиальный и тангенциальный диаметры клеток;

H_p и H_T — размеры образца в радиальном и тангенциальном направлениях.

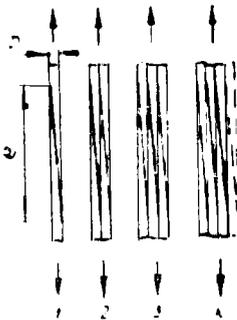


Рис. 1.

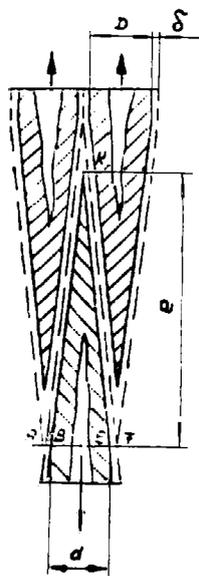


Рис. 2. Структурная модель для расчета прочности склеивания клеток древесины при растяжении в продольном направлении.

Например, при $\frac{D_p}{H_p} = \frac{D_T}{H_T} = \frac{1}{20}$ величина $\sigma_{\lambda}^{\parallel} = 0,95 A$, то есть прочность образца на 5% ниже возможной, а при $\frac{D_p}{H_p} = \frac{D_T}{H_T} = \frac{1}{40}$ величина $\sigma_{\lambda}^{\parallel} = 0,977 A$, или на 2,3% меньше возможной. Эта погрешность носит систематический характер, а не случайный, так как она обусловлена причинами, действующими вполне определенным образом; ее можно устранить или достаточно точно учесть. Если нас удовлетворяет погрешность в сторону уменьшения прочности в пределах 5%, то в минимально допустимом сечении образца должно находиться $20 \cdot 20 = 400$ клеток. Например, для поздних трахейд лиственницы при $D_p = 21,78$ мк и $D_T = 27,41$ мк минимальное сечение образца, дающее снижение прочности на 5%, $20 D_p \cdot 20 D_T = 21,78 \cdot 20 \cdot 27,41 \cdot 20 \approx 0,5$ мм \cdot 0,5 мм; при погрешности 2,3% сечение $40 D_p \cdot 40 D_T = 21,78 \cdot 40 \cdot 27,41 \cdot 40 \approx 1$ мм \cdot 1 мм.

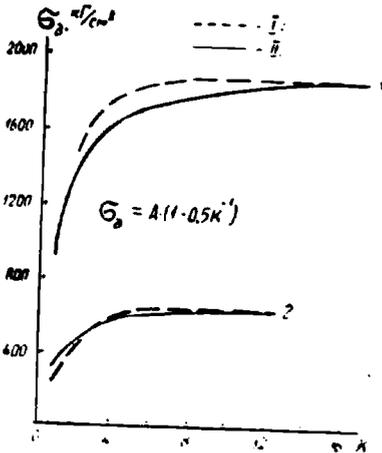


Рис. 3.

1 — для поздней зоны; 2 — для ранней зоны;
I — экспериментальные данные;
II — теоретические значения.

На рис. 3 представлена кинетика изменения прочности склеивания трахейд заболони лиственницы при статическом растяжении вдоль клеток в зависимости от их количества в радиальном направлении образца (в тангенциальном направлении размер образца постоянный — 2 мм). Скорость нагружения 1 кг/мин, влажность 8%. Характеристика реза, используемого при срезании слоев древесины: острота $\rho \approx 2$ мк; сталь 9Х5ВФ; твердость 52 H_R ; угол заострения $\beta = 14^\circ$. При резании задний угол составлял $1^\circ 20'$, а угол между направлением движения реза и режущей кромкой — 70° .

Из формулы (3) для условий эксперимента

$$1 - \frac{0,5D_T}{H_T} = 1 - \frac{0,5 \cdot 27,41}{2000} \approx 1 \text{ для поздней зоны;}$$

$$1 - \frac{0,5D_T}{H_T} = 1 - \frac{0,5 \cdot 32,04}{2000} \approx 1 \text{ для ранней зоны.}$$

Учитывая это обстоятельство, формулу (3) можно представить в таком виде:

$$\sigma_{\lambda} = \left(1 - \frac{0,5D_p}{H_p}\right) A. \quad (4)$$

Для заболони лиственницы при ширине поздней и ранней зон древесины, равной соответственно (по нашим замерам) 0,378 и 0,645 мм, количество трахейд в радиальном направлении составляло соответственно 17 шт. (378 : 21,78) и 12 шт. (645 : 52,4).

Для образца из поздней древесины толщиной 0,378 мм

$$\sigma_{\lambda}^{\parallel} = \left(1 - \frac{0,5D_p}{H_p}\right) A = \left(1 - \frac{0,5 \cdot 21,78}{378}\right) A = 0,97 A,$$

то есть уменьшение прочности от возможной равно 3%.

Для образца из ранней древесины толщиной 0,645 мм

$$\sigma_1^{\parallel} = \left(1 - \frac{0,5D_p}{H_p}\right) A = \left(1 - \frac{0,5 \cdot 52,4}{645}\right) A = 0,96A,$$

то есть снижение прочности от возможной равно 4%.

Размеры трахеид в настоящей работе даны по В. Е. Вихрову*. Для рис. 3 величину A определяли экспериментально, а σ_1^{\parallel} — экспериментально и теоретически. Анализ графика показывает, что структурные модели выбраны нами правильно. Экспериментальные кривые подтверждают теоретические данные о понижении прочности образца при уменьшении в его сечении количества клеток; последнее обстоятельство вызвано тем, что древесина, в основном, разрушалась по межклеточному веществу.

Исходя из условий равнопрочности системы, установим значение величины A для случая разрушения системы по линии $ABKEF$ (рис. 2). Ввиду того, что угол BKE весьма мал и не превышает 1—2°,

$$A = (1 - \epsilon) n (\sigma_{скп} \cdot 0,5de + \lambda \sigma_{ког} \pi d \delta), \quad (5)$$

где ϵ — содержание пор и полостей в разрывном сечении образца, выраженное в десятых долях;

n — количество клеток в 1 см² сечения образца, $n = \frac{4}{\pi(d + 2\delta)^2}$;

$\sigma_{скп}$ — прочность склеивания клеток на скалывание, кг/см²;

$\sigma_{ког}$ — прочность межклеточного вещества при растяжении, кг/см²;

λ — коэффициент, зависящий от свойств межклеточного вещества;

2δ — толщина межклеточного вещества, см;

$$\epsilon \approx \frac{1}{3} l,$$

здесь l — длина клетки;

$$d \approx 0,7D; \quad D = \frac{D_p + D_T}{2}.$$

После подстановки значения n в формулу (5) и после упрощения имеем

$$A = \frac{4d(1 - \epsilon)}{(d + 2\delta)^2} (0,167\sigma_{скп}l + \lambda\sigma_{ког}\delta). \quad (6)$$

Подставив значение A в выражение (3) и сделав соответствующие преобразования, получим в конечном виде

$$\sigma_d^{\parallel} = \left(2 - \frac{D_p}{H_p}\right) \cdot \left(2 - \frac{D_T}{H_T}\right) \cdot \frac{d(1 - \epsilon)}{(d + 2\delta)^2} \cdot (0,167\sigma_{скп}l + \lambda\sigma_{ког}\delta). \quad (7)$$

В случае разрушения системы по линии AF

$$\sigma_d^{\parallel} = \left(1 - \frac{0,5D_p}{H_p}\right) \cdot \left(1 - \frac{0,5D_T}{H_T}\right) \cdot (1 - \epsilon) n (\psi \sigma_k^{\parallel} f + \lambda \sigma_{ког} d \delta), \quad (8)$$

где σ_k^{\parallel} — удельная прочность клеток при статическом растяжении вдоль их длины, кг/см²;

ψ — коэффициент, зависящий от содержания клеток в древесине;

f_k — площадь сечения клетки в плоскости AF , $f_k = \frac{\pi d^2}{4}$.

После подстановки значения f_k и преобразований имеем

$$\sigma_d^{\parallel} = \left(2 - \frac{D_p}{H_p}\right) \cdot \left(2 - \frac{D_T}{H_T}\right) \cdot \frac{d(1 - \epsilon)}{(d + 2\delta)^2} \cdot (0,25\psi \sigma_k^{\parallel} d + \lambda \sigma_{ког} \delta). \quad (9)$$

На основании учета структурно-механических свойств древесины можно расчетным путем доказать ее анизотропию в различных на-

* В. Е. Вихров. Строение и физико-механические свойства ранней и поздней древесины сибирской лиственницы. АН СССР. Труды Института леса, т. IV, 1949.

правлениях для таких показателей, как прочность при скалывании, растяжении, сжатии, изгибе, упругость, твердость и др.

С новых позиций древесину можно рассматривать как клееную конструкцию, сильно вытянутые полые элементы которой, обладая различной прочностью и жесткостью в разных направлениях, соединены между собой по длине без стыков на «ус». Учитывая, что отношение толщины межклеточного вещества к толщине оболочек клеток составляет значительную величину, можно предположить, что влияние относительно толстого «клевого» слоя (межклеточного вещества) на прочность и стабильность системы (древесины) велико. С изменением гидротермических условий когезионная прочность «клея», его адгезионная способность и реологические константы изменяются. В связи с этим очень важно изучить отдельно реологические характеристики межклеточного вещества и собственно клеток.

Значения $\sigma_{\text{ког}}$ и $\sigma_{\text{адг}}$ межклеточного вещества, так же как и прочность самих трахейд или волокон либриформа, при увлажнении древесины (в определенных пределах) уменьшаются. Наличие молекул воды ослабляет связь в фазах и на их границе: адгезив — субстрат. На определенной стадии увлажнения межклеточное вещество ведет себя подобно столярному клею, ослабляя прочность клевого соединения при увлажнении и повышая ее при усушке. Известно, что прочность древесины при увлажнении ее до значений, близких к точке насыщения волокон, понижается. Например, предел прочности на растяжение вдоль волокон древесины лиственницы при влажности 15% составляет 1225 кг/см^2 , а при влажности 30% и более — 965 кг/см^2 .

Учет структурно-механических свойств древесины позволит глубже изучить ее природу. Исследование прочности структурных анатомических элементов, когезионной прочности и адгезионной способности межклеточного вещества, а также определение реологических констант как клеток, так и межклеточного вещества даст возможность с новых позиций рассмотреть образование напряжений и деформаций, возникающих в древесине при изменении гидротермических условий (сушка древесины) или в результате приложения внешних сил, например, при резании древесины.

Поступила 8 декабря 1969 г.

УДК 621.933.6.

О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА СОСТАВЛЯЮЩИЕ ГАРМОНИКИ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЫ

Л. П. ПОТЯРКИН

(Архангельский лесотехнический институт)

Для исследования влияния нагрузки, типа ременной передачи, вращающихся маховых и возвратно-поступательно движущихся масс на неравномерность вращения коленчатого вала все ранее полученные экспериментальные данные о неравномерности его вращения [2] подвергнуты гармоническому анализу, согласно которому графики угловой скорости $\omega = f(\varphi)$ разложены на шесть самостоятельных гармоник [1]. В итоге получены аналитические уравнения изменения угловой скорости за один оборот коленчатого вала для всех исследуемых лесопильных рам при работе вхолостую и под максимальной нагрузкой.

Так, для лесопильной рамы РД75-7 с нормальной плоскоременной передачей привода главного движения уравнение изменения угловой скорости коленчатого вала при работе вхолостую описывается следующей зависимостью:

$$\omega(\varphi)_x = 33,2016 + 0,2208 \cos \varphi - 0,1903 \sin \varphi + 0,8152 \cos 2\varphi + 0,2115 \sin 2\varphi + \\ + 0,0625 \cos 3\varphi + 0,0990 \sin 3\varphi - 0,2125 \cos 4\varphi + 0,0345 \sin 4\varphi + \\ + 0,0325 \cos 5\varphi - 0,0787 \sin 5\varphi + 0,0889 \cos 6\varphi;$$

при работе под максимальной нагрузкой

$$\omega(\varphi)_H = 32,1951 + 0,2760 \cos \varphi - 0,2025 \sin \varphi + 0,7810 \cos 2\varphi - 0,0498 \sin 2\varphi + \\ + 0,0988 \cos 3\varphi - 0,0300 \sin 3\varphi + 0,0393 \cos 4\varphi + 0,0252 \sin 4\varphi + 0,0217 \cos 5\varphi + \\ + 0,0388 \sin 5\varphi + 0,0341 \cos 6\varphi.$$

В табл. 1 приведено процентное соотношение составляющих гармоник угловой скорости коленчатого вала лесопильных рам.

Таблица 1

Лесопильные рамы	Процентное соотношение составляющих гармоник для периодов					
	$T_1=2\pi$	$T_2=\pi$	$T_3=\frac{2}{3}\pi$	$T_4=\frac{1}{2}\pi$	$T_5=\frac{2}{5}\pi$	$T_6=\frac{1}{3}\pi$
РД75-7 ЭПЗ . .	18,49	52,63	6,39	11,25	5,49	5,75
	21,65	61,27	7,75	3,16	3,48	2,69
РД75-7 комбинат № 1	19,12	63,23	10,05	3,15	2,03	2,42
	20,97	63,04	5,14	5,08	2,42	3,32
РД75-6 (H = =700 мм) . . .	12,22	68,19	7,20	7,32	1,20	3,87
	11,44	77,41	5,53	0,72	3,44	1,46
РД75-2 № 1 . .	20,43	65,34	7,57	2,18	2,87	1,69
	14,04	70,18	8,51	4,96	0,48	1,83
РД75-2 № 2 . .	24,10	58,41	5,73	5,76	3,34	2,66
	9,15	71,48	8,86	2,80	3,27	4,44
РД50-3 № 1 . .	14,58	67,65	7,04	5,44	3,13	2,16
	16,57	72,34	5,26	4,30	1,34	0,19
РД50-3 № 2 . .	22,65	56,96	12,71	2,30	3,61	1,77
	20,32	56,36	13,43	3,49	2,51	3,89
„Содержамн“ . .	27,74	58,32	8,90	3,67	0,76	0,61
	20,05	61,32	9,66	3,78	4,37	0,82

Примечание. В числителе данные для условий работы вхолостую, в знаменателе — под нагрузкой.

Рассматривая влияние условий работы лесопильной рамы и типа ременной передачи привода механизма резания на составляющие гармоники, мы видим, что для однотипных рам при более жесткой ременной передаче по сравнению с плоскоременной передачей увеличивается первая составляющая гармоника. Одновременно при работе рамы под нагрузкой для первой составляющей наблюдается наибольшее изменение по сравнению с работой вхолостую для плоскоременной передачи. Отсюда первая составляющая гармоника является характеристикой ременной передачи привода главного движения лесопильной рамы, вторая характеризует нагрузку двигателя механизма резания. Тип ременной передачи и нагрузка совместно влияют на пятую и шестую составляющие гармоники.

Резкое колебание величин составляющих гармоник для рамы РД75-6 с ходом пильной рамки 700 мм по сравнению с аналогичными

рамами с ходом 600 мм объясняется несоответствием масс кривошипно-шатунного механизма динамике привода механизма резания для лесопильной рамы с увеличенным ходом. Расхождение в величине составляющих гармоник для рам РД75-7 и «Содерхамн» объясняется наличием контрпривода у последней.

На рис. 1 приведен характерный график изменения угловой скорости коленчатого вала рамы РД75-7 и первые четыре составляющие гармоники, которые играют наиболее существенную роль из полученных шести. Определяющее влияние на угловую скорость оказывает вторая составляющая гармоника; неучитываемые пятая и шестая составляют до 5%; четвертая составляющая колеблется в пределах 5—10%.

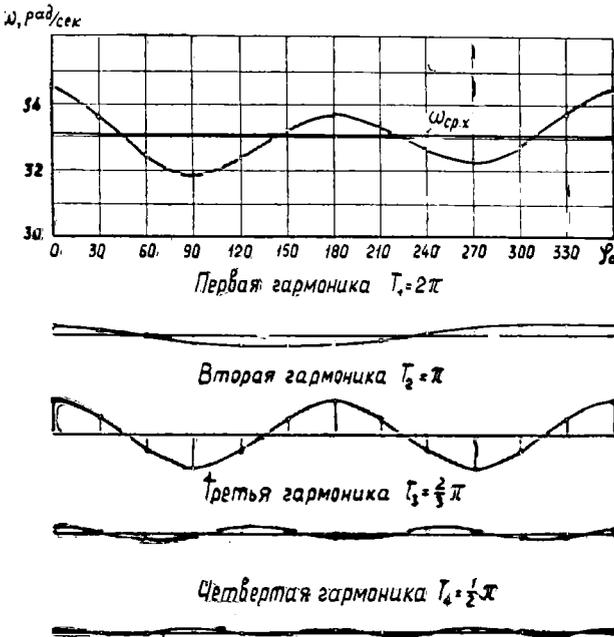


Рис. 1.

Для уточнения зависимости составляющих гармоник от дополнительных факторов определено влияние вращающихся и возвратно-поступательно движущихся масс на соответствующие гармоники. В качестве дополнительных вращающихся масс использованы противовесы с моментом инерции $\Delta I = 20,78; 22,42; 43,20; 51,78; 74,20$ кг·см·сек² и маховики с моментом инерции $\Delta I = 53,24; 76,06; 129,30$ кг·см·сек². Различные возвратно-поступательно движущиеся массы получены при применении серийной и облегченной пильной рамки с весом соответственно 346 и 182 кг.

На рис. 2,а приведено процентное соотношение составляющих гармоник угловой скорости коленчатого вала рамы РД75-7 при работе вхолостую в зависимости от дополнительных масс противовесов, на рис. 2,б — в зависимости от дополнительных масс маховиков. С увеличением маховой массы противовеса прямо пропорционально возрастает вторая составляющая гармоника и уменьшаются четвертая и шестая. С увеличением маховой массы маховиков повышается третья составляющая гармоника и снижается пятая.

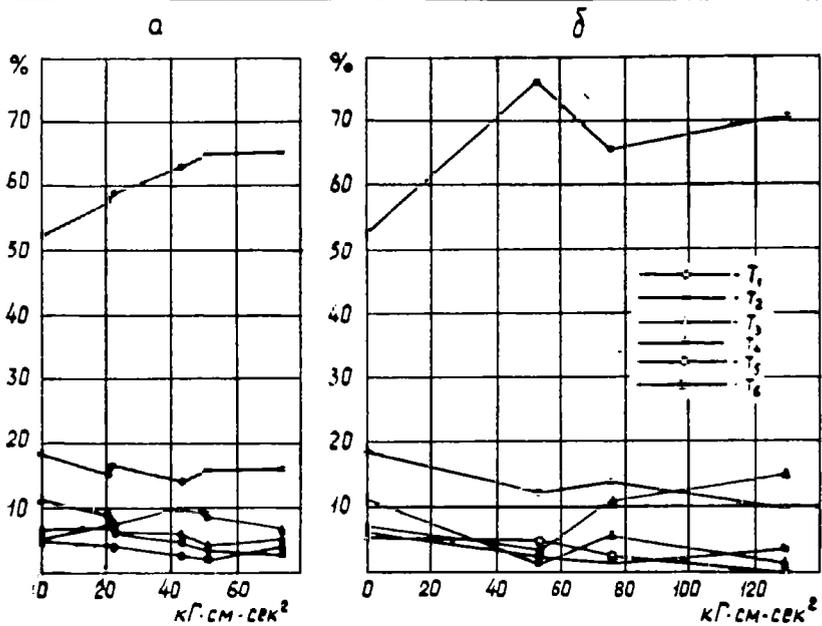


Рис. 2.

В табл. 2 приведено процентное соотношение составляющих гармоник угловой скорости коленчатого вала рамы РД75-7 при работе с облегченной пильной рамкой.

Таблица 2

Лесопильная рама	Процентное соотношение составляющих гармоник для периодов					
	$T_1=2\pi$	$T_2=\pi$	$T_3=\frac{2}{3}\pi$	$T_4=\frac{1}{2}\pi$	$T_5=\frac{2}{5}\pi$	$T_6=\frac{1}{3}\pi$
РД75-7	$\frac{15,94}{18,03}$	$\frac{70,56}{72,92}$	$\frac{0,57}{0,88}$	$\frac{4,98}{3,74}$	$\frac{5,48}{3,21}$	$\frac{2,47}{1,22}$

Примечание. В числителе данные для условий работы вхолостую, в знаменателе — под нагрузкой.

С уменьшением веса пильной рамки от 346 до 182 кг возрастает вторая составляющая гармоника и значительно снижаются третья и четвертая. Отсюда третья и четвертая составляющие являются показателями динамики механизма резания, зависящей от вращающихся и возвратно-поступательно движущихся масс кривошипно-шатунного механизма.

Гармонический анализ уравнения движения коленчатого вала лесопильной рамы подтверждает высокую точность полученных результатов угловой скорости коленчатого вала. Полученные аналитические уравнения изменения угловой скорости коленчатого вала можно использовать при проектировании новых и модернизации действующих лесопильных рам и для более подробного изучения динамики механизма резания.

Таким образом, гармонический анализ кривой изменения угловой скорости коленчатого вала в функции угла поворота кривошипа пока-

зал, что из шести составляющих гармоник наиболее существенную роль играют первые четыре; при этом вторая гармоника составляет 50—75% из 95% первых четырех. На первую гармонику наиболее сильно влияет тип ременной передачи привода главного движения, на вторую — нагрузка двигателя механизма резания, на третью — возвратно-поступательно движущиеся массы механизма резания, на четвертую гармонику — вращающиеся маховые массы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. Анго. Математика для электро- и радиоинженеров. Перевод с франц. под общей ред. К. С. Шифрина. Изд-во «Наука», М., 1967. [2]. Л. П. Потяркин. Экспериментальное исследование неравномерности вращения коленчатого вала лесопильной рамы. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1968.

Поступила 11 февраля 1970 г.

УДК 674.053

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ВЕРШИН ЗУБЬЕВ ПИЛ

К. Е. СОЛОПОВА

(Ленинградская лесотехническая академия)

Характер работы лесопильных рам наглядно иллюстрируется относительными траекториями вершин зубьев пил. Исследования теоретических относительных траекторий при различных видах подачи [3] показали преимущества непрерывно-переменной подачи по закону

$$x_r = \frac{\Delta}{2} \left(1 - \cos \frac{\omega t}{2} \right),$$

где Δ — подача древесины за 1 оборот главного вала рамы;
 ω — угловая скорость вращения главного вала рамы.

Для подтверждения теоретических выводов об отсутствии явления отбоя древесины при рассматриваемом виде непрерывно-переменной подачи [4] необходимо исследовать действительные относительные траектории вершин зубьев пил. Они были записаны нами с помощью рамного индикатора [2], схема которого представлена на рис. 1.

Рамный индикатор состоит из двух взаимосвязанных механизмов. Один из них представляет собой кривошипно-шатунный механизм 1, 2, 3, размеры звеньев которого уменьшены в 10 раз по сравнению с главным механизмом резания лесопильной рамы; другой связан с движением распиливаемого бревна.

Кривошип индикатора получает движение от главного вала рамы и вращается с той же угловой скоростью, что и вал. Движение пильной рамки строго согласовано с движением режущего инструмента. Если пильная рамка находится в крайних положениях, то и штанга 3 занимает соответственно крайнее верхнее или нижнее положения. На штанге укреплен подпружиненный пилющий стержень 4, закон движения которого соответствует перемещению режущего инструмента. Движение разделяемой древесины связано с движением бумаги, на которую записываются относительные траектории вершин зубьев пил. Планка 6 с прикрепленной на ней бумагой жестко связана с кареткой 5, которая перемещается по круглым неподвижным направляющим 11 на шариковых подшипниках. С другой стороны каретки крепится планка 7, имеющая вертикальный паз, в который входит палец 8 с зазором 0,03—0,05 мм. Палец связан винтовым зажимом 9 с распиливаемым брусом 10. При подаче древесины палец сообщает движение каретке. Наличие вертикального паза позволяет пальцу перемещаться в вертикальной плоскости и этим создается возможность движения каретки в неподвижных направляющих, вследствие чего на записи не сказываются вертикальные колебания бревна, возможные при распиловке древесины; это улучшает качество записи относительных траекторий вершин зубьев пил.

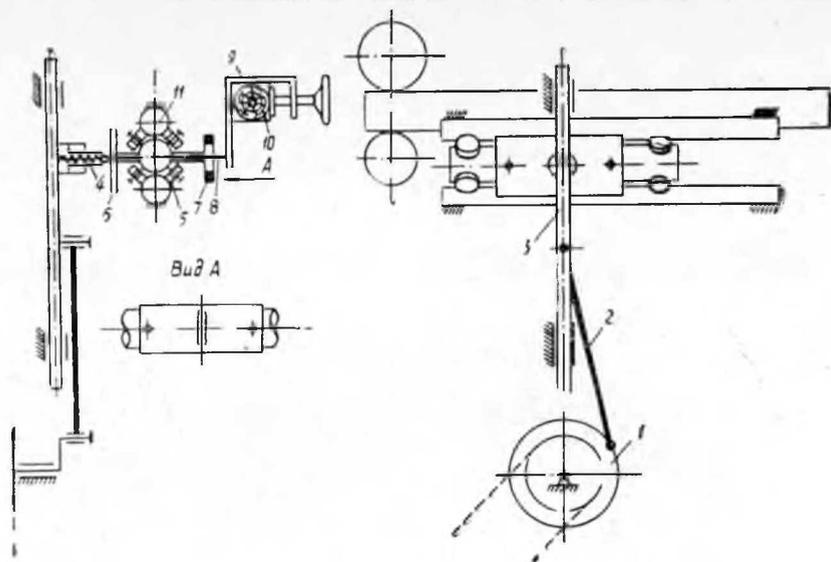


Рис. 1.

Мы производили распиловку бруса постоянного сечения, что позволило, например, исключить влияние изменения силы резания, зависящее от изменения диаметра бревна по его длине, а также уменьшить влияние изменения жесткости системы валцы — бревно, зависящее от состояния коры и других факторов. Все это давало возможность сблизить условия эксперимента с теоретическими для последующего сравнения действительных относительных траекторий вершин зубьев пил с теоретическими.

Относительные траектории вершин зубьев пил представляют собой зависимость перемещения режущего инструмента от движения бревна (бруса). Перемещение пильной рамки записывали в масштабе, который соответствует масштабу изготовления кривошипно-шатунного механизма индикатора. В нашем случае ход штанги 3 соответствует 50 мм при ходе пильной рамки 500 мм. Подача бревна за один оборот главного вала рамы записывается в натуральную величину. На рис. 2 представлены действительные относительные траектории вершин зубьев пил, записанные рамным индикатором, при

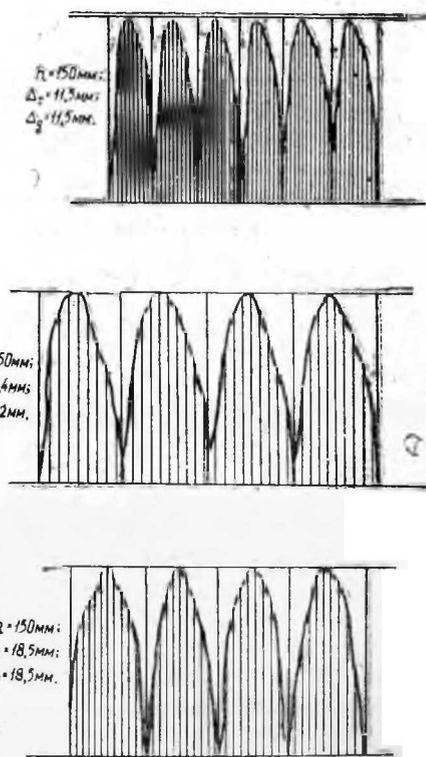


Рис. 2.

теоретических непрерывно-переменных подачах древесины $\Delta_T = 11,5; 18,5$ и $23,4$ мм.

Так как большинство современных лесопильных рам работает с непрерывно-постоянной подачей, сравним действительные относительные траектории зубьев пил при подачах непрерывно-постоянной и непрерывно-переменной по закону $x_T = \frac{\Delta}{2} \left(1 - \cos \frac{\omega t}{2} \right)$.

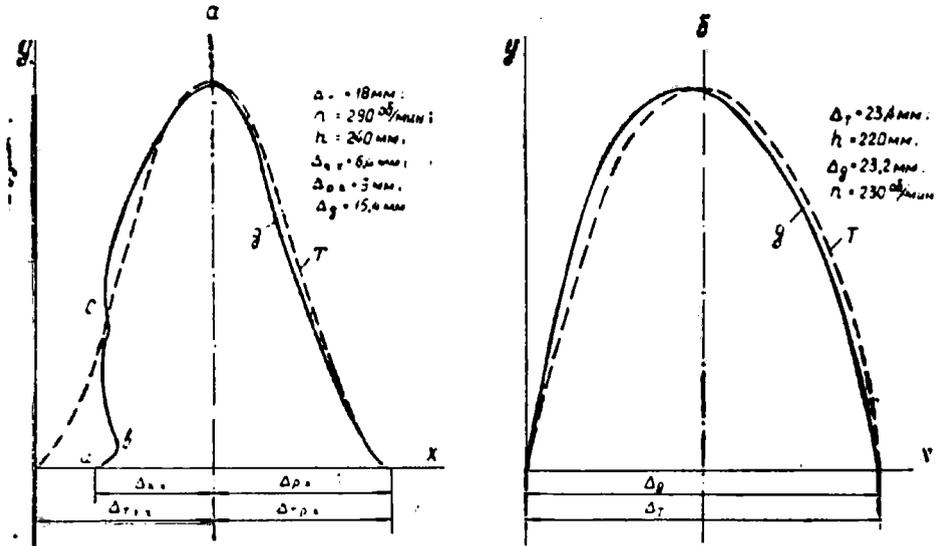


Рис. 3.

На рис. 3,а представлены теоретические (т) и действительные (д) относительные траектории вершин зубьев при непрерывно-постоянной подаче, полученные Е. Г. Ивановским [1], а на рис. 3,б — траектории, полученные нами, при непрерывно-переменной подаче по закону $x_T = \frac{\Delta}{2} \left(1 - \cos \frac{\omega t}{2} \right)$. Из сравнения действительных относительных траекторий видно, что при непрерывно-постоянной подаче в начале холостого хода пильной рамки имеет место надавливание древесины на зубья пил и отбой бревна. Это явление характеризуется участком *abc* на кривой (рис. 3; а). При непрерывно-переменной подаче по закону $x_T = \frac{\Delta}{2} \left(1 - \cos \frac{\omega t}{2} \right)$ на протяжении всего холостого хода пильной рамки действительные траектории вершин зубьев пил представляют собой выпуклые кривые (рис. 3,б), что свидетельствует об отсутствии отбоя древесины. Действительные и теоретические относительные траектории зубьев пил при непрерывно-переменной подаче близки друг к другу.

Сравнение относительных траекторий позволяет сделать вывод, что при непрерывно-переменной подаче отсутствует явление надавливания древесины на режущий инструмент и отбой бревна. Это подтверждено теоретическими и экспериментальными исследованиями относительных траекторий вершин зубьев пил.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. Г. Ивановский. К вопросу о повышении производительности и качества работы лесопильных рам. Труды ВЗЛТИ, т. 1, 1955. [2]. Ф. Н. Новоженков.

Авторское свидетельство. Кл. 42 к. 180, № 44328, 1941. [3]. К. Е. Солопова. Исследование относительных траекторий вершин зубьев пил в лесопильных рамах при различных подачах. Сборник материалов научно-технической конференции. Вып. III, 1966. [4]. В. Я. Филькевич. Некоторые виды непрерывно-переменных подач в лесопильных рамах. Изд-во ЛТА, Л., 1961.

Поступила 8 декабря 1969 г.

УДК 674.05

К ВОПРОСУ БАЗИРОВАНИЯ ЗАГОТОВОК НА ДВУХСТОРОННИХ РАМНЫХ ШИПОРЕЗНЫХ СТАНКАХ

В. И. КОРОТКОВ

(Московский лесотехнический институт)

Существует два принципиально различных способа базирования заготовок на двухсторонних рамных шипорезных и концевальных станках — неподвижный и подвижный. При неподвижном базировании заготовку устанавливают на перемещающемся органе подачи, при подвижном базируют на балках-направляющих, и она скользит непосредственно по ним. Так как при резании возникают силы и моменты сил, то достигнутое правильное положение заготовки может измениться. Поэтому нужно, чтобы соответствующие базирующие поверхности заготовки плотно и непрерывно соприкасались с установочными поверхностями станка. Эту функцию в станке выполняет прижимное (зажимное) устройство. Встречаются следующие различные принципы силового замыкания (табл. 1). При неподвижном базировании: 1) индивидуальный зажим каждой заготовки; 2) зажим бесконечным гибким элементом, перемещающимся по подпружиненным роликам или направляющим скольжения; 3) прижим бесконечным гибким элементом, имеющим привод, при этом создается дополнительное тяговое усилие (этот принцип применяется в станках при базировании по передней кромке заготовки — попутное базирование); 4) скользящий и роликовый прижим. При подвижном базировании: 5) прижим бесконечным гибким элементом, перемещающимся по подпружиненным роликам или направляющим скольжения; 6) скользящий или роликовый прижим.

Способ базирования и принцип силового замыкания выбирают путем сопоставления преимуществ и недостатков указанных возможных вариантов; при этом критериями для сравнительной оценки следует считать, в первую очередь, точность работы, надежность силового замыкания, отсутствие вибраций и порчи обрабатываемых заготовок.

В данной статье дается сравнительный анализ способов базирования по надежности силового замыкания.

Определим необходимое усилие прижима (зажима) заготовки в процессе ее обработки, исходя из случаев: 1) предотвращения смещения заготовки в направлении, нормальном к подаче; 2) предотвращения поворота заготовки вокруг одного из упоров.

Первый случай. Прикладывая к заготовке все внешние силы и заменяя при этом реакциями действие установочных элементов станка и рабочих органов прижимного (зажимного) устройства, запишем необходимое и достаточное условие.

$$F_6 + F_n + F_y > P_x, \quad (1)$$

где F_6 , F_n , F_y — силы трения соответственно установочной поверхности станка, рабочего элемента прижимного устройства и поверхности упора о заготовку;

P_x — нормальная к подаче составляющая силы резания.

Для каждого из приведенных в табл. 1 способов базирования и принципов силового замыкания силы трения выразим следующим образом:

- | | |
|--|---|
| 1. $F_n = Q_1 f_n$; | 4. $F_n = Q_1 f'_n$; |
| $F_6 = (Q_1 + G) f_6$; | $F_6 = (Q_4 + G) f_6$; |
| $F_y = T f_y = (-F_n - F_6 + P_y) f_y$. | $F_y = T f_y = (F_n - F_6 + P_y) f_y$. |
| 2. $F_n = Q_2 f_n$; | 5. $F_n = Q_5 f_n$; |
| $F_6 = (Q_2 + G) f_6$; | $F_6 = (Q_5 + G) f_6$; |
| $F_y = T f_y = (F_p - F_6 + P_y) f_y$. | $F_y = T f_y = (F_p - F_6 + P_y) f_y$. |
| 3. $F_n = Q_3 f_n$; | 6. $F_n = Q_6 f_n$; |
| $F_6 = (Q_3 + G) f_6$; | $F_6 = (Q_6 + G) f_6$; |
| $F_y = T f_y = (F_n - F_6 - P_y) f_y$. | $F_y = T f_y = (F_n + F_6 + P_y) f_y$, |

здесь f_6 и f_n — коэффициенты трения покоя установочной поверхности станка и рабочего органа прижимного устройства о заготовку;

f'_6 и f'_n — коэффициенты трения скольжения;

f_p — коэффициент трения рабочего органа прижимного устройства о собственные направляющие;

f_y — коэффициент трения заготовки об упоры;

G — вес заготовки;

T — давление на упоры (для 1-го варианта согласно условию (1) необходимо принять $T=0$);

P_y — составляющая силы резания в направлении, противоположном подаче.

Подставляя эти выражения в исходное неравенство (1), вводя коэффициент запаса $k > 1$ и решая уравнение относительно Q , получим искомые зависимости (табл. 1, графа IV).

Второй случай. Составляющие силы резания P_x и P_y стремятся повернуть заготовку вокруг упора. Смещению заготовки препятствуют силы трения в местах контакта ее с установочными элементами станка и рабочими органами прижимного устройства.

Условие равновесия при этом имеет следующий вид (рис. 1):

$$k(P_y L' + P_x B) = M_{тр}, \quad (2)$$

где $M_{тр}$ — момент трения.

Данная расчетная зависимость пригодна для всех случаев, кроме 3-го, когда базирование осуществляется по передней кромке. Здесь уравнение равновесия

$$k[P_y(L' + L) + P_x B] = M_{тр}, \quad (3)$$

где k — коэффициент запаса;

L' — плечо силы P_y ;

L — расстояние между опорами;

B — плечо силы P_x (ориентируясь на самый невыгодный случай, его принимают равным ширине заготовки).

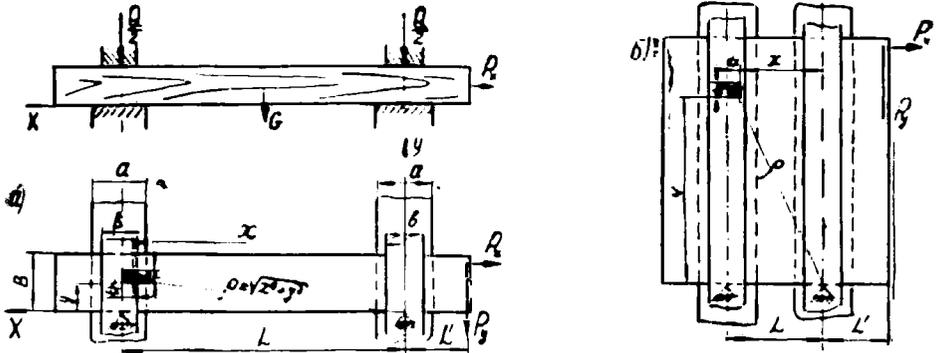


Рис. 1. К расчету усилий прижима.
 а — брусковые заготовки; б — штифтовые.

Если силы прижима приложены в центре тяжести опорных элементов и удельное давление постоянно, то момент трения можно определить по формуле

$$M_{\text{тр}} = f_1 q_1 \int_F \rho_1 dF_1 + f_2 q_2 \int_F \rho_2 dF_2 + f_3 q_3 \int_F \rho_3 dF_3 + f_4 q_4 \int_F \rho_4 dF_4, \quad (4)$$

где f_1 и f_2 — коэффициенты трения по установочной поверхности станка соответственно на правой и левой опорах (примем $f_1 = f_2 = f_6$);

f_3 и f_4 — коэффициенты трения о рабочую поверхность прижимного органа (примем $f_3 = f_4 = f_n$);

dF_1 и dF_2 — элементарные площадки опорных поверхностей установочных элементов станка;

dF_3 и dF_4 — элементарные площадки контакта рабочих органов прижимного устройства с заготовкой.

Пусть удельные давления соответственно равняются

$$q_1 = q_2 = q_6 = \frac{Q - G}{2aB}; \quad q_3 = q_4 = q_n = \frac{Q}{2bB},$$

здесь a и b — ширина соответственно установочной поверхности станка и рабочей поверхности прижима;

$$\rho_i = \sqrt{x_i^2 + y_i^2}; \quad dF_i = dx_i dy_i \quad (\text{где } i = 1, 2, 3, 4).$$

После подстановки этих величин в выражение (4) получим

$$M_{\text{тр}} = f_6 q_6 \iint_F \sqrt{x_1^2 + y_1^2} dx_1 dy_1 + f_6 q_6 \iint_{F'} \sqrt{x_2^2 + y_2^2} dx_2 dy_2 + f_n q_n \iint_{F_3} \sqrt{x_3^2 + y_3^2} dx_3 dy_3 + f_n q_n \iint_{F_4} \sqrt{x_4^2 + y_4^2} dx_4 dy_4.$$

Точное определение значения $M_{\text{тр}}$ приводит к сложному и неудобному для практического пользования выражению. Приближенное значение можно получить, если принять

$$\begin{aligned} \sqrt{x^2 + y^2} &= 0,96x + 0,4y & \text{при } x > y; \\ \sqrt{x^2 + y^2} &= 0,4x + 0,96y & \text{при } x < y. \end{aligned}$$

При $x = y$ ошибка составляет 3,6%.

Введя пределы интегрирования согласно рис. 1, а, б и произведя преобразования, получим следующие расчетные зависимости:
для брусковых заготовок при условии $L > B$

$$M_{тр} = B(f_6 q_6 a + f_n q_n b)(0,96L + 0,68B);$$

для щитовых заготовок при $L < B$

$$M_{тр} = B(f_6 q_6 a + f_n q_n b)(0,4L + 0,96B).$$

Подставляя найденные значения $M_{тр}$ в исходные уравнения равновесия (2) и (3), получим:

при базировании заготовки по задней кромке

$$k(P_y L' + P_x B) = B(f_6 q_6 a + f_n q_n b)(0,96L + 0,68B) \text{ при } L < B;$$

$$k(P_y L' + P_x B) = B(f_6 q_6 a + f_n q_n b)(0,4L + 0,96B) \text{ при } L > B;$$

при базировании заготовки по передней кромке

$$k[P_y(L' + L) + P_x B] = B(f_6 q_6 a + f_n q_n b)(0,96L + 0,68B) \text{ при } L < B;$$

$$k[P_y(L' + L) + P_x B] = B(f_6 q_6 a + f_n q_n b)(0,4L + 0,96B) \text{ при } L > B.$$

Заменяя удельные давления их значениями и учитывая, что коэффициенты трения f_6 и f_n зависят от способа базирования и принципа

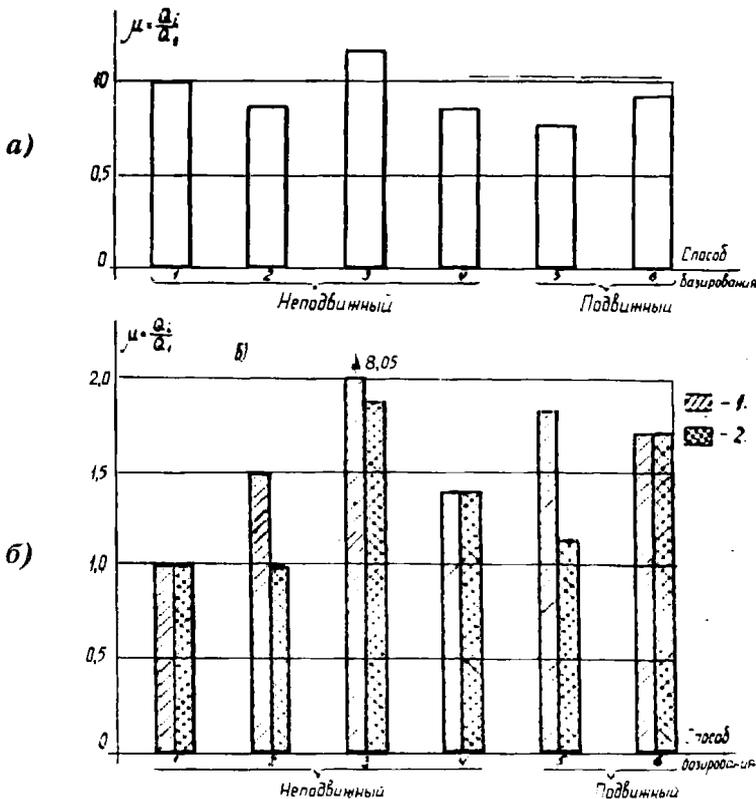


Рис. 2.

1 — брусковые заготовки; 2 — щитовые.

силового замыкания, найдем необходимую величину Q . При $L > B$ коэффициенты трения следует взять в направлении подачи, а при $L < B$ — в направлении, нормальном к подаче. В табл. 1 (графа VI) приведены формулы для Q . Принимая расчетное усилие Q для 1-го варианта за единицу, найдем коэффициент сравнения

$$\mu_i = \frac{Q_i}{Q_1}.$$

В табл. 1 (графы V и VII) показаны соответствующие выражения для μ (весом заготовки пренебрегаем). По полученным формулам были определены коэффициенты трения в направлении, нормальном к подаче, $f_6 = 0,5$; $f'_6 = 0,35$; $f_n = 0,7$; $f'_n = 0,35$; $f_y = 0,35$ и коэффициенты трения в направлении подачи $f_6 = 0,5$; $f'_6 = 0,35$; $f_n = 0,7$; $f'_n = 0,35$; $f_p = 0,3$ при следующих исходных данных: $L = 1000$ мм; $L' = 65$ мм; $B = 100$ мм, 1000 мм; $m = 1$; $k = 2$.

На рис. 2 представлены сравнительные диаграммы способов базирования по необходимому усилию прижима, исходя из условий предотвращения: *a* — смещения заготовки в направлении, нормальном к подаче; *b* — поворота заготовки вокруг упора. Из рис. 2, *a* видно, что вариант 5 предпочтительнее остальных, так как при прочих равных условиях он обеспечивает надежное силовое замыкание при меньшем усилии прижима. Диаграмма рис. 2, *b* показывает, что вариант 3 нельзя рекомендовать для базирования заготовок типа брусков, так как он требует больших усилий прижима.

Таким образом, полученные расчетные зависимости и диаграммы позволяют оценить каждый из способов базирования по необходимому усилию прижима.

Поступила 5 июля 1969 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 634.0.813.13

БАЛАНС СМОЛИСТЫХ ВЕЩЕСТВ
ПРОЦЕССА СУЛЬФАТНОЙ ВАРКИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ
И УПАРИВАНИЯ ЩЕЛОКОВ

Б. С. ФИЛИППОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Выработка талловой канифоли, талловых жирных кислот, сульфатного скипидара и ряда других лесохимических продуктов сульфатно-целлюлозного производства непрерывно возрастает. При этом отмечается не только абсолютное увеличение их выхода на основе сульфатного мыла и скипидара-сырца, но и устойчивая тенденция к повышению доли талловой продукции в общем объеме производства канифольно-скипидарных продуктов. Одним из факторов, определяющих выход сульфатного мыла, является содержание и состав смолистых веществ в поступающих на отстаивание щелоках. В связи с этим нами были поставлены опыты для изучения влияния сульфатной варки целлюлозы, упаривания черных щелоков и выделения сульфатного мыла на смолистые вещества древесины.

В экспериментах для определения смолистости сырья мы использовали аналитический метод, заключающийся в экстракции навески древесины серным эфиром. Содержание смолистых веществ в черных щелоках и сульфатном мыле находили по методикам, где в качестве растворителя смолистых также принят серный эфир [2]. Использование одного и того же растворителя дало возможность исключить его влияние на результаты анализов. Однако методу определения смолистости черных щелоков присуща некоторая ошибка, так как продукты деструкции лигнина частично растворяются в серном эфире. Чтобы оценить ошибку, определяли количество лигниноподобных компонентов в выделенных смолистых веществах путем растворения их в серном эфире. Такая обработка, проводимая два-три раза в сочетании с растворением смолистых веществ в 75%-ном растворе ацетона в воде, по данным Н. Ф. Комшилова, позволяет освободить смолистые от «лигнина» и элементарной серы. Для опытов использовали слабые и упаренные черные щелока ЦБК и лабораторных варок.

В табл. 1 представлены полученные нами данные, из которых видно, что при первом растворении смолистых веществ количество лигниноподобных продуктов примерно одинаково для слабых черных щелоков (0,35 г/л щелока) и для упаренных (0,34 г/л щелока). При втором растворении смолистых веществ количество нерастворимого остатка составило 0,1—0,2 г/л щелока и при третьем — 0,05—0,1 г/л черного щелока.

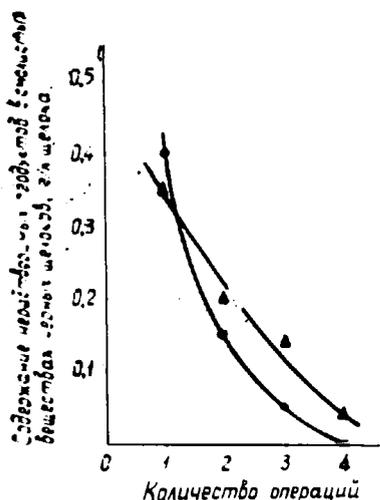


Рис. 1. Динамика выделения нерастворимых продуктов из смолистых веществ черных щелоков.

Таблица 1

№ опыта	Содержание смолистых веществ в щело: е. г/л щелока	Содержание лигнина* в смолистых веществах, г/л щелока	Количество лигнина*, %	
			от содержания смолистых щелока	от содержания сухих веществ щелока
Слабый черный щелок				
1	7,75	0,41	5,3	0,35
2	6,68	0,29	4,3	0,25
3	9,95	0,30	3,0	0,42
4	9,23	0,27	2,9	0,38
5	7,65	0,56	7,3	0,48
6	5,73	0,38	6,5	0,33
7	9,41	0,25	2,7	0,34
8	10,19	0,26	2,5	0,34
9	16,92	0,40	2,4	0,36
Упаренный черный щелок				
1	7,36	0,28	3,8	0,09
2	13,57	0,32	2,3	0,10
3	9,51	0,67	6,6	0,21
4	7,49	0,27	3,5	0,07
5	8,78	0,25	2,8	0,10
6	9,17	0,31	3,3	0,10
7	8,20	0,23	2,7	0,06
8	11,27	0,39	3,3	0,12
9	8,05	0,31	3,7	0,10
10	15,40	0,35	2,3	0,12

Вид типичных кривых, характеризующих выделение лигниноподобных продуктов в зависимости от числа обработок смолистых веществ, приводится на рис. 1. Уже при второй обработке количество нерастворимых продуктов становится сопоставимым с величиной ошибки, которая получается при этом методе определения содержания смолистых в черных щелоках [2]. Поэтому второе растворение смолистых нецелесообразно и его не проводили при анализах щелоков.

Выделенные лигниноподобные продукты растворялись в этаноле. Для их характеристики определено содержание метоксильных групп по методу Фибока и Шваппаха, получены хроматограммы гельфильтрации через сефадекс G-50 и предпринята попытка определить средний молекулярный вес методом неустановившегося равновесия Арчибальда в модификации Эренберга [3], [5]. На основании полученных данных следует считать, что выделенные нерастворимые продукты соответствуют фракции щелочного сульфатного лигнина, растворимой в этаноле [1], [4]. Образцы имели идентичные характеристики молекулярно-вещного распределения, молекулярный вес не выше 1000—1500 и содержание метоксильных групп 10,2—13,2%, причем для слабых черных щелоков в среднем 11,2% и для упаренных — 12,3%.

Для составления материального баланса смолистых веществ процесса сульфатной варки целлюлозы мы использовали данные лабораторных и производственных опытов, сырьем для которых служили древесина сосны, смесей хвойных пород и отходы лесопиления. Определяли содержание смолистых веществ в слабых черных щелоках, сульфатной целлюлозе и непроваре. Суммарное количество смолистых в этих продуктах варки сравнивали с их количеством в сырье.

В табл. 2 представлены данные, характеризующие общий баланс смолистых веществ для процесса варки, из которых видно, что в черном щелоке содержится 94—108% смолистых от количества в сырье; при установленной ошибке +2,5% для рассмотренных серий опытов

Таблица 2

№ опыта	Характеристика сырья	Количество смолистых веществ, % от содержания	
		в черном щелоке	в сульфатной целлюлозе и непроваре
1		99,1	3,2
2	Сосна и стволый осмол	99,1	2,4
3		105,9	1,4
4		100,7	2,1
5		97,1	2,0
6			96,5
7	Древесина сосны после экстракции в производственных условиях	94,4	1,6
8		101,4	1,8
9		97,4	1,2
10		98,9	0,7
11			97,9
12	Смешанная хвойная древесина	97,0	1,3
13		98,3	1,4
14		96,2	2,2
15		96,2	1,2
16			104,3
17	Хвойная древесина (заводские опыты)	107,9	2,0
18		98,6	2,0
19		107,9	2,1
20		102,6	1,9
21		104,5	2,0
22	Отходы лесопиления	96,6	1,8
23		99,0	2,4
24		101,2	1,7
25		98,0	2,6

средняя величина составляет 98—103%. В сульфатной целлюлозе содержится 1—3% смолистых веществ от количества в сырье. Всего в черных щелоках и целлюлозных продуктах найдено 96—110% смолистых от содержания в древесине при средней величине 100—105%. Общий материальный баланс смолистых веществ для процесса сульфатной варки целлюлозы, составленный по результатам достаточно большого числа параллельных определений, сходится вполне удовлетворительно, хотя в каждой серии для отдельных опытов отклонения от средней величины могут быть до +6%.

Выделение сульфатного мыла производили методом отстаивания черных щелоков, упаренных под вакуумом до относительной плотности 1,175—1,190 г/см³. При этой плотности коэффициент извлечения сульфатного мыла близок к максимальной величине и при дальнейшем увеличении плотности практически не возрастает. Продолжительность отстаивания черных щелоков была принята равной 15 час, что также вполне достаточно для выделения сульфатного мыла. Сравнивали количество смолистых веществ в сульфатном мыле и упаренном черном щелоке после выделения мыла с количеством смолистых в слабом черном щелоке.

В табл 3 приведены данные, характеризующие баланс смолистых веществ для процессов упаривания черного щелока и выделения сульфатного мыла, из которых следует, что в сульфатном мыле и упаренном черном щелоке после отстаивания содержится в среднем 97—109% смолистых веществ от количества в слабом черном щелоке; при найденной ошибке результата $\pm 3,5\%$ для рассмотренных серий опытов:

Таблица 3

№ опыта	Характеристика сырья	Количество смолистых веществ, % от содержания	
		в щелоке после выделения мыла	в сульфатном мыле
1	Сосна и стволочный осмол	54,3	54,1
2		45,8	55,6
3		69,9	21,6
4		43,3	51,6
5		51,7	54,7
6	Смешанная хвойная древесина	48,1	47,2
7		47,8	55,4
8		36,8	59,3
9		42,5	57,0
10		51,3	40,1
11	Хвойная древесина (заводские опыты)	54,4	51,7
12		57,1	59,5
13		52,4	50,1
14		53,4	56,3
15	Отходы лесопиления	46,6	53,5
16		44,1	49,5
17		43,1	55,6
18		48,7	47,7

получается средняя величина 98—105%. Отсюда можно заключить, что общий материальный баланс смолистых веществ для процессов упаривания черных щелоков и выделения сульфатного мыла сходится достаточно удовлетворительно. Однако для отдельных опытов в каждой серии экспериментов отклонения могут составлять $\pm 8\%$ от среднего значения.

Экспериментальные данные, представленные в табл. 2 и 3, дают возможность сравнить количество смолистых веществ в сырье с их количеством в сульфатном мыле и в упаренном черном щелоке после отстаивания. Расчеты показывают, что содержание смолистых веществ в сульфатном мыле и упаренном черном щелоке после отстаивания составляет в среднем 97—106% от количества в исходном сырье.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства. Гослесбумиздат, М., 1962. [2]. В. И. Вершук, Н. А. Гурич. Методы анализа сырья и продуктов канифольно-скипидарного производства. Гослесбумиздат, М.—Л., 1960. [3]. Губен-Вейль. Методы органической химии. Т. 3. Методы анализа, Госхимиздат, М., 1963. [4]. В. М. Никитин. Химия древесины и целлюлозы. Гослесбумиздат, М.—Л., 1951. [5]. С. Р. Рафиков и др. Методы определения молекулярных весов и полидисперсности высокомолекулярных соединений. Изд-во АН СССР, М., 1963.

Поступила 27 января 1970 г.

УДК 541.6

ИЗУЧЕНИЕ ИНИЦИИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЛИМЕРНОЙ ПЕРЕКИСИ АЛЛООЦИМЕНА

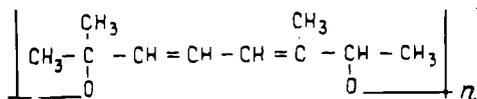
И. П. МАШЬЯНОВ, Г. Л. ДРАНИШНИКОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Полимерная перекись аллооцимена образуется при автоокислении алифатического терпенового углеводорода — 2,6-диметилоктатриена-2, 4, 6 (аллооцимена), получаемого термической изомеризацией основного компонента живичного скипидара — α -пинена [1]. Полиперекись аллооцимена является промежуточным продуктом синтеза кислородсодержащих производных терпеновых углеводородов, нашедших практическое применение [5], [15].

Исключительная легкость автоокисления аллооцимена впервые отмечена Б. А. Арбузовым [2] и подробно изучена рядом авторов [4], [10], [11], [14], [16]. Исследованиями установлено, что аллооцимен при автоокислении поглощает 1 моль кислорода и превращается в упругий гелеобразный продукт — полимерную перекись состава $(C_{10}H_{16}O_2)_n$, которая с иодистым калием дает характерную реакцию на перекиси и с тетраацетатом свинца — отрицательную реакцию на гидроперекиси. Эти данные позволили Г. Л. Дранишникову [4] предположить, что полиперекись имеет строение типа диалкильных перекисей.

Изучая строение продуктов разложения, Нав и Дезальбр [14] предложили формулу полимерной перекиси аллооцимена



Разложение полиперекиси происходит самопроизвольно при хранении и значительно быстрее при нагревании выше 65°C с образованием диэпоксидного производного [4], строение которого установлено Навом [15]; Б. А. Арбузовым [3] и Доулем [13].

Распад перекисей, в том числе и полимерных, протекает по радикальному механизму с разрывом $-\text{O}-\text{O}-$ связей и образованием свободных радикалов, способных инициировать реакцию полимеризации винильных мономеров (стирол, метилметакрилат и другие). В связи с этим представляло интерес выяснить иницирующую способность полимерной перекиси аллооцимена в реакции радикальной полимеризации.

С этой целью нами изучена полимеризация метилметакрилата под действием этой полиперекиси при комнатной температуре и температуре быстрого распада перекиси (70°C).

Полимерную перекись приготавливали по методике, описанной Г. Л. Дранишниковым [4]. Полиперекись аллооцимена плохо растворяется при комнатной температуре в органических растворителях. Так, при растворении в ацетоне, серном и петролейном эфирах, диоксане, бензоле, а также в мономере — метилметакрилате часть перекиси (8—10% от взятой полиперекиси) остается в виде образований, напоминающих игольчатые кристаллы. Следовательно, полимерная перекись не является однородным

веществом, а представляет собой смесь, по крайней мере, двух форм — легко растворимой и не растворимой в обычных условиях.

Полимеризацию метилметакрилата в присутствии полиперекиси аллооцимена проводили блочным способом — в пробирках. Для исследования зависимости хода процесса полимеризации и качества получаемого продукта от количества взятого полипероксида последний в опытах брали в количестве 3—20% к весу мономера. Отдельно изучали полимеризацию под действием следующих частей полимерной перекиси: не фракционированной по растворимости, растворимой и не растворимой в метилметакрилате.

Опыты по полимеризации проводили при комнатной температуре 18°C и при 70°C. За ходом процесса наблюдали путем измерения показателя преломления раствора на рефрактометре типа РДУ и измерения вязкости 1%-ного бензольного раствора продукта вискозиметром Оствальда через определенные промежутки времени.

Результаты опытов приведены в виде графиков на рис. 1 и 2.

При введении 3—10% полипероксида аллооцимена от веса метилметакрилата твердый полимер образовывался сначала на дне пробирки, а затем в течение 7—9 суток при комнатной температуре поли-

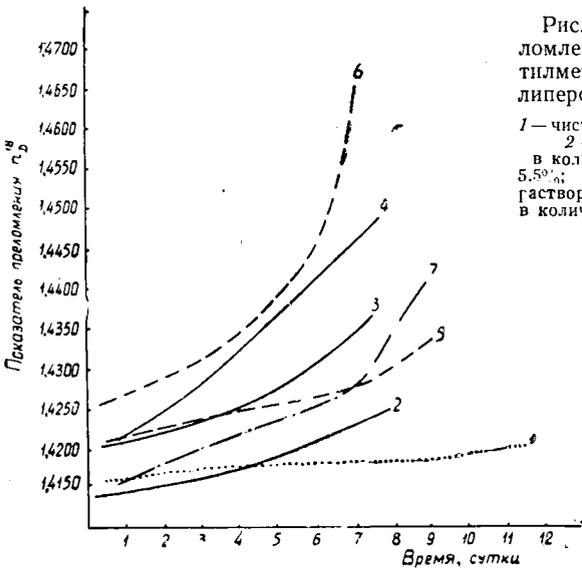
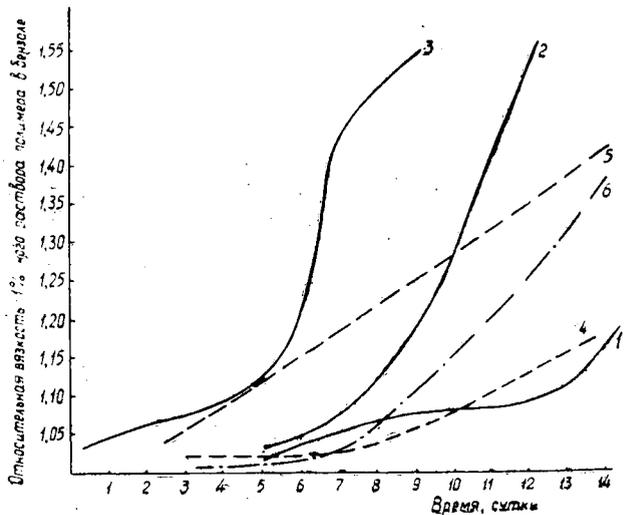


Рис. 1. Изменение показателя преломления при полимеризации метилметакрилата под действием полипероксида аллооцимена.

- 1 — чистый метилметакрилат (без инициатора)
- 2 — с полипероксидом аллооцимена в количестве 3%
- 3 — то же в количестве 5,5%
- 4 — то же в количестве 10,5%
- 5 — с растворимым полипероксидом 4,1%
- 6 — то же в количестве 8,2%
- 7 — с нерастворимым полипероксидом 10%

Рис. 2. Зависимость относительной вязкости 1%-ного раствора полимера в бензоле от продолжительности полимеризации метилметакрилата и количества полимерной перекиси аллооцимена.

- 1 — с полипероксидом аллооцимена 3% от веса мономера;
- 2 — то же в количестве 5%;
- 3 — то же в количестве 10,5%;
- 4 — с растворимым полипероксидом 4,1%;
- 5 — то же в количестве 8,2% от веса мономера;
- 6 — с нерастворимым полипероксидом 10%.



меризация распространялась на всю массу раствора. Были получены образцы твердого, слегка мутного полимера. При добавлении 15—20% полиперекиси твердый продукт не образуется: лишь постепенно нарастает вязкость раствора и даже через несколько месяцев продукт остался сильно вязким с желтоватой окраской. Чистый метилметакрилат без добавки полиперекиси, а также с перекисью бензоила в этих условиях не полимеризуется.

При 70°C полимеризация завершается через 4—6 час (вместо 7—9 суток при комнатной температуре) с образованием твердого прозрачного бесцветного полимера. Однако при введении более 10% полиперекиси от веса мономера образуется не твердый, а каучукоподобный полимер.

Процесс полимеризации метилметакрилата с добавкой как растворимой, так и нерастворимой частей полиперекиси протекает аналогично. Правда, в первом случае полимеризация идет равномернее и с несколько большей скоростью.

При распаде полимерной перекиси аллооцимена следует ожидать образования ненасыщенных моно- и бирадикалов, которые, инициируя реакцию полимеризации, могут находиться по концам и в середине цепей макромолекул. Эти же радикалы могут обрывать растущие полимерные цепи. Для выяснения характера химической связи продуктов разложения полиперекиси с макромолекулами была определена степень ненасыщенности полимера по иодному числу методом Гануса [6] и местонахождение двойных связей в макромолекулах озонированием 5%-ного раствора переосажденного из бензола полимера в ледяной уксусной кислоте [9] с последующим разложением озонидов.

Для полимеров, полученных полимеризацией метилметакрилата в присутствии 3; 5,5 и 21% исходного полипероксида аллооцимена, иодные числа оказались равными соответственно 7,8; 13,3 и 89,7; в присутствии 8,2% растворимого в мономере полипероксида — 30,5; в присутствии 10% нерастворимой полиперекиси — 6. После переосаждения полимера из бензольного раствора этиловым спиртом для всех твердых образцов полимера иодное число снизилось до 4—6, в то время как для промышленных образцов блочного полиметилметакрилата иодное число, определенное в этих же условиях, не превышает 1,2. Из этих данных можно предположить, что при распаде растворимой части полиперекиси, в основном, образуются монардикалы, которые и дают начало роста полимерных цепей, так как бирадикалы не являются эффективными инициаторами полимеризации [8], [12].

В результате озонирования и последующего разложения озонидов должно происходить расщепление полимерных цепей по двойным связям, которое привело бы к снижению молекулярного веса полимера, характеризующегося относительной вязкостью раствора. Если инициирование реакции полимеризации идет за счет монардикалов и при этом двойные связи находятся на концах макромолекул, то относительная вязкость раствора полимера должна бы уменьшиться незначительно; если же двойные связи находятся в середине полимерных цепей (в случае инициирования бирадикалами), то относительная вязкость после озонирования должна бы снизиться почти в два раза. Неожиданно для себя после озонирования мы наблюдали значительное увеличение относительной вязкости 1%-ного бензольного раствора полимера (от 15 до 50%). Такое аномальное явление можно объяснить наличием побочных реакций, протекающих при озонировании [7].

По результатам исследований можно сделать следующий вывод: как растворимая часть полиперекиси, так и нерастворимая способны инициировать реакцию полимеризации метилметакрилата даже при комнатной температуре в отличие от обычно применяемых инициаторов (перекись бензоила, азодизобутиронитрил), инициирующих радикальную полимеризацию лишь при температуре 70—90°C.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. А. Арбузов. ЖОХ, 3, 28, 1933. [2]. Б. А. Арбузов. Исследования в области изомерных превращений бициклических терпеновых углеводородов и их окисей. Казань, 1936. [3]. Б. А. Арбузов, А. Р. Вильчинская, Ю. Ю. Самитов, Л. К. Юлдашева. ДАН СССР, 164, № 5, 1965, 1041—1043. [4]. Г. Л. Дранишников. Известия АН СССР, ОХН, № 3, 1953, 470—478. [5]. В. Н. Красева, В. Г. Черкаев, Ф. М. Райцес. В сб. «Каталитические реакции в жидкой фазе». Труды II Всесоюзной конференции, «Наука», Алма-Ата, 1967, стр. 593. [6]. И. П. Лосев, О. Л. Федотова. Практикум по химии высокополимерных соединений. Госхимиздат, 1962, стр. 82. [7]. Р. Муррей, П. Стори. В сб. «Химические реакции полимеров». «Мир», т. II, 1967, стр. 121—152. [8]. Н. Н. Семенов. В сб. «Проблемы окисления углеводородов». Изд-во АН СССР, 1954, стр. 13—39. [9]. Синтезы органических препаратов. Сборник 4, ИЛ, 1953, стр. 382—395. [10]. L. Desalbres. Bull. Soc. chim. France. № 12, 1950, 1245. [11]. L. Desalbres, B. Lehonarde, J. Rache. Bull. Soc. chim. France, № 5, 1956, 761—764. [12]. O'Donnell. Proc. Roy. Austral. Chem. Inst. 33, № 7, 1966, 182—184. [13]. W. C. Doule, J. N. Rockwell, E. E. Royals, J. H. Stump. J. Organ. Chem. 29, 1964, 3735—3737. [14]. Y. R. Naves, L. Desalbres, P. Ardizio. Bull. Soc. chim. France, № 11—12, 1956, 1768. [15]. Y. R. Naves, P. Ardizio. Helv. chim. acta. 49, 1966, 617. [16]. J. H. Stump, O. G. Wilson. Патент США 3038906. 12.06.62. С. А. 1962, № 10, 125,16 f.

Поступила 22 декабря 1969 г.

УДК 634.0.813

ХАРАКТЕРИСТИКА НЕЙТРАЛЬНЫХ МАСЕЛ, ПОЛУЧАЕМЫХ ПРИ СКОРОСТНОМ ПИРОЛИЗЕ КОРЫ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ

Г. В. ТИХОМИРОВА, Н. М. ДОРЗЕТ, Э. Д. ЛЕВИН

(Сибирский технологический институт)

Один из продуктов пиролиза коры — нейтральные масла, содержание которых в смоле может достигать 50%.

До настоящего времени изучали, в основном, нейтральные масла, выделенные из отстойной газогенераторной смолы и ее пиролизатов. Было установлено, что в состав этих масел входят кетоны, спирты, эфиры, терпены, циклопентеноны и около 50% углеводородов ароматического и гидроароматического рядов [4], [5], [7], [8], [12], [13].

В данной работе исследовано влияние температуры на свойства нейтральных масел, получаемых при пиролизе коры лиственницы сибирской.

Пиролиз коры проводили во взвешенном состоянии на крупнолабораторной установке при температурах 400, 500, 600 и 700°C [9]. Смолу отфильтровывали от увлекаемых твердых частиц и на специальной установке разделяли на пек и смоляные масла [10]. Из этих масел кислотнo-щелочным способом выделяли нейтральные вещества, определяли также их содержание в смоле. Результаты экспериментов представлены в табл. 1.

Достоверность различия средних величин определяли по значению критерия t в распределении Стьюдента. Для этого вначале оце-

Таблица 1

Температура пиролиза, °С	Выход смолы, % _о на абс. сухую кору	Выход фенолов, % _о на абс. сухую кору	Критерий t		Выход нейтральных масел, % _о на абс. сухую кору	Критерий t		Выход пека, % _о на абс. сухую кору	Критерий t	
			экспериментальный	табличный		экспериментальный	табличный		экспериментальный	табличный
400	10,2	4,66	1,46	2,776	2,15	-3,04	2,776	2,05	-2,8	2,776
500	10,5	3,89	2,28	2,776	2,93	1,25	2,776	3,17	0,56	2,776
600	6,5	1,08	12,65	4,303	2,59	3,83	3,182	2,96	11,4	2,776
700	1,94	0,098*			0,84			0,915		

* Определено Н. А. Чупровой.

нивали равенство дисперсий двух сравниваемых величин, что позволяло обоснованно подсчитать число степеней свободы и критерий [1].

Из данных табл. 1 видно, что при увеличении температуры пиролиза резко уменьшается выход фенолов. Ранее было показано [14], что при 500—700°C протекает восстановительная деструкция фенолов, в результате которой упрощается их состав и строение и образуются углеводороды. Это подтверждают также результаты определений выходов нейтральных масел и пека, изменение которых характеризуется тремя температурными периодами: 1) 400—500°C — содержание масел и пека увеличивается; 2) 500—600°C — выход этих продуктов относительно постоянный; 3) 600—700°C — количество их резко уменьшается.

Все эти явления можно объяснить тем, что при действии повышающейся температуры протекают вторичные реакции. В частности, выход пека в первом периоде увеличивается из-за реакций уплотнения, в которые вступает часть реакционноспособных фенолов и других соединений. С другой стороны, происходящая деструкция фенолов способствует образованию углеводородов, которые в свою очередь увеличивают выход нейтральных масел в целом. Период 500—600°C можно характеризовать как период динамического равновесия, при котором количество разложившихся нейтральных веществ и пека компенсируется из-за вновь образующихся вторичных продуктов пиролиза. При возрастании температуры от 600 до 700°C преобладают реакции разложения продуктов пиролиза, что приводит к резкому снижению их выходов.

Для выделенных масел определяли показатель преломления [3], плотность [3], содержание нафталина [2], элементарный состав [6]. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Температура пиролиза, °С	n _D ²⁰	Плотность, кг/л ²⁰	Элементарный состав, % _о			Содержание нафталина, % _о
			С	Н	О	
400	1,5209	952,9	81,12	10,86	8,02	2,4
500	1,5325	1022,00	83,69	8,91	7,40	4,9
600	1,5400	1035,00	84,27	8,33	7,25	7,25
700	1,5446	1053,00	87,06	7,41	5,53	17,25

Из данных табл. 2 вытекает следующее. Изменение общих свойств нейтральных масел характеризуется тремя периодами, о которых говорилось выше. Данные элементарного состава и величина n_D^{20} (больше 1,5) показывают, что в основе нейтральных масел лежат

ароматические структуры; при этом увеличение температуры пиролиза до 700°C ведет к накоплению ароматических веществ в маслах. Начиная с температуры 500°C, величина соотношения С/Н становится более 9.

Общие характеристики нейтральных масел хорошо коррелируются с их групповым составом. Последний определяли путем разделения масел на отдельные классы соединений методом адсорбционной хроматографии на силикагеле. Использовали силикагель марки КСК, элюентами служили бензол, ацетон, спирто-бензольная смесь. Ранее было установлено, что бензолом вымываются вещества, представляющие собой ароматические углеводороды, ацетоном — нейтральные кислородные соединения, спирто-бензольной смесью — осмолившиеся вещества [11]. Таким путем были выделены две основные группы веществ, входящих в состав нейтральных масел.

Результаты изучения содержания основных групп веществ в нейтральных маслах представлены в табл. 3. Как видно из данных табл. 3, с повышением температуры происходит существенное изменение группового состава нейтральных масел. Содержание веществ, вымываемых бензолом, увеличивается, а вымываемых ацетоном — уменьшается. Это подтверждается фактом,

что увеличение температуры пиролиза от 400 до 700°C сопровождается ростом содержания ароматических веществ в нейтральных маслах. Последнее можно объяснить восстановительной деструкцией фенолов. Это иллюстрируется изменением выхода нафталина (табл. 2). С изменением температуры пиролиза до 700°C резко повышается содержание нафталина в маслах. Было найдено, что содержание α -нафтола в фенолах при этом падает до нуля [14].

Таким образом, нейтральные масла, очевидно, можно отнести к вторичным продуктам пиролиза. Подавляющее число соединений, входящих в состав масел, представлено ароматическими углеводородами. В образовании нейтральных масел и пека решающую роль играют реакции разложения сложных фенольных веществ и конденсации части реакционноспособных фенолов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Бернштейн. Справочник статистических решений. М., 1968. [2]. Л. Д. Глузман, М. М. Эдельман. Лабораторный контроль коксохимического производства, 1968. [3]. В. И. Исагулянц, Г. М. Егорова. Химия нефти, М., 1965. [4]. В. П. Козлов, Д. В. Тищенко. ЖПХ, 37, 1168, 1964. [5]. В. П. Козлов, Д. В. Тищенко. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 1, 1965. [6]. М. О. Коршун, Н. Э. Гельман. Новые методы элементарного микроанализа. Госхимиздат, 1949. [7]. С. М. Крутов, В. Е. Ковалев. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 4, 1968. [8]. С. М. Крутов, В. Е. Ковалев. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 5, 1969. [9]. Э. Д. Левин, Г. А. Малков. Труды СТИ. Сборник XXXVI, 1963. [10]. Э. Д. Левин, Н. М. Дорзет. Труды СТИ. «Лиственница», т. 3, 1968. [11]. Э. Д. Левин, Г. В. Тихомирова. «Химическая переработка древесины» № 25, 1969. [12]. Е. В. Раковский, Е. П. Вознесенская. «Химия твердого топлива», т. IV, вып. 3, 1935. [13]. Н. М. Силищенская. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 4, 1956. [14]. Н. А. Чупрова. Автореферат кандидатской диссертации. Красноярск, 1967.

Поступила 16 февраля 1970 г.

УДК 54

К ВОПРОСУ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ТАЛЛОВОГО МАСЛА

Н. В. ТЕРЕГЕРЯ, Н. В. ГУНДОБИН

(Владимирский вечерний политехнический институт)

Ф. А. МЕДНИКОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

В ранее проведенных нами исследованиях было указано на эффективное применение гидрированных жирных кислот таллового масла в металлургической промышленности [1], [2].

Данная работа отражает некоторые исследования по разработке вопросов, связанных с получением продуктов с заданными физико-химическими свойствами, а также с влиянием температуры гидрогенизации и дозировки катализатора на качество полученных гидрированных жирных кислот таллового масла.

Для изучения было взято талловое масло-сырец, физико-химический состав которого следующий: кислотное число 148,70; число омыления 155,03; йодное число 134,00; удельный вес при 20°C 0,97 г/см³; общее содержание кислот 90,24%, из них жирных 51,34; смоляных 38,90; нейтральных веществ 8,87; влаги 0,61; золы 0,28%.

Жирные кислоты выделяли из таллового масла вакуумразгонкой при остаточном вакууме 3—5 мм рт. ст. Они имели следующий физико-химический состав: жирных кислот 86,1; смоляных 9,7; нейтральных веществ 4,2%. Продукт имел кислотное число 193,1; число омыления 198,0; йодное число 129,1.

Гидрогенизацию проводили в автоклаве рабочей емкостью 1 л, снабженном барботером для водорода, линией исходящего водорода, карманом для термометра и краником для отбора пробы. Применяли: 1) восстановленный медно-никелевый катализатор, полученный в специальных условиях; 2) электролитический водород. Жирные кислоты нагревали до 90°, затем вводили катализатор с активностью 66°; скорость подачи водорода составляла 8 л в 1 мин. Температуру гидрогенизации поднимали до 150—240°.

Влияние дозировки катализатора на скорость гидрогенизации жирных кислот таллового масла, то есть на изменение йодного числа и температуры плавления, при прочих равных условиях, приведено на рис. 1, из которого видно, что увеличение количества катализатора с 0,2 до 1% (в пересчете на металлический никель) повышало скорость гидрогенизации, то есть при этом уменьшалось йодное число и возрастала температура плавления. Увеличение дозировки катализатора выше 1% нецелесообразно, так как йодное число и температура плавления менялись незначительно.

Исследованиями установлено, что при повышении температуры гидрогенизации увеличивается количество жирных кислот, унесенных отработанным водородом, и уменьшается йодное число (см. рис. 6).

Возрастание количества унесенных жирных кислот в связи с изменением температуры гидрогенизации показано на рис. 2.

Затем нами была выявлена зависимость эффективности гидрированных жирных кислот таллового масла (при применении их в качестве технологической смазки для случая прокатки тонколистовой стали 08КП) от их показателей — температуры плавления, йодного числа, твердости, отношения твердой и жидкой фаз. Смазочные свойства (коэффициент вытяжки) повышались с уменьшением йодного числа и увеличением температуры плавления (рис. 3).

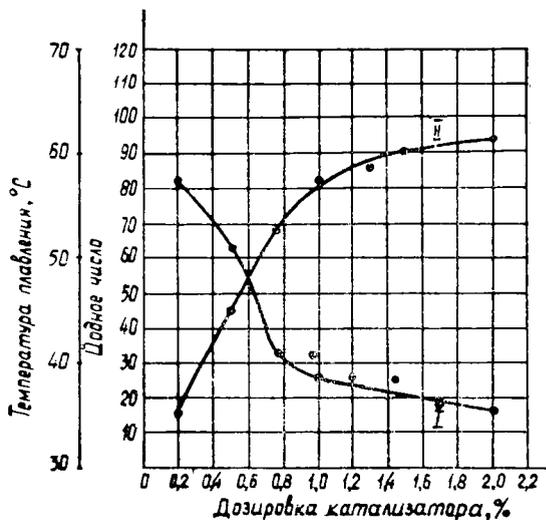


Рис. 1.

I — для йодного числа; II — для температуры плавления.

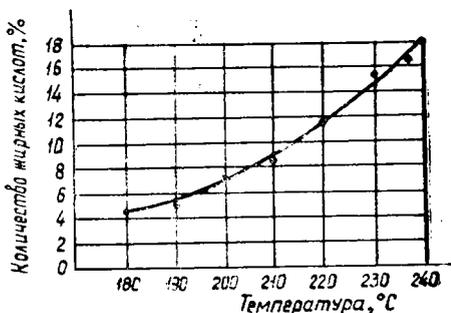


Рис. 2.

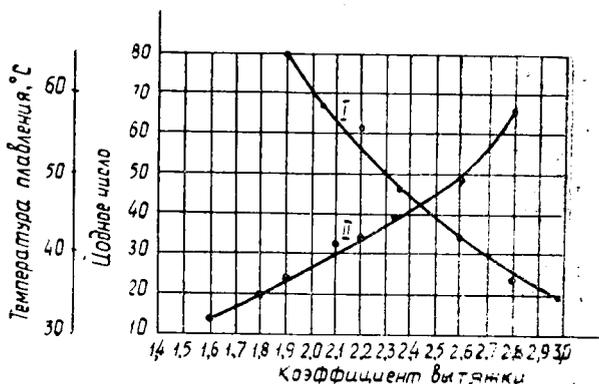


Рис. 3.

I — для йодного числа; II — для температуры плавления.

Температура плавления и йодные числа не всегда служат достаточной характеристикой смазочных свойств, так как гидрированные жирные кислоты таллового масла при одинаковых температурах плавления и йодных числах имели разные твердости или при одинаковых твердостях имели различные йодные числа и температуру плавления. Это подтверждается нашими исследованиями.

Влияние температуры гидрогенизации на твердость гидрированных жирных кислот таллового масла приведено на рис. 4, из которого видно, что твердость увеличивается с повышением температуры.

Процесс присоединения водорода даже к моноолефиновым жирным кислотам в присутствии гетерогенного катализатора сопровождается образованием промежуточных продуктов. Это особенно заметно, когда гидрогенизация не доведена до конца. Если же в молекулах жирных кислот по несколько двойных ненасыщенных связей,

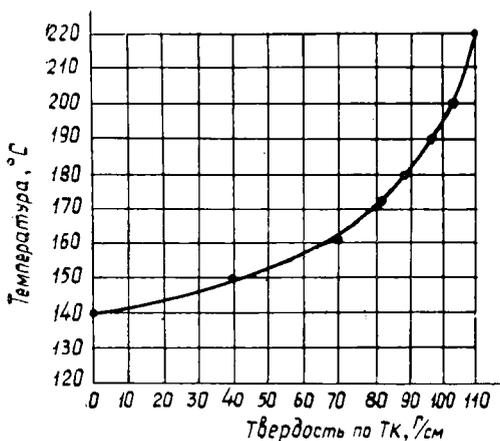


Рис. 4.

то процесс насыщения еще более осложняется большим числом возможных направлений реакции насыщения и образованием разных промежуточных веществ, оказывающих большое влияние на состав и свойства продукта, применяемого в качестве смазочного материала.

Гидрогенизация жирных кислот, содержащих несколько двойных связей, протекает ступенчато (селективно).

На основании изложенного выше были разработаны условия гидрогенизации жирных кислот с получением продукта с заданными физико-химическими свойствами. Продукт имел жидкую или мазеобразную консистенцию; по смазочным свойствам он превосходил гидрированное растительное масло; твердость жирных кислот не превышала 30 г/см.

Твердость гидрированных жирных кислот таллового масла зависит, очевидно, от соотношения между жидкой и твердой фазами. Было установлено, что кислоты, гидрогенизированные при более высоких температурах, содержат больше твердой фазы, чем гидрогенизированные при низких.

Чтобы выяснить влияние твердой и жидкой фазы на смазочные свойства эффективных смазочных материалов при прокатке тонколистовой стали 08КП и разработать режим гидрогенизации жирных кислот, проводили dilatометрические исследования по разработанной методике. Процентное содержание твердой фазы в жирных кислотах определяли по формуле

$$x = \frac{a - b}{p} - 0,83 (T_1 - T_2),$$

где a — объем запирающей жидкости при наивысшей температуре, мм³;

b — объем запирающей жидкости при температуре опыта, мм³;

p — навеска кислот, г;

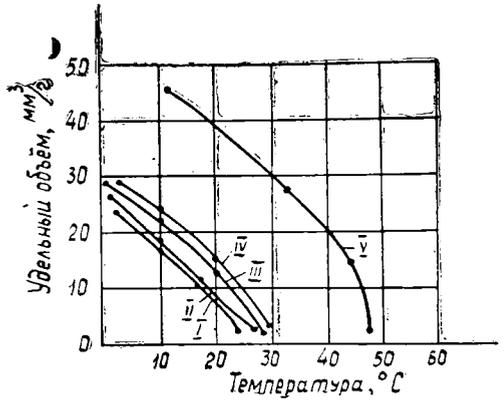
0,83 — величина температурного расширения 1 г кислот при нагревании на 1°С, мл/г °С;

T_1 — наивысшая температура кислот опыта;

T_2 — температура кислот, при которой определяли процент твердых жирных кислот.

Рис. 5.

I — смазка ОТМ-2 (образец 4); II — ОТМ-2 (образец 3); III — ОТМ-2 (образец 2);
IV — ПКС-1 (образец 9); V — гидрогенизированные жирные кислоты таллового масла.



На основании проведенных исследований и подсчетов были построены dilatометрические кривые (рис. 5).

Проведенные заводские испытания гидрогенизированных жирных кислот (смазка ОТМ-2) на заводе «Запорожсталь» показали, что по смазочным свойствам они несколько превосходят гидрогенизированное растительное масло.

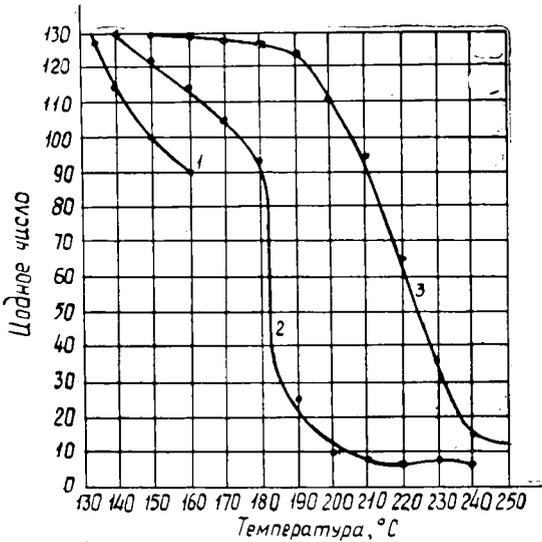


Рис. 6. Влияние температуры на скорость гидрогенизации жирных кислот таллового масла.

1 — смазка ОТМ-2; 2 — ТП (катализатор 2);
3 — ТП (катализатор 1),

По результатам исследований можно сделать вывод, что эффективность смазочных свойств гидрированных жирных кислот таллового масла при прокатке тонколистовой стали определяется следующими оптимальными показателями: температурой плавления (27—30°), йодными числами, твердостью (не свыше 30 г/см) и соотношением жидкой и твердой фаз.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. В. Терегеря, М. С. Пасечник, Ф. А. Медников. Исследования процесса гидрогенизации таллового масла с целью получения специальных технологических смазок. «Использование отходов древесины методами пирогенитической и экстракционной переработки». Научные труды ЛТА, вып. 105, Л., 1966, стр. 82.
- [2]. Н. В. Терегеря, М. С. Пасечник, Ф. А. Медников. Изучение возможности использования таллового масла как смазки для холодной обработки металлов давлением. Материалы научно-технической конференции, вып. IV, Л., 1966, стр. 117.

Поступила 7 октября 1969 г.

УДК 634.0.813

ДИФфуЗИЯ КАНИФОЛИ В БЕНЗИНОВЫХ РАСТВОРАХ, НАХОДЯЩИХСЯ В КАПИЛЛЯРАХ ДРЕВЕСИНЫ

КОНКРЕТНАЯ ФОРМА КРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ $P_r' = f(Eu', Ar)$

Л. В. МЕНЬШИКОВА, З. С. КАЛУГИНА, И. П. СИДОРОВСКАЯ

(Архангельский институт леса и лесохимии)

С. Я. КОРОТОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

В предыдущих наших сообщениях [1], [2], [3] было показано, что графическое выражение критериальной зависимости $P_r' = f(Eu')$, описывающей процесс диффузии в капиллярах древесины в гидрофобных растворах, в каждом отдельном опыте, проводимом в стабильных условиях, представляет прямую или ломаную линию с одним переломом. В зависимости от температуры опытов и размеров щепы (длина по волокну) линии сильно смещены относительно друг друга; при этом наибольшее относительное смещение линий отмечается для опытов, поставленных в различных условиях, например, при температурах 0 и 80°C и длине 5 и 15 мм.

Однако часто нет удовлетворительного совпадения и между опытами, проведенными в одинаковых условиях (температура, длина щепы). Основная причина такого расхождения, по-видимому, — большое различие в размерах основных анатомических элементов древесины, по которым диффундирует вещество и в которых сосредоточено основное сопротивление процессу.

В соответствии с принятым нами ранее методом обработки опытных данных размеры капилляров учитывают при подсчете значений диффузионного критерия Эйлера Eu' . При определении этого критерия для каждого отдельного опыта величину характеристического размера сечения капилляров f принимали за постоянную. Однако если учесть, что размеры трахеид и толщина их стенок, так же как и количество пор и другие анатомические особенности древесины, заметно различаются в одном и том же дереве в зависимости от местонахождения по высоте и диаметру ствола, то следует считать, что для отдельных образцов щепы, приготовленных даже из одного пня, величина f различна. А поскольку характеристические размеры сечения диффузионных путей f нами не были определены, то при подсчете критерия Eu' мы фактически получали величину $\frac{Eu'_n}{f}$. Отсюда понятно, что сравнимые величины критериальной зависимости $P_r' = f(Eu')$ можно получить только в тех случаях, когда строго соблюдены условия едино-

образия диффузионных путей и равенство их основных размеров. В опытах, проведенных с образцами щепы, имеющими разные значения f , получается большое расхождение. В связи с этим для получения сопоставимых результатов целесообразно было поставить опыты по диффузии бензиновых растворов канифоли и олеиновой кислоты с одним и тем же образцом щепы, что давало определенную возможность сохранить относительное постоянство величины f .

Для каждой серии опытов (канифоль, олеиновая кислота) в качестве исходного образца брали одну большую навеску щепы Б-10 (350 г) и при различных условиях последовательно проводили по 6—7 опытов. Первые три опыта были поставлены со щепой Б-10 при температурах 20, 50 и 80°С, затем оставшуюся щепу распиливали пополам и с полученными образцами Б-5 вновь проводили опыты при тех же температурах. Первоначальный образец щепы в известной мере изменяется, так как в каждом опыте часть щепы расходуется на анализы, и общее ее количество уменьшается.

Методика проведения и обработки результатов последовательных опытов по диффузии оставалась без изменения [1]. Предварительно пропитанную щепу помещали в растворитель и процесс извлечения канифоли (или олеиновой кислоты) исследовали во времени. После каждого опыта щепу экстрагировали серным эфиром, затем ее вновь пропитывали соответствующими растворами для следующего опыта. Учитывая, что на процесс диффузии в капиллярах древесины заметное влияние оказывают силы тяжести и подъемные силы, действующие благодаря наличию разности концентраций (а следовательно, и удельных весов) раствора, находящегося внутри капилляров, и раствора, омывающего щепу, для обработки экспериментальных данных по диффузии было предложено использовать критерии Архимеда Ar .

Расчеты проводили по следующему степенному уравнению:

$$Pr' = K (Eu')^m (Ar)^n.$$

Диффузионный критерий Эйлера

$$Eu' = \frac{\Delta c f g}{l \rho_{ж} \omega_M^2} \quad (1)$$

преобразовывали с учетом следующих допущений: термическое давление паров растворителя принимали прямо пропорциональным величине $\frac{\omega_M^2}{2g} \gamma_n$, а общее давление — прямо пропорциональным термическому. Тогда можно считать, что

$$\frac{g}{\omega_M^2} = \frac{\gamma_n}{2P},$$

где $\frac{\omega_M^2}{g}$ — двойной «напор»;

$\frac{g}{\omega_M^2} \gamma_n$ — давление ($2P$).

В уравнении (1):

Δc — разность концентраций растворов, находящихся внутри и вне щепы;

$\frac{\Delta c}{l}$ — градиент концентрации;

l — средняя длина капилляров;

$\rho_{ж}$ — плотность раствора;

ω_M — тепловая скорость молекул.

Из предыдущего известно, что

$$\frac{Eu'}{r^2 \frac{g}{L \omega_M^2}} = N \quad \text{или} \quad Eu' = N \frac{\gamma_n f}{2LP},$$

где $\frac{f}{2}$ — характеристический размер капилляров, нам неизвестный.

Вычисляемая в опытах величина

$$\frac{Eu'}{f} = N \frac{\gamma_n}{PL},$$

где γ_n — удельный вес паров растворителя при температуре опыта t , г/см³,

но

$$\frac{\gamma_n}{P} = \gamma_0 \frac{T_0}{TP_0} = \frac{M}{22,4} \cdot \frac{273}{(273 + t) 1033 \cdot 10^3} = \frac{0,0118M}{(273 + t) 10^3},$$

где M — молекулярный вес паров бензина.

Тогда величина

$$\frac{Eu'}{f} = N \frac{M \cdot 0,0118}{(273 + t) 10^3 L},$$

где N — переменная часть диффузионного критерия Эйлера ($N = \frac{\Delta c}{\rho_{ж}}$);

тогда

$$\frac{Eu'}{f} = \frac{\Delta c}{\rho_{ж}} \cdot \frac{M \cdot 0,0118}{(273 + t) 10^3 L}.$$

Значение критерия Архимеда подсчитывали по формуле

$$Ar = \frac{l^3 g}{\nu^2} \left(\frac{\rho_{ш} - \rho}{\rho} \right),$$

где $\rho_{ш}$ — плотность раствора в щепе, г/см³;
 ρ — плотность окружающего раствора, г/см³;
 ν — вязкость раствора в щепе, с-стокс;
 l — средняя длина капилляра, см.

Значения диффузионного критерия Прандтля, как и раньше, вычисляли по формуле

$$Pr' = \frac{D_{II}}{\nu},$$

где D_{II} — коэффициент диффузии в капиллярах, см²/сек, вычисленный по ранее принятой методике [1].

Затем полученные данные были обработаны по обычному графическому методу и определены значения K , m и n . На основании этих величин были получены следующие конкретные виды уравнений, описывающих процесс диффузии в капиллярах древесины:

1) для бензиновых растворов канифоли

$$Pr' = 2,5 \cdot 10^{-3} Ar^{1,5} Eu'^{1,6} \text{ для щепы Б-10, опыты 56—72;}$$

$$Pr' = 5,24 \cdot 10^{-3} Ar^{1,5} Eu'^{1,6} \text{ для щепы Б-10, опыты 52—71;}$$

$$Pr' = 0,19 \cdot 10^{-3} Ar^2 Eu'^{1,6} \text{ для щепы Б-5, опыты 73—74;}$$

2) для бензиновых растворов олеиновой кислоты

$$Pr' = 3,67 \cdot 10^{-6} Ar^{1,8} Eu'^{1,15} \text{ для щепы Б-10, опыты 11,35,49;}$$

$$Pr' = 0,85 \cdot 10^{-4} Ar Eu'^{0,67} \text{ для щепы Б-5, опыты 53, 57, 69.}$$

Для определения степени достоверности значений Pr' , вычисленных по данным формулам, сравниваем их с величинами Pr' , определенными на основании опытных данных, и строим корреляционные графики для бензиновых растворов канифоли (рис. 1) и для бензино-

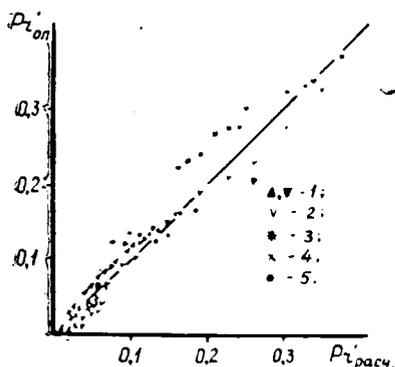


Рис. 1.

Для щепы Б-10; 1 - $t = 20^\circ\text{C}$; 2 - $t = 50^\circ\text{C}$;
3 - $t = 80^\circ\text{C}$; для щепы Б-5; 4 - $t = 20^\circ\text{C}$;
5 - $t = 50^\circ\text{C}$.

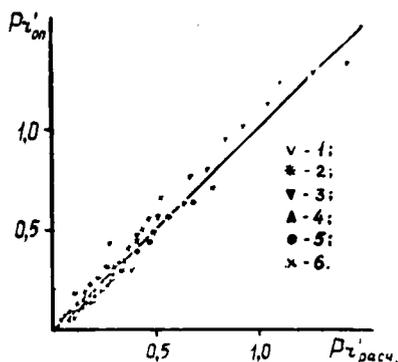


Рис. 2.

Для щепы Б-10; 1 - $t = 20^\circ\text{C}$; 2 - $t = 50^\circ\text{C}$;
3 - $t = 80^\circ\text{C}$; для щепы Б-5; 4 - $t = 20^\circ\text{C}$;
5 - $t = 50^\circ\text{C}$; 6 - $t = 80^\circ\text{C}$.

вых растворов оленовой кислоты (рис. 2). Разброс точек вполне удовлетворительный. Это показывает, что численные значения критерия Прандтля, найденные опытным путем и вычисленные по приведенным выше уравнениям, совпадают. Конкретные формы полученных уравнений различны для отдельных опытов. Это свидетельствует о том, что несмотря на последовательное использование одного и того же образца щепы, различие в размерах величины f все же не было учтено с достаточной точностью. Чтобы получить единую формулу для разных размеров щепы, следует учитывать симплексы геометрического подобия, в которые должны войти неизвестные нам пока определяющие размеры капилляров, в частности r . Таким образом, проведенное исследование подтверждает ранее полученные нами данные о том, что на диффузию в порах древесины влияют силы тяжести (Ag), величина диффузионного давления (Eu'), вязкость растворов (Pr'_g , Ag), анатомическое строение древесины (определяющие размеры капилляров). Выяснено, что на процесс диффузии в порах древесины влияют подъемная сила $\frac{\Delta\rho}{\rho}g$ (Ag) и размеры щепы L (Ag).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. В. Меньшикова, С. Я. Коротов и др. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1962. [2]. Л. В. Меньшикова, С. Я. Коротов и др. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1965. [3]. Л. В. Меньшикова, С. Я. Коротов и др. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1966.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 65.011.56

ОБ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ПАРАМЕТРОВ
КРУГЛОГО ЛЕСА НА ТРАНСПОРТЕРАХ
С ПОПЕРЕЧНОЙ ПОДАЧЕЙ

Г. А. ЖОДЗИШСКИЙ

(Ленинградский институт текстильной промышленности)

Исключение человека из технологических операций измерения и учета предъявляет новые требования к автоматическим устройствам. Возникает задача правильной оценки параметров древесины в условиях воздействия различных помех. Действительно, поверхность контакта датчика измерительного устройства с объектом может быть изменена такими случайными факторами, как местные наплывы, задиры коры, эллипсность сечения и др. Измерение параметров бревен в некруглых «искаженных» сечениях сопровождается значительными погрешностями. В связи с этим в информационных устройствах накапливаются ошибки, обычно в сторону завышения.

В настоящей работе ставится задача по ряду дискретно замеренных хорд поперечного сечения найти такое круглое сечение, которое наименее отличалось бы от измеренного с точки зрения выбранного критерия сравнения.

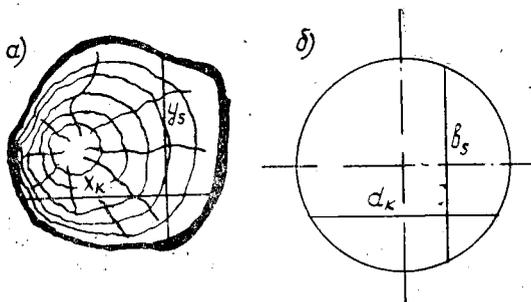


Рис. 1.

Пусть поперечное сечение бревна имеет вид, представленный на рис. 1, а. Здесь x_k и y_s — соответственно горизонтальные и вертикальные хорды измеряемого сечения. Искомое круговое сечение показано на рис. 1, б, его горизонтальные и вертикальные хорды и диаметр соответственно обозначены через d_k , b_s и D . В качестве критерия сравнения указанных сечений примем величину:

$$I = \sum_{k=0}^{N+1} (d_k - x_k)^2 + \sum_{s=0}^{N_1+1} (b_s - y_s)^2, \quad (1)$$

физический смысл которой очевиден. Будем минимизировать эту величину. Положим, что измерения проводятся через равные интервалы

времени при постоянной скорости движения или, другими словами, что расстояния между хордами в горизонтальном и вертикальном направлениях одинаковы. Общее число измеренных хорд в горизонтальном и вертикальном направлениях обозначим соответственно через N и N_1 .

Рассмотрим хорды d_k и x_k .

Будем считать, что x_0 и x_{N+1} равны нулю, то есть в начале и конце измерения для данного сечения хорды равны нулю. Разобьем горизонтальный диаметр искомого кругового сечения на $N+1$ равных частей и через каждую точку деления проведем вертикальную линию (хорду). Тогда, как это следует из рис. 2, имеют место соотношения:

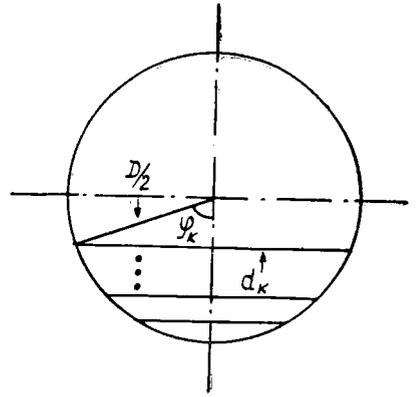


Рис. 2.

$$d_k = D \sin \varphi_k; \tag{2}$$

$$\cos \varphi_k = \frac{N+1-2k}{N+1}; \tag{3}$$

$$\sin \varphi_k = \frac{\sqrt{4k(N+1)-4k^2}}{N+1}, \tag{4}$$

откуда

$$d_k = D \frac{\sqrt{4k(N+1)-4k^2}}{N+1}. \tag{5}$$

Прделаем аналогичные преобразования для определения b_s ,

$$b_s = D \sin \varphi_s, \tag{6}$$

но

$$\cos \varphi_s = \frac{N_1+1-2s}{N_1+1}; \tag{7}$$

$$\sin \varphi_s = \frac{\sqrt{4s(N_1+1)-4s^2}}{N_1+1}, \tag{8}$$

откуда

$$b_s = D \frac{\sqrt{4s(N_1+1)-4s^2}}{N_1+1}. \tag{9}$$

Подставим соотношения (5) и (9) в выбранный критерий сравнения (1), тогда при $N \geq 1$ и $N_1 \geq 1$ получим

$$I = \sum_{k=1}^N \left(D \frac{\sqrt{4kN'-4k^2}}{N'} - x_k \right)^2 + \sum_{s=1}^{N_1} \left(D \frac{\sqrt{4sN'_1-4s^2}}{N'_1} - y_s \right)^2, \tag{10}$$

где $N' = N+1$, $N'_1 = N_1+1$.

Для минимизации выражения (10) следует определить производную $\frac{\partial I}{\partial D}$ и приравнять ее нулю. Отсюда

$$\sum_{k=1}^N \frac{\sqrt{kN' - k^2}}{N'} \left(2D \frac{\sqrt{kN' - k^2}}{N'} - x_k \right) + \sum_{s=1}^{N_1} \frac{\sqrt{sN'_1 - s^2}}{N'_1} \cdot \left(2D \frac{\sqrt{sN'_1 - s^2}}{N'_1} - y_s \right) = 0. \quad (11)$$

Из этого равенства следует, что диаметр круга, интерполирующего сечение, измеряемое с помощью хорд x_k и y_s , определяется выражением

$$D = \frac{\sum_{k=1}^N \frac{\sqrt{kN' - k^2}}{N'} x_k + \sum_{s=1}^{N_1} \frac{\sqrt{sN'_1 - s^2}}{N'_1} y_s}{2 \left[\sum_{k=1}^N \frac{kN' - k^2}{(N')^2} + \sum_{s=1}^{N_1} \frac{sN'_1 - s^2}{(N'_1)^2} \right]}. \quad (12)$$

Поскольку вторая производная от выражения (10) положительна ($\frac{\partial^2 I}{\partial D^2} > 0$), то мы действительно имеем минимум.

В случае, если сечение измеряется с помощью датчиков, выдающих ряд дискретных значений либо x_k , либо y_s , диаметр искомого круга определяется более простыми выражениями вида

$$D = \frac{\sum_{k=1}^N \frac{\sqrt{kN' - k^2}}{N'} x_k}{2 \sum_{k=1}^N \frac{kN' - k^2}{(N')^2}} \quad (13)$$

либо

$$D = \frac{\sum_{s=1}^{N_1} \frac{\sqrt{sN'_1 - s^2}}{N'_1} y_s}{2 \sum_{s=1}^{N_1} \frac{sN'_1 - s^2}{(N'_1)^2}}. \quad (13')$$

Алгоритмы вычисления диаметра сечения могут быть заложены в программу работы вычислителя и будут способствовать уменьшению погрешности при оценке технико-экономических показателей потока.

Та же задача может быть решена, если в качестве критерия сравнения действительного и интерполируемого круглого сечений выбран Чебышевский критерий наилучшего равномерного приближения.

Обозначим максимальную величину из совокупности абсолютных значений конечных разностей $|d_k - x_k|$ и $|b_s - y_s|$ через

$$z = \max_{k, s} \{ |d_k - x_k|, |b_s - y_s| \}. \quad (14)$$

Тогда задача о выборе диаметра D круга, имеющего хорды d_k и b_s , наименее отличающиеся от измеренных хорд x_k и y_s , может быть сформулирована следующим образом: минимизировать величину

$$I = z \quad (15)$$

при условии, что

$$\begin{aligned} |d_k - x_k| &\leq z; & |b_s - y_s| &\leq z; \\ d_k &\geq 0; & b_s &\geq 0; & z &\geq 0 \quad (k = 1, 2, \dots, N; s = 1, 2, \dots, N_1). \end{aligned} \quad (16)$$

Воспользуемся соотношениями (5) и (9) и выразим b_s и d_k через диаметр искомого круглого сечения. Тогда сформулированная задача переписывается так: найти

$$z_0 = \min_D z \quad (17)$$

при условиях

$$\begin{aligned} \left| D \frac{\sqrt{4kN' - 4k^2}}{N'} - x_k \right| &\leq z; & \left| D \frac{\sqrt{4sN'_1 - 4s^2}}{N'_1} - y_s \right| &\leq z; \\ D &\geq 0; & z &\geq 0 \quad (k = 1, 2, \dots, N; s = 1, 2, \dots, N_1). \end{aligned} \quad (18)$$

Таким образом, мы видим, что искомое значение диаметра D является оптимальным планом или решением задачи линейного программирования. Кроме машинного возможно решение этой задачи простым графическим построением (рис. 3). С этой целью на плоскости координат z и D следует построить прямые

$$\begin{aligned} D \frac{\sqrt{4kN' - 4k^2}}{N'} - x_k &= z; \\ D \frac{\sqrt{4kN' - 4k^2}}{N'} - x_k &= -z; \\ D \frac{\sqrt{4sN'_1 - 4s^2}}{N'_1} - y_s &= z; \\ D \frac{\sqrt{4sN'_1 - 4s^2}}{N'_1} - y_s &= -z, \end{aligned} \quad (19)$$

соответствующие ограничениям (18).

Пусть $ABCD$ — допустимая область изменения переменных z и D , то есть область, удовлетворяющая условиям (19). Известно, что решение задачи линейного программирования всегда лежит на одной из вершин допустимой области изменения координат z и D , то есть на одной из вершин $ABCD$. Из рисунка следует, что наименьшее положительное значение D находится в точке A . Следовательно, искомый диаметр круга есть $D = D_{min}$. Для ускорения проведения вычислений можно сделать специальный планшет.

Поскольку точность и скорость вычислений графическим методом недостаточна и вычислительный процесс не поддается автоматизации, задача с помощью симплекс-метода линейного программирования может решаться аналитически в вычислительном устройстве, которое будет обрабатывать поступающую измерительную информацию по стандартной программе.

Пример. Определим диаметр D вершинного сечения бревна по измеренным значениям хорд (рис. 4). Пусть $x_1 = 19$ см, $x_2 = 26$ см; $x_3 = 30$ см, $x_4 = 33,2$ см, $x_5 = 29$ см, $x_6 = 23$ см, $x_7 = 14$ см. По формуле (13) получим $D = 30,8$ см. Перейдем к табличному значению, округлив фактический диаметр до ближайшего четного целого значения. При длине $L = 6$ м табличный объем V равен $0,52$ м³.

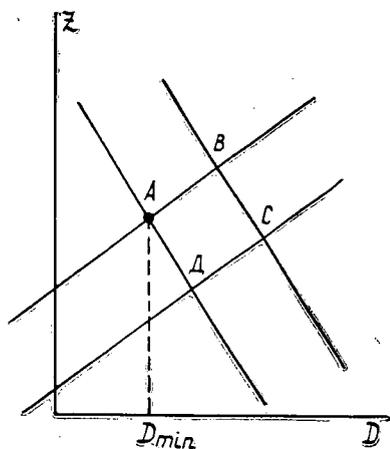


Рис. 3.

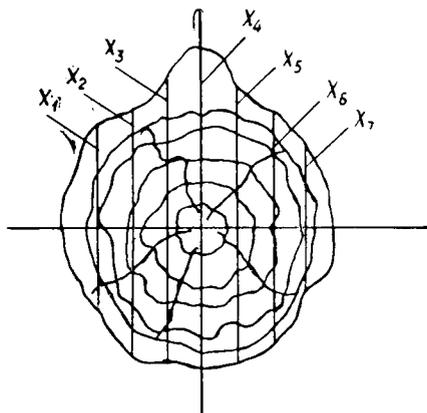


Рис. 4.

При оценке диаметра без предложенной вычислительной процедуры, как $D = x_4 = 33,2$ см, табличный диаметр и объем окажутся равными $D_T = 34$ см и $V_1 = 0,66$ м³. Объем окажется завышенным на 0,14 м³, или на 27%.

При большой эллипсности сечения следует пользоваться формулой (12) или найти в дополнение к хордам x_k хотя бы одно значение y_s .

Таким образом, вычислительные процедуры предложенного метода, связанные с определением табличных объемов древесины на поперечных лесопотоках, сводятся к следующему.

Случай 1. Ориентированная поперечная подача. Все бревна вершинами обращены в одну сторону, относительно которой происходит их выравнивание. Оценка диаметра вершинного сечения производится датчиком диаметра D_0 , который устанавливается у данного края конвейера. Информация, поступающая от датчика, обрабатывается по формулам (12), (13) или (13') либо по программам, реализующим соотношения (17) и (18). Находятся диаметры интерполируемых круглых сечений, которые дешифрируются в ближайшие табличные значения. Совместно с сигналами максимальной длины, поступающими от датчиков длин, установленных по градациям табличной длины, табличные диаметры используются для нахождения табличных объемов бревен.

Случай 2. Неориентированная поперечная подача. Бревна выравнены относительно одной плоскости, вблизи которой, а также на расстояниях, соответствующих градациям табличных значений длин, устанавливаются датчики диаметров. Обрабатывается информация, поступающая от датчиков, расположенных по краям бревна. Получаемые при этом значения диаметров круглых сечений сравниваются между собой. Меньшее из них, округленное до ближайшего табличного значения, совместно с сигналом длины используется для формирования величины табличного объема.

Поступила 23 марта 1970 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 676.6

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ОСНАЩЕННОСТИ ТРУДА
НА УРОВЕНЬ И РОСТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА
В ПРОИЗВОДСТВЕ КАРТОННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ТАРЫ

Н. Т. ЛИЧМАН

(Ленинградская лесотехническая академия)

Технический прогресс является восходящим процессом развития и повышения уровня технической оснащённости производства, характеризующейся показателями фондовооружённости, технической вооружённости и электровооружённости труда.

Фондовооружённость и техническая вооружённость труда — один из источников увеличения выпуска продукции и уменьшения затрат живого труда. Рост их оказывает влияние на рост производительности труда и эффективность использования основных производственных фондов. Эта взаимосвязь выражается уравнением

$$\Phi_0 = \frac{П_т}{\Phi_в},$$

где Φ_0 — фондоотдача основных производственных фондов;

$П_т$ — производительность труда рабочего;

$\Phi_в$ — фондовооружённость труда.

Улучшение использования основных фондов, повышение их эффективности и экономической эффективности производства предполагает опережающий рост производительности труда на основе роста оснащённости его основными фондами.

Как известно, за последнее время в целом по промышленности намечилось некоторое снижение эффективности использования основных фондов, что явилось следствием опережающего роста фондовооружённости по сравнению с ростом производительности труда. Такое положение объясняется недостатками в организации труда и производства, а также направлением средств, главным образом, на повышение технической культуры производства.

За период 1965—1968 гг. эффективность производства гофрированного картона и тары из него повысилась (табл. 1).

Таблица 1

Показатели	Величина показателей в 1968 г., % к 1965 г.
Выпуск валовой продукции	144,3
Производительность труда	112,1
Фондоотдача	134,8
Затраты на 1 руб. товарной продукции	90,4

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в производстве произошли положительные изменения. Повысилась производительность труда и эффективность использования основных производственных фондов, что обусловило прирост валовой продукции. Улучшение использования живого и овеществленного труда выразилось в снижении затрат на 1 руб. товарной продукции.

Приведенные в табл. 1 данные показывают превышение темпов роста фондоотдачи над темпами роста производительности труда, что обусловлено снижением уровня фондовооруженности труда на 16,8%.

Анализ факторов, определяющих уровень и динамику фондовооруженности труда, показал, что основная причина снижения этого показателя — опережающий рост численности рабочих по сравнению с ростом основных фондов (табл. 2, данные в % к 1965 г.).

Таблица 2

Годы	Основные производственные фонды	Среднесписочная численность рабочих	Фондовооруженность труда
1966	104,3	116,6	89,4
1967	105,5	125,6	84,1
1968	107,1	128,7	83,2
Среднегодовой темп прироста (+), снижения (—)	+2,3	+8,8	—5,9

Анализ многочисленного фактического материала, собранного нами при обследовании предприятий по производству гофрированного картона и тары из него, объясняет снижение фондовооруженности труда и рост численности рабочих влиянием ряда предприятий, введенных в 1964—1965 гг. Специфика исследуемого производства накладывает отпечаток на формирование основных производственных фондов, которое характерно тем, что ко времени пуска предприятие располагает всеми необходимыми фондами.

Исследуемое производство постоянно испытывает недостаток в рабочей силе, тем более в период пуска и освоения, когда уровень организации производства и труда еще невысок и большой удельный вес в фонде рабочего времени занимают простои по различным причинам.

Снижение фондовооруженности на некоторых предприятиях вовсе не свидетельствует о недостаточном для обеспечения роста производительности труда уровне технической оснащенности. В данном случае это результат высокого уровня фондовооруженности в базовом году на вводимых и находящихся в периоде освоения предприятиях, не характерного для давно действующих производств.

Рост электровооруженности труда за этот период на 128% свидетельствует не только о повышении технической оснащенности труда, но и об улучшении использования машин и оборудования, а также об увеличении интенсивности процесса производства картонной транспортной тары, что обусловило рост производительности труда. Характер продукции определяет специфику организации и размещения данного производства, которая выражается в расположении его по цехам предприятий разных отраслей промышленности. Поэтому пассивная часть основных фондов производства картонной тары не свободна от влияния особенностей и структуры основных фондов предприятий, в составе которых они размещены. Выявление пассивной части фондов исследуемого производства, являющихся, как правило, фондами совместного пользования нескольких цехов, представляется затрудни-

тельным и содержит известные допущения. Более точно можно определить размер активных элементов основных фондов, так как они принадлежат непосредственно цеху.

В связи с этим показатель технической вооруженности, по нашему мнению, более правильно, чем фондовооруженность, характеризует уровень технической оснащенности труда исследуемого производства и других аналогичных ему по организации производств. В этом показателе проявляется не только рост объема основных фондов, но и совершенствование их структуры, рост тех средств труда, которые непосредственно участвуют в процессе создания продукции.

Анализ показал, что между уровнем производительности труда и технической вооруженности труда в производстве картонной транспортной тары существует корреляционная зависимость.

В исследуемую совокупность вошли 36 цехо-лет, сгруппированных в пять групп по количеству активных средств труда, приходящихся на одного рабочего (техническая вооруженность) и выработке на одного рабочего. Исходные данные приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Группы	Число предприятий в группе	Техническая вооруженность x , тыс. руб.	Производительность труда y , тыс. руб.
1	10	0,3 — 0,9	18,9
2	10	0,91 — 1,5	40,7
3	6	1,51 — 2,1	46,7
4	4	2,11 — 2,7	56,3
5	6	2,71 — 3,3	61,8

В результате проведенных исследований установлено, что между уровнем производительности труда \bar{y}_x и уровнем технической вооруженности x существует зависимость, выраженная уравнением

$$\bar{y}_x = 16,9 + 15,7x.$$

Теснота связи, определяемая корреляционным отношением, равна 0,97. Фактическая и теоретическая линии зависимости данных показателей представлены на рис. 1. Построенная модель позволяет сделать вывод о важности и необходимости повышения технической вооруженности труда для роста производительности труда и, в конечном счете, для повышения экономической эффективности производства картонной транспортной тары.

В экономической литературе, касающейся вопросов концентрации производства, неоднократно отмечались преимущества крупных предприятий перед мелкими. Одно из них — возможность повышения технической оснащенности труда. Поэтому на крупных предприятиях выше уровень производительности труда. Указанная зависимость сохраняется и в производстве гофрированного картона и тары из него.

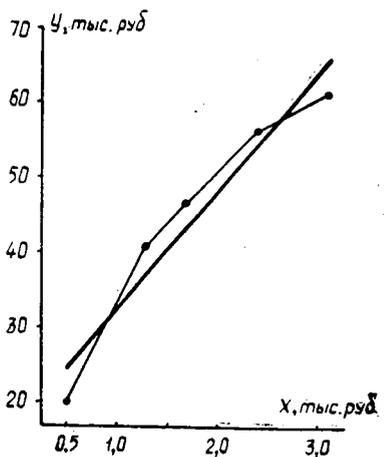


Рис. 1.

Таблица 4

Мощность предприятия	Техническая вооруженность труда, тыс. руб.	Фондовооруженность труда, тыс. руб.	Производительность труда, тыс. руб.
Большая	3,36	8,19	53,7
Средняя	1,53	3,59	43,8
Малая	0,48	1,81	18,2

Данные табл. 4 за 1968 г. характеризуют преимущества крупного производства картонной транспортной тары. Фондовооруженность предприятий большой мощности в 4,5 раза, а техническая вооруженность в 7 раз выше, чем предприятий малой мощности. В связи с этим уровень производительности труда крупных предприятий в 3 раза выше.

Подводя итоги, отметим, что высокий уровень технической оснащенности предполагает и создает материальную базу повышения уровня производительности труда и, при прочих равных условиях, уровня фондоотдачи — основных показателей экономической эффективности производства. Поэтому важным резервом повышения эффективности производства картонной тары является повышение концентрации и дальнейшего оснащения труда на основе передовой, высокопроизводительной техники и совершенствования технологии.

Поступила 20 октября 1969 г.

УДК 634.0.794

О СУЩНОСТИ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОГО РАСЧЕТА И МЕЖЦЕХОВЫХ ХОЗРАСЧЕТНЫХ ОТНОШЕНИЙ

А. К. ШИХОВ

(Тюменский НИИПлесдрев)

Чтобы понять сущность внутризаводского хозрасчета, необходимо разобраться, прежде всего, в сущности хозрасчета вообще и в причинах, обуславливающих его необходимость при социализме.

Многие экономисты считают, что хозяйственный расчет обусловлен действием всей совокупности экономических законов социализма, в основе которых лежит общественная собственность на средства производства. Нельзя не признать правильности такого утверждения, но все-таки оно чрезвычайно общее. Поэтому совершенно правы те экономисты [1], которые рекомендуют при выяснении причинной обусловленности и сущности хозрасчета исходить не из общественной собственности на средства производства, а из ее специфики, присущей социалистическому способу производства.

В условиях социализма предприятия приобретают определенную экономическую самостоятельность. Однако эта самостоятельность относительна, она порождается общественным разделением труда на базе единой общенародной собственности. Это и определяет особенность связи отдельного работника с обществом при социализме. Связь эта состоит в том, что экономические отношения трудящегося с обществом складываются не только непосредственно, но и через коллектив, в котором он работает. Наряду с общественными интересами существуют экономические (материальные) интересы отдельных коллективов

трудящихся. Социалистическая общественная собственность на средства производства определяет единство общественных, коллективных и личных интересов, но вместе с тем не свободна и от различий между ними.

Используя экономические законы и принципы хозяйствования, присущие социализму, хозяйственное руководство преодолевает возникающие противоречия и находит пути успешного сочетания интересов общества, предприятий и отдельных работников. Именно в наличии различных взаимосвязанных материальных интересов состоит причина, вызывающая необходимость хозяйственного расчета, который позволяет тесно увязать интересы общества с интересами предприятия (коллектива) и всех его тружеников. Поэтому стержневым вопросом новой хозяйственной реформы в стране является дальнейшее развитие хозрасчетных отношений в народном хозяйстве.

Учет общественных, коллективных и личных интересов при социализме может быть достигнут только при эквивалентном обмене. Такой обмен возможен лишь при наличии товарно-денежных отношений. Таким образом, специфика социалистической собственности на средства производства предопределяет не только необходимость применения хозрасчета, но и конкретную форму его существования — товарно-денежные отношения.

Большинство экономистов определяет хозрасчет как самоокупаемость и рентабельность предприятий. Однако нельзя согласиться с таким пониманием сущности хозрасчета, так как рентабельность и самоокупаемость есть лишь результат применения этого метода управления производством. Кроме того, хозрасчетные отношения имеют место и в плано-убыточных предприятиях.

Авторы некоторых работ [2] видят сущность экономической категории хозрасчета в материальном стимулировании. Правы, думается, В. Гершкович и К. Корытов [1], которые, критикуя ошибочность такого определения хозрасчета, отмечают, «что здесь подчеркивается лишь то субъективное, что связано с использованием хозрасчета как принципа хозяйствования, но упускается из виду главное — то, что хозрасчет объективно определяется материальными интересами».

Эти же авторы указывают на то, что необходимо видеть не только тесную связь между материальными стимулами и материальными интересами, но и различия. А это требует четкого разграничения этих понятий. По их мнению, под материальными интересами «понимается социально обусловленная и исторически определенная форма необходимости удовлетворения сложившихся и развивающихся потребностей отдельного человека, коллектива, классов, всего общества в целом. Удовлетворение этих потребностей возможно лишь в результате определенной производственной деятельности, связанной с реализацией экономических интересов. Экономические интересы объективны; возникнув на базе определенных производственных отношений, они осознаются их носителями — людьми. Осознанный материальный интерес превращается в стимул к производственной деятельности, к труду. Следовательно, стимул — это осознанный материальный интерес и отличается от последнего как субъективное от объективного. Планомерное, сознательное использование экономических интересов в социалистическом обществе представляет собой процесс материального стимулирования. Поэтому, определяя хозрасчет как систему материального стимулирования, авторы ряда работ тем самым вольно или невольно признают его лишь в качестве принципа хозяйствования, исключая характеристику хозрасчета как экономической категории, что лишает его объективной определенности». Трудно не согласиться с

авторами этого высказывания. Правы они и в том, что необходимо различать содержание понятий «материальный интерес» и «материальная заинтересованность». «Материальный интерес при социализме выражает отношения предприятий друг с другом и обществом в целом, а также отношения работников с предприятием и обществом, материальная же заинтересованность выражает лишь экономические отношения работников с предприятием и обществом, то есть является частью экономического интереса». Исходя из сказанного, авторы приходят к выводу, что сущность экономической категории хозрасчета составляет «комплекс экономических отношений между обществом и предприятиями, между самими предприятиями, коллективом, его структурными подразделениями и каждым работником, проявляющихся посредством взаимосвязанных и взаимообусловленных материальных интересов (общественных, коллективных и личных)».

Такое определение сущности хозрасчета, на наш взгляд, является теоретически правильным и позволяет охватить все многообразие и широту хозрасчетных отношений в народном хозяйстве страны.

Исходя из указанного понимания сущности хозрасчета, можно отметить, что внутризаводской хозрасчет представляет собою неотъемлемую составную часть его. Следовательно, сущность внутризаводского хозрасчета составляет комплекс внутрипроизводственных экономических отношений между предприятием и его структурными подразделениями, между самими подразделениями, между отдельным работником и производственным подразделением, а также предприятием, проявляющихся в процессе реализации взаимосвязанных и взаимообусловленных материальных интересов (предприятия, его структурных подразделений и отдельных работников).

Из сказанного видно, что сущность внутрихозяйственного расчета и хозрасчета в целом проявляется одинаково, различаясь только уровнем и масштабом реализации материальных интересов производителей.

В связи с этим хозрасчет предприятия по форме существенно отличается от внутризаводского хозрасчета; хозрасчетные подразделения предприятия не покупают средств производства и не продают своей продукции, не имеют ссудных и расчетных счетов, прав юридического лица, законченного учета и отчетности, деятельность их не контролируется со стороны финансовых органов и банков.

В основе существования хозрасчетных отношений структурных подразделений лежит их обособленность и оперативно-производственная самостоятельность. Однако обособленность и самостоятельность производственных звеньев предприятия относительны. Естественно, что внутри предприятия не может существовать договорных отношений между хозрасчетными подразделениями.

Наличие существенных различий между предприятием и его хозрасчетными подразделениями в вопросах распоряжения средствами производства и результатами труда не служит основанием для отказа от организации внутризаводских отношений на базе стоимостных категорий (цена, себестоимость, заработная плата и др.). Из самого понятия сущности внутризаводского хозрасчета следует, что экономические интересы хозрасчетных подразделений будут соблюдены только при эквивалентном обмене, который возможен лишь при использовании стоимостных категорий. Только соблюдение материальных интересов всех производителей продукции внутри предприятия побуждает каждого из них в отдельности постоянно бороться за экономию живого и овеществленного труда в своих интересах и в интересах предприятия, а следовательно, и общества.

Таким образом, внутризаводской хозрасчет является объективной экономической категорией социализма, формой хозяйствования, необходимость которой обусловлена особенностями общественной социалистической собственности, социалистическим способом производства. В силу того, что хозрасчет предприятия и внутризаводской хозрасчет различаются лишь организационной формой, оставаясь по своей сущности одинаковыми, основные их принципы также практически одинаковы.

Хозрасчетные отношения между цехами представляют только часть экономических отношений на предприятиях, однако от правильности их построения в решающей мере зависят все остальные хозрасчетные отношения внутри предприятия.

В предприятиях хозрасчетные отношения складываются между основными цехами, между вспомогательно-обслуживающими, между основными и вспомогательно-обслуживающими цехами. Хозрасчетные отношения между основными цехами проявляются в передаче одним цехом другому незавершенной продукции для дальнейшей обработки. Хозрасчетные отношения вспомогательно-обслуживающих цехов между собой и с основными цехами заключаются в оказании таких услуг, как отпуск пара, электроэнергии, воды, текущий и средний ремонт оборудования и профилактическое обслуживание его, изготовление запасных частей, инструмента и т. д.

Поскольку хозрасчетные отношения между цехами проявляются, главным образом, в процессе передачи одним цехом другому незавершенной продукции и оказания услуг, необходима организация системы взаимоотношений между подразделениями, основанной на принципе материальной ответственности за выполнение взаимных обязательств, при которой каждое хозрасчетное подразделение отвечает лишь за результаты своей производственно-хозяйственной деятельности. Для этого разрабатывается система хозрасчетных претензий и расчетов за полуфабрикаты и взаимные услуги, которая закрепляется в специальных положениях и инструкциях.

Расширяя сферу хозрасчетных отношений, многие предприятия полностью переносят принципы и формы организации хозрасчета цехов на службы и отделы заводоуправления. Например, на Тагильском заводе пластмасс отделу главного механика планируется программа работ по видам ремонтов и обслуживания техники, затраты на производство, основные и оборотные фонды и другие показатели [3]. Это свидетельство того, что здесь отделы аппарата управления отождествляются с цехами, а взаимоотношения между цехами и отделами — с хозрасчетными отношениями между цехами.

Такой подход к организации хозрасчетных отношений между подразделениями аппарата управления и цехами, на наш взгляд, ошибочен. При теоретическом осмысливании этого вопроса, видимо, необходимо исходить из функций аппарата управления и материальных интересов, которые он отстаивает. Аппарат управления в целом и каждый его отдел представляют и отстаивают в отношениях с хозрасчетными цехами материальные интересы всего предприятия (коллектива). А это означает, что в данном случае имеют место хозрасчетные отношения между предприятием и его цехами. Отождествление экономических отношений цехов и аппарата управления с отношениями цехов неизбежно приведет к ослаблению действенности принципов хозрасчета. Поэтому необходимо четко представлять и видеть разницу между ними. В данном случае следует учитывать особенность содержания услуг, оказываемых аппаратом управления цехам. Эти услуги сводятся к выработке и исполнению необходимых решений, направленных

на обеспечение оптимального хода производственного процесса во всех цехах предприятия, путем технических и организационных приемов и средств, применяемых в управлении производством.

Указанная особенность услуг аппарата управления цехам обуславливает необходимость применения специфических форм хозрасчета отделов управления. Аналогичное положение, по нашему мнению, существует также и с формами реализации принципов хозрасчета на уровне предприятия и на уровне цеха.

Поскольку цехи фактически не продают своей продукции, принцип соизмерения результатов производства с затратами может, по нашему мнению, реализоваться и в другой известной уже форме — в форме сопоставления плановых и фактических затрат на выпуск продукции (работ, услуг) и определения экономии или перерасхода. При соблюдении требований к качеству работ эта форма становится вполне приемлемой, так как с помощью небольших дополнительных расчетов при подведении итогов работы производственных звеньев может быть определен с достаточной точностью их вклад в общие результаты деятельности предприятия.

Однако эта форма соизмерения затрат и результатов труда не может быть принята для отделов аппарата управления. Объясняется это в основном указанными особенностями услуг производственным цехам. В большинстве случаев, как отмечалось выше, отделы управления оказывают цехам услуги нематериального характера, но для реализации в производстве (в цехах) этих услуг требуются, как правило, значительные материальные и трудовые затраты непосредственно в цехах. И, следовательно, в этом случае неправомерно сопоставлять этот эффект, который, в конце концов, получается в производстве, только с затратами отдела управления. Сопоставление плановых затрат отдела с фактическими и определение экономии или перерасхода также не будет отражать в данном случае действительного вклада работников управления в производство.

Некоторые экономисты [4], [5] считают, что для придания внутризаводскому хозрасчету как системе цельности и внутренней стройности необходимо и для цехов, и для отделов управления вводить реализацию принципа соизмерения результатов и затрат. Для этого рекомендуется разработать систему внутризаводских расчетных цен на продукцию и услуги и организовать соответствующие условные расчеты между подразделениями. Если применение этой схемы организации хозрасчета оправдывается для цехов, то для отделов заводоуправления представляется весьма сомнительным. Даже если бы удалось правильно установить такие расчетные цены за услуги отделов управления, то все равно было бы очень трудно организовать необходимые хозрасчетные отношения отделов управления с цехами: ведь отделы управления оказывают одинаковые услуги обычно не одному цеху, а нескольким; последствия же их реализации имеют еще более широкое распространение, поэтому практически невозможно точно учесть объем таких услуг по цехам без ущемления чьих-либо материальных интересов.

Хозрасчетные отношения между отделами аппарата управления и цехами должны строиться, по нашему мнению, в основном на принципах материальной заинтересованности и материальной ответственности. При этом каждый отдел управления отстаивает материальные интересы всего предприятия в целом. При невыполнении тем или иным цехом предусмотренных планами, правилами технической эксплуатации, нормативными и другими документами заданий, требований, различных условий и положений, вызвавшем ухудшение (по ви-

не данного цеха) показателей работы не только цеха, но и предприятия в целом, отдел предъявляет к цеху-виновнику хозрасчетную претензию на фактическую сумму причиненного материального ущерба*.

Расходы по претензиям должны относиться на обобщающие показатели работы цехов. Это, безусловно, вызовет соответствующее снижение размеров вознаграждений работникам цеха, побудит их к улучшению деятельности в дальнейшем.

В тех случаях, когда расходы в цехе увеличиваются или срывается выполнение планового задания по вине какого-либо отдела управления, цех предъявляет хозрасчетную претензию к отделу. Все расходы по претензиям к отделу в течение месяца суммируются, и определяется общий размер экономического ущерба по вине отдела. В зависимости от характера претензий работники отдела могут быть полностью (частично) лишены премий из фонда материального поощрения или с них может быть взыскана определенная сумма из заработной платы в пользу работников цеха.

* При этом предъявляют только претензии, которые не относятся к перечню возможных претензий смежных цехов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. Гершкович, К. Корытов. О сущности хозрасчета. Журн. «Вопросы экономики» № 5, 1969. [2]. А. М. Емельянов. Методологические проблемы накопления и рентабельности в колхозах. Изд-во «Экономика», 1965. [3]. С. Ефремов. Хозрасчет вспомогательных служб. Журн. «Плановое хозяйство» № 4, 1967. [4]. П. А. Киржнер. Хозяйственный расчет отделов и служб машиностроительных предприятий в новых условиях. Харьков, 1968. [5]. А. А. Родигин. К перестройке внутризаводского хозрасчета. Журн. «Лесная промышленность» № 9, 1969.

Поступила 15 декабря 1969 г.

УДК 634.0.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ СЕБЕСТОИМОСТИ ЗАГОТОВКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ МАЛОМЕРНОЙ ДРЕВСИНЫ ПРИ РУБКАХ УХОДА

Ю. Ю. ТУПЫЦА

(Львовский лесотехнический институт)

Рубки ухода в молодых насаждениях — неотъемлемая часть современного лесохозяйственного производства. Они выполняют такие важные лесоводственные функции, как воспитание нормально развитых древостоев оптимального (для конкретных лесорастительных условий) состава, получение высококачественной древесины в минимальные сроки, улучшение санитарного состояния лесонасаждений и повышение их защитных свойств. Посредством рубок ухода решаются задачи создания насаждений, стойких против многих неблагоприятных факторов внешней среды, в частности, против вредных стихийных явлений, и в конечном итоге решаются задачи повышения общей продуктивности лесов.

Наряду с этим, рубки ухода являются специфическим мероприятием, при выполнении которого переплетаются две фазы материально-производства: лесовыращивание и лесозаготовки.

Нами предложена технология проведения рубок ухода в молодых насаждениях, несколько отличающаяся от существовавшей ранее.

В процессе подготовительных работ намечают трассу спуска вырубаемой древесины. Затем под углом 45° к этой трассе на расстоянии 50 м один от другого прорубают 1—1,5-метровые волоки.

Валку деревьев ведут направленно с последующей очисткой от мелких сучьев. Затем их выносят на волоки и увязывают в пучки размером $0,3 \times 0,3$ м.

На трелевке увязанных пучков используют упрощенную воздушнотрелевочную установку, выполняя подтрелевку к трассе спуска двухбарабанной легкой лебедкой или при помощи гужевой тяги.

Средством транспортировки пучков служат лесовозные автомобили с наращенными бортами. На погрузочно-разгрузочных работах можно применять различные погрузчики. Предложенная технология проверена в производственных условиях на предприятиях треста «Закарпатлес».

Цель настоящей статьи — рассмотрение степени влияния основных факторов на величину себестоимости 1 м^3 вырубаемой тонкомерной древесины франко-пункт ее потребления. На наш взгляд, это представляет практический интерес не только для предприятий исследуемого региона, но и для других районов СССР, где производятся интенсивные рубки ухода за лесом и достаточно хорошо развиты лесопотребляющие отрасли промышленности.

Затраты на заготовку и очистку хвороста от мелких веточек зависят, главным образом, от объема массы древесины, вырубаемой с 1 га , полноты насаждения, вырубаемой породы и — в горных условиях — крутизны склона.

При обработке материалов фотохронометражных наблюдений приходилось сталкиваться с большой амплитудой колебаний показателя трудоемкости. Для ее выравнивания использовали методы математической статистики.

В результате обработки большого количества материалов наблюдений в лесокombинатах Закарпатской области получена следующая зависимость себестоимости заготовки и очистки 1 м^3 маломерной древесины от объема вырубki в твердолиственных насаждениях при средней полноте 0,85 и средней крутизне склона 18° (табл. 1).

Таблица 1

Средний объем древесины, вырубаемой с 1 га , м^3	6	10	14	18	22
Себестоимость 1 м^3 , руб.	3,92	3,13	2,56	2,11	1,87

С помощью метода наименьших квадратов получена эмпирическая формула, выражающая зависимость себестоимости заготовки и очистки хвороста от объема вырубаемой древесины,

$$S = \left(\frac{19,0}{V} + 1,07 \right) \gamma \cdot \delta \cdot \epsilon, \quad (1)$$

где S — себестоимость заготовки и очистки хвороста, руб.;

V — объем древесины, вырубаемой с 1 га , м^3 ;

γ — коэффициент, учитывающий изменение затрат в зависимости от вырубаемой породы;

δ — коэффициент, учитывающий влияние полноты насаждения на величину затрат;

ϵ — коэффициент, учитывающий влияние крутизны склона на величину затрат.

По выравненным с помощью формулы (1) средним значениям величины S , построена кривая зависимости затрат от объема вырубаемой древесины V . Приведенные в формуле (1) поправочные коэффициенты установлены путем наблюдений.

Для лиственных насаждений коэффициент $\gamma = 1,0$; для смешанных с вырубкой хвойных пород в размере 20% общей вырубаемой массы древесины $\gamma = 1,03$; 30% — $\gamma = 1,10$; 50% — $\gamma = 1,15$; для елово-пихтовых насаждений $\gamma = 1,25$.

Известно, что запас древесины, вырубаемой с единицы площади при рубках ухода, находится в тесной связи с полнотой насаждения. Чем выше полнота, тем больше, как правило, и объем вырубаемой древесины. Поэтому установленная в виде эмпирической формулы (1) зависимость в какой-то степени учитывает и полноту насаждения.

В. С. Тришин и М. М. Бородин* на основании многочисленных наблюдений утверждают, что в пределах тех полнот насаждений, при которых производятся рубки ухода за лесом, трудозатраты почти не зависят от полноты насаждения. С этим можно согласиться, поскольку увеличение трудоемкости рубок ухода в более высокополнотном насаждении по сравнению с менее полнотным компенсируется большей массой заготовленной древесины и, таким образом, трудозатраты на 1 м³ вырубаемой древесины почти не изменяются.

Однако, как показали наши исследования, это положение справедливо только для одноярусных молодняков. Когда же рабочий вынужден расходовать время на вырубку мелкого подлеска в нижнем ярусе (а такие насаждения встречаются редко), тогда снижение полноты верхнего яруса и естественное увеличение полноты вырубемого подлеска довольно ощутимо влияет на объем подготовленной к вывозке древесины и, следовательно, увеличивает затраты на 1 м³ вывозимой древесины. Именно в силу этого необходимо было в формулу (1) ввести поправочный коэффициент δ . Путем наблюдений на пробных участках с различными полнотами установлены следующие значения коэффициента δ , учитывающего влияние снижения полноты верхнего яруса и одновременного увеличения полноты нижнего яруса (подлеска из жимолости, бузины и пр.) на величину затрат при заготовке и очистке хвороста: при полноте насаждения более 0,8 коэффициент $\delta = 1,0$; при снижении от 0,8 до 0,7 — $\delta = 1,10$ и при полноте от 0,7 до 0,6 — $\delta = 1,20$.

Естественно, что приведенные значения коэффициента δ действительны в тех случаях, когда уменьшение полноты верхнего яруса сопровождается увеличением полноты вырубемого подлеска.

Таблица 2

Вид трелевки	Себестоимость 1 м ³ хвороста, руб., в зависимости от расстояния трелевки, м				
	200	400	600	800	1000
Гужевая (включая погрузку — разгрузку)	0,96	1,22	1,42	1,60	1,81
ВТУ легкого типа	0,35	0,44	0,51	0,58	0,67
ВТУ с гужевой подтрелевкой на расстоянии, м					
до 100	1,23	1,30	1,38	1,46	1,53
" 200	1,30	1,40	1,47	1,54	1,63

* В. С. Тришин, М. М. Бородин. Техническое нормирование труда в лесном хозяйстве. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965.

Наконец, опытным путем установлены также значения поправочного коэффициента ε , учитывающего влияние крутизны склона на величину затрат при проведении рубок ухода в горных условиях. При крутизне склона менее 10° коэффициент $\varepsilon = 0,98$; от $20,1$ до 25° — $\varepsilon = 1,05$, от $25,1$ до 30° — $\varepsilon = 1,10$.

Затраты на трелевку неликвидной древесины зависят от расстояния трелевки и вида транспорта. В процессе проведения экспериментальных рубок ухода на предприятиях треста «Закарпатлес» трелевка хвороста осуществлялась гужевым транспортом и при помощи упрощенной воздушно-трелевочной установки конструкции Т. В. Михайльо. Опытные данные о величине затрат на трелевку увязанного в пучки хвороста приведены в табл. 2.

Составленные на основании опытных данных табл. 2 эмпирические формулы себестоимости трелевки различными видами транспорта в зависимости от расстояния имеют следующий вид: при гужевой трелевке хвороста

$$S = 0,0011 \cdot l + 0,76; \quad (2)$$

при трелевке воздушнотрелевочной установкой легкого типа

$$S = 0,00038 \cdot l + 0,28. \quad (3)$$

Как видим, механизированная трелевка намного дешевле, чем гужевая. Однако воздушная трелевка хвороста эффективнее гужевой только в тех случаях, когда имеется достаточное количество хвороста в радиусе до 12 м от лебедки, так как троеёмкость барабана лебедки 12 м. При большем удалении хвороста необходима его гужевая подтрелевка, что резко удорожает себестоимость трелевки (табл. 2).

Зависимость затрат на трелевку хвороста ВТУ от расстояния спуска при среднем расстоянии конной подтрелевки на 100 м выражается формулой (4), на 200 м — формулой (5).

$$S = 0,00038 \cdot l + 1,5; \quad (4)$$

$$S = 0,00042 \cdot l + 1,2, \quad (5)$$

где l — расстояние трелевки, м.

Затраты на транспортировку пучков хвороста определяли на основании единых тарифов на перевозку грузов автомобильным транспортом.

Расчетные тарифные ставки на транспортировку 1 м³ хвороста на различные расстояния определены, исходя из возможного объема погрузки на автомобиль. Расчеты произведены по условиям перевозки хвороста автомобилями грузоподъемностью 4 Т. Вес 1 м³ хвороста на основании опытных данных принят равным 800 кг. В среднем вес груза на автомобиле с наращенными бортами равнялся $3,0$ Т (примерно $3,8$ м³ хвороста). Отсюда коэффициент использования грузоподъемности равен $0,75$. Установлена следующая функциональная зависимость затрат S на перевозку 1 м³ хвороста от расстояния перевозки: L км

$$S = 0,031 \cdot L + 1,10. \quad (6)$$

Затраты на погрузку — разгрузку хвороста более или менее постоянны: в среднем — $0,36$ руб./м³ на погрузке и $0,11$ руб./м³ на разгрузке.

На основании приведенных зависимостей можно предложить следующую экономико-математическую модель себестоимости 1 м³ маломерной древесины франко-пункт ее переработки:

$$\Sigma S = f(V) \cdot \gamma \cdot S \cdot \varepsilon + U + f(l) + d_1 + f(L) + d_2 + \dot{i}, \quad (7)$$

где ΣS — себестоимость 1 м³ маломерной древесины франко-пункт ее переработки, руб.;

U — затраты на уплотнение массы хвороста (увязку в пучки), руб./м³;

d_1, d_2 — затраты на погрузку — разгрузку 1 м³ хвороста при транспортировке его потребителю, руб.;

\dot{i} — прочие расходы, устанавливаемые пропорционально заработной плате производственных рабочих, руб.

Проведенное исследование факторов себестоимости неликвидной древесины, получаемой при рубках ухода за лесом, способствует использованию древесины, которая в большинстве случаев не находила промышленного применения. Так, в одном лишь Свалаявском лесокombинате треста «Закарпатлес» за 1969 г. уже использовано в производстве древесностружечных плит свыше 10 тыс. м³ неликвидной древесины и лесосечных отходов. Использование этого сырья экономически эффективно.

Поступила 16 апреля 1970 г.

УДК 634.0.6

ЧТО НЕОБХОДИМО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ХОЗЯЙСТВА В ЛЕСАХ СЕВЕРА *

И. В. ВОРОНИН, М. С. ЧЕРНОБРОВЦЕВ, И. В. ТРЕЩЕВСКИЙ

(Воронежский лесотехнический институт)

В статье «О размере лесопользования на Севере», помещенной в № 5 «Лесного журнала» за 1969 г., Т. С. Лобовиков предлагает решение проблемы о размерах рубки леса в Архангельской области и Коми АССР. Он отвергает мнение лесохозяйственных органов о необходимости снижения расчетных лесосек в этих районах и планомерного перебазирования лесозаготовок в многолесные районы Сибири и рекомендует «путь интенсификации лесного хозяйства» в этих районах.

Мотивом к такому решению служит утверждение автора, что перебазирование лесозаготовок чрезвычайно дорого, а интенсификация лесного хозяйства значительных затрат не потребует. В подтверждение этого вывода он не приводит никаких доказательств и никаких, даже укрупненных, расчетов. В этом первая ошибка автора и необусловленность его выводов.

Попробуем сделать хотя бы укрупненные расчеты капитальных вложений, потребных при перебазировании лесозаготовок в районы Сибири и для повышения интенсивности лесного хозяйства в районах Севера.

По данным А. Г. Желудкова [1], удельные капитальные вложения на 1 м³ производственной мощности лесозаготовительного производства для Западно-Сибирского района составляют 15 р. 75 к., для Восточно-Сибирского — 15 руб. 20 к. и для Дальневосточного — 18 руб. 60 к.

Н. А. Медведев и др. [2] отмечают, что удельные капиталовложения при лесозаготовках составляют: на промышленное строительство

* Печатается в порядке обсуждения.

12,5 руб. и жилищно-коммунальное строительство — 9 р. 50 к. (всего 22 руб. на 1 м³). Учитывая повышение цен на стройматериалы, мы можем для укрупненных расчетов принять, что капитальные вложения по перебазированию лесозаготовок в районы Сибири и Дальнего Востока составят округленно 25 руб. на 1 м³ производственной мощности.

При заготовках в Архангельской области и в Коми АССР округленно 40 млн. м³ и перебазировании лесозаготовок даже на 50%, то есть в размере 20 млн. м³, потребуется капитальных вложений около 50 млн. руб.

Каковы же будут затраты при повышении интенсивности лесного хозяйства в этих районах? Известно, что наиболее объективным показателем интенсивности хозяйства служит его оснащенность основными фондами как средствами производства. Согласно нормативам основных фондов, разработанным Союзгипролесхозом, в интенсивной зоне ведения лесного хозяйства необходимо иметь основных фондов на сумму 45—50 руб. на каждый 1 га площади хозяйства. В настоящее время в лесах Севера их всего до 1 руб. на 1 га. Следовательно, для доведения интенсивности лесного хозяйства Архангельской области и Коми АССР на площади 60 млн. га до высокого уровня необходимо прежде всего увеличить основные фонды в 40—50 раз, что потребует капиталовложений в объеме не менее 2,0—2,5 млрд. руб. Если такие же темпы интенсификации лесного хозяйства распространить на леса всей европейской части Советского Союза площадью 170 млн. га, то потребность в капиталовложениях для этой цели возрастет до 5,5—5,8 млрд. руб. Как видно, повышение интенсивности лесного хозяйства связано со значительно большими средствами, чем освоение отдаленных резервных лесов. Тем более, что вопрос освоения резервных лесов не может быть снят с повестки дня, так как надвигающийся резкий дефицит в древесине в Европе и на мировом рынке делает экономически невыгодным оставлять в течение долгого времени несколько сот миллионов гектаров леса СССР в категории неосвоенных и непродуцирующих лесных ресурсов.

Но дело не только в капиталовложениях. Проведение выборочных рубок в приспевающих и средневозрастных насаждениях (в чем автор видит основной выход из положения) потребует много высококвалифицированных лесных специалистов, которых в северных районах даже при современном уровне интенсивности хозяйства нехватает, и значительная часть лесничих замещена практиками без специального образования.

Средняя площадь лесхоза в Архангельской области более 680 тыс. га, а средняя площадь лесничества 150 тыс. га. Можно ли при таких нагрузках на одного специалиста вести интенсивные выборочные рубки? Конечно, нет. Исследованиями Союзгипролесхоза установлено, что для обеспечения нормального технического руководства лесохозяйственным производством при интенсивном ведении лесного хозяйства площадь лесничества должна быть не более 4—5 тыс. га, а площадь лесхоза не более 50—60 тыс. га. Практика ведения интенсивного лесного хозяйства в западноевропейских странах и в таких наших республиках, как Литовская ССР, подтверждая эти нормы, показывает, что площадь лесничества должна быть снижена до 1,5—2,0 тыс. га. Отсюда легко видеть, что осуществление предложения Т. С. Лобовикова по интенсификации лесного хозяйства потребует организации более 10 тыс. дополнительных лесничеств и 1 тыс. лесхозов, подготовки для них высококвалифицированных лесных специалистов и обеспечения для них соответствующих условий, исключая переход на

работу в другие отрасли. Для этого также потребуются значительные затраты средств и времени. К сожалению, Т. С. Лобовиков все это отбрасывает, что тем самым ставит под сомнение реальность интенсификации лесного хозяйства Севера.

Предлагая по образцу Финляндии расширение выборочных рубок, получивших название рубок ухода за запасом и приростом насаждения, Т. С. Лобовиков свособразно толкует их сущность. Рубки ухода за приростом и запасом — наиболее сложный метод ведения лесного хозяйства, требующий индивидуального подхода к каждому оставляемому и вырубаемому дереву. Идея этих рубок базируется на том, что в первых стадиях этих рубок из насаждений выбираются все худшие, фаутные и оставляются все лучшие по форме и продуктивности дерева. В результате создаются условия для отложения прироста древесины в последующие годы на лучших деревьях и бесспорно значительно увеличивается ценность этого прироста. Такие рубки получают все большее развитие и у нас в Литовской ССР. В смешанных насаждениях при этом выбираются в первую очередь перестойные деревья лиственных пород, а в чистых хвойных преимущественно дровяные стволы.

Такие рубки, очевидно, не устроят нашу лесную промышленность. В настоящее время даже при сплошных рубках и твердо установленных планом процентах хвойной и деловой древесины лесозаготовители очень часто оставляют на лесосеках все дровяные стволы хвойных пород и встречающуюся примесь лиственных. Спрашивается, во что же превратятся эти выборочные рубки в приспевающих и даже в средневозрастных насаждениях, которые, по мнению автора, должны повысить продуктивность оставшейся части насаждения. Ответ на этот вопрос получить несложно. Будут вырубаться лучшие деревья из насаждений, и план лесозаготовок таким образом будет выполняться.

А как же будет обстоять дело с приростом древесины в оставшейся части? Прирост в насаждениях, пройденных такими рубками, будет значительно снижен в течение 20—40 лет, главным образом по качеству, так как он будет в основном откладываться на дровяных деревьях и оставшейся примеси лиственных пород. К возрасту главных рубок такие насаждения будут малоценными, с низким запасом на 1 га.

И, наконец, рассмотрим новые предложения Т. С. Лобовикова по расчету пользования древесиной в хозяйствах, где сплошные рубки дополняются выборочными.

До настоящего времени размер главного пользования древесиной устанавливали, исходя из распределения насаждений по классам возраста, их продуктивности и наличия лесоэксплуатационного фонда, независимо от способов рубки.

Т. С. Лобовиков рекомендует в основу расчета положить способ рубки и для одной и той же площади хозяйства сначала рассчитать размер древесины по общепринятой методике для сплошной рубки, а затем прибавить к этой величине количество древесины, которое на той же площади будет дополнительно вырублено в порядке выборочных рубок.

Таким образом, предложения Т. С. Лобовикова сводятся к следующему. Плановое перебазирование лесозаготовок в резервные леса прекратит, как дорогое мероприятие. Рубить в лесах европейской части по мере потребности. Если не хватает спелых насаждений, то рубить приспевающие и даже средневозрастные насаждения в виде выборочных рубок.

Автор успокаивает, что продолжение рубки леса в европейской части СССР без изменения объемов не грозит катастрофой в ближайшие 10—15 лет, но даже он признает, что это приведет к истощению спелого леса. А что же делать тогда? Завозить все количество потребной древесины из Сибири. По расчетам лесных органов, в Архангельскую область уже к 1973 г. придется ввозить до 2,0 млн. м³ древесины для обеспечения потребностей деревообрабатывающей промышленности. Так что освоение резервных лесов не снимается с повестки дня. Но делать это надо планомерно, а не после того, как вырубят все спелые насаждения в европейской части, как предлагает Т. С. Лобовиков.

Таким образом, ни в части последовательного использования спелых насаждений, ни тем более в части метода расчета размера рубки в хозяйстве предложения, изложенные в статье Т. С. Лобовикова, не могут быть признаны обоснованными.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. Г. Желудков. Использование и экономия древесины в народном хозяйстве СССР. М., 1968. [2]. Н. А. Медведев, В. В. Глотов, Е. И. Германов, Б. А. Шатилов. Капитальные вложения и основные фонды в отраслях лесной промышленности. М., 1968.

Поступила 11 мая 1970 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 634.0.231

О ПОЯВЛЕНИИ И ОТПАДЕ ВСХОДОВ ЕЛИ НА ВЫРУБКАХ *

В. Н. НИЛОВ

(Архангельский институт леса и лесохимии)

Изучение последующего возобновления леса, проводимое нами в южных районах Вологодской области, позволило выявить некоторые особенности этого процесса в связи с типами вырубок. Так, если поселение березы на кипрейных вырубках происходит быстро и обильно, то на малинниковых она разрастается постепенно, по мере изреживания полога малины [3]. В облесении вейниковых и кипрейно-вейниковых вырубок обычно наряду с березой участвует и корнеотпрысковая осина, тогда как на осоково-долгомошных, таволговых и травяно-болотных вырубках она почти не встречается.

Поскольку возобновление хвойных пород на концентрированных вырубках нередко лимитируется отсутствием надежных источников семян, выявить особенности поселения ели в разных типах вырубок значительно сложнее. Нередко вырубки с различными лесорастительными условиями (например, кипрейные и вейниковые) одинаково плохо возобновляются елью.

С целью изучения особенностей начального этапа поселения ели на вырубках мы выполнили следующую работу. 18 мая 1967 г. был произведен посев ели (местными семенами) в таких лесорастительных условиях: 1) вейниковая 3-летняя вырубка. Почва слабоподзолистая легкосуглинистая на карбонатном валунном суглинке; 2) ширококотравная 3-летняя вырубка. Почва дерново-поверхностно-глеевая суглинистая на карбонатном суглинке; 3) травяно-болотная 3-летняя вырубка. Почва торфянисто-перегнойная на оглеенной валунной глине; 4) осоково-долгомошная четырехлетняя вырубка. Почва торфянисто-подзолисто-глееватая супесчаная на среднем суглинке. Семена ели высевали в ненарушенный покров без заделок, лентами шириной 1 м и длиной 40—50 м, по 3 г на 1 м². Учет всходов проводили четыре раза в сезон: в июне, июле, августе и октябре. При учетах каждый всход нумеровали. Всего под наблюдением было около 3000 всходов.

Всхожесть семян, высеянных на вырубках разных типов, оказалась различной. Меньше всего всходов появилось на ширококотравной вырубке. Всхожесть семян на травяно-болотной и вейниковой вырубках была примерно одинаковой и почти вдвое выше, чем на ширококотравной вырубке. Наиболее благоприятными для прорастания семян ели оказались условия осоково-долгомошной вырубки (табл. 1). Густота всходов, появившихся на любой из рассматриваемых вырубок, изменялась в довольно широких пределах (коэффициент вариации приведен в табл. 1). Эта изменчивость обусловлена наличием определенной неоднородности микроусловий внутри типа вырубки, вызванной пятнистым распределением отдельных видов травянисто-моховой растительности, неравномерной густоты их стояния, неоднородностью верхних горизонтов почвы и т. п.

Таблица 1

№ п/п	Типы вырубок	Число всходов ели $M \pm m$, шт./м ²	Коэффициент вариации C , %
1	Ширококотравная . .	4,5 ± 0,8	106,7
2	Травяно-болотная . .	8,0 ± 1,5	87,5
3	Вейниковая	8,3 ± 1,2	66,3
4	Осоково-долгомош- ная	45,1 ± 5,4	84,0

Несомненный интерес представляет анализ появления и отпада всходов в связи с их приуроченностью к участкам с различным субстратом (табл. 2) и наличием для всходов прикрытия из травянистых растений (табл. 3).

* По материалам исследований на территории Белозерского лесхоза Вологодской области.

Таблица 2

Субстрат	Площадь, %	Относительное количество всходов, %	Среднее число всходов на единице пло- щади субстра- та, шт./м ²	Отпад всхо- дов, %
Вейниковая вырубка				
Разложившийся валежник	9	19,3	17,8	53,2
Мертвый покров	83	51,8	5,4	62,8
Редкий политрихум	2	8,4	35,0	28,6
Густой политрихум	3	2,4	6,7	100,0
Редкие зеленые мхи	1	13,3	55,0	59,1
Редкий мниум	2	4,8	10,0	87,5
Всего	100	100,0	8,3	59,7
Осоково-долгомшная вырубка				
Минерализованные участки	3	10,5	157,3	22,5
Мертвый покров	19	5,1	12,2	37,4
Обнаженный торф	3	5,5	82,0	55,2
Валежник	3	0,6	8,7	61,5
Редкие зеленые мхи	2	2,9	65,0	44,7
Редкий политрихум	3	14,8	223,3	26,6
Политрихум средней густоты	8	10,8	60,8	11,5
Густой политрихум	29	12,2	19,0	31,9
Редкий сфагнум	2	3,8	86,0	32,6
Сфагновые подушки	17	17,5	46,4	46,0
Сфагно-политриховые подушки	11	16,3	67,0	41,3
Всего	100	100,0	45,1	34,0
Травяно-болотная вырубка				
Мертвый покров	61	60,3	7,8	22,9
Сфагнум	9	15,7	13,1	12,0
Мниум	10	21,4	17,0	20,6
Зеленые мхи	3	1,3	4,0	—
Валежник	7	1,3	1,4	—
Вода	8	—	—	—
Другие мхи	2	—	—	—
Всего	100	100,0	8,0	20,1

На вейниковой вырубке большая часть всходов приурочена к участкам, лишенным мохового покрова. Однако это еще не дает права говорить о наличии на таких участках лучших условий для появления всходов. Меньшее их число на моховом покрове объясняется небольшим распространением мхов по площади вейниковой вырубки (менее 10%). Сравнение среднего числа всходов на единице площади участков с различным субстратом свидетельствует о наличии благоприятных условий для появления всходов среди редкого политрихума и зеленых мхов. В то же время участки с густым политрихумом менее благоприятны для поселения ели.

Существенно различаются условия для поселения ели на вейниковой вырубке в связи с наличием прикрытия из травянистых растений. Под иван-чаем всходов на единице площади значительно больше, а их отпад меньше, чем на участках без прикрытия или под прикрытием вейника. Большой отпад всходов хвойных пород на вырубках Ленинградской области, зарастающих злаками, отмечен Н. Е. Декатовым [1].

На осоково-долгомшной вырубке основная масса всходов приурочена к моховому покрову, занимающему почти 3/4 площади. Здесь, как и на вейниковой вырубке, всхожесть высевных семян оказалась наименьшей на валежнике, затем на мертвом покрове и среди густого политрихума. Максимум всходов на единицу площади отмечен на минерализованных участках и среди редкого политрихума. Наибольшая гибель всходов наблюдалась на быстро пересыхающем в периоды бездорожья субстрате — на валежнике, на микроповышениях, занятых зелеными мхами, на сфагновых подушках. На минерализованных участках, среди редкого и, особенно, средней густоты политрихума отпад всходов значительно меньше. Исследованиями В. Г. Чертовского [4] на долгомошных вырубках Архангельской области установлено, что на участках

почвы, не притененных мхом, всхожесть семян ели почти в 10 раз меньше, чем на моховом покрове высотой 2—3 см и сомкнутостью 0,5—0,9. При увеличении высоты политрихума условия для прорастания семян ухудшаются. При высоте кукушкина льна более 10 см всходы ели появляются редко, слабо укореняются (зависают) и гибнут.

Таблица 3

Прикрытие из травянистых растений	Площадь, %	Относительное количество всходов, %	Среднее число всходов на единице площади с однородным прикрытием, шт./м ²	Отпад всходов, %
Вейниковая вырубка				
Вейник	23	27,1	9,8	75,6
Иван-чай	2	12,0	50,0	50,0
Другие растения	19,5	37,4	16,0	48,4
Без прикрытия	55,5	23,5	3,5	64,1
Всего	100	100,0	8,3	59,7
Осоково-долгомшная вырубка				
Осока	12	15,7	59,2	27,6
Другие растения	2	7,1	159,0	22,0
Без прикрытия	86	77,2	36,3	36,4
Всего	100	100,0	45,1	34,0
Травяно-болотная вырубка				
Таволга	13	35,2	21,6	10,7
Лютик	9	20,1	17,8	21,9
Гравилат	9,5	11,3	9,5	27,8
Вейник Лангсдорфа	8,5	13,2	12,3	23,8
Другие растения	15,5	7,6	3,9	25,0
Без прикрытия	44,5	12,6	2,2	20,0
Всего	100	100,0	8,0	20,1

Основная масса всходов на осоково-долгомшной вырубке приурочена к открытым участкам, что связано с незначительным распространением травяного покрова. Лучшие же условия для поселения ели создаются под прикрытием травяного полога. Здесь среднее количество всходов на единицу площади больше, а отпад за сезон меньше, чем на участках, лишенных растительности. Характерно, что условия для поселения ели под осокой хуже, чем на участках с прикрытием другими растениями. В целом отпад всходов за сезон на осоково-долгомшной вырубке в 1,7 раза меньше, чем на вейниковой.

На травяно-болотной вырубке больше половины появившихся всходов приурочено к мертвому покрову. Однако всхожесть семян на мертвом покрове заметно ниже, чем среди мхов-гигрофитов — сфагнума и мниума. Среди зеленых мхов, занимающих здесь повышенные элементы микро рельефа, и, особенно, на валежнике всходы довольно редки.

На участках, лишенных травянистой растительности, всходов ели значительно меньше, чем под пологом болотного крупнотравья. Особенно благоприятны условия для поселения ели среди таволги — всходы здесь появляются обильнее и меньше погибают. Это связано с тем, что в тени крупнотравья меньше опасность иссушения верхнего слоя почвы, благоприятнее температурные условия, всходы ели не страдают от солнцепека и т. д. Необходимо учитывать также, что участки с плохим водно-воздушным режимом верхних горизонтов почвы (заняты зелеными мхами и мертвым покровом периодически пересыхающие микроповышения, затопленные водой микропонижения) обычно лишены травянистой растительности.

Поскольку на широкоотравной вырубке под наблюдением было сравнительно немного (178 шт.) всходов, мы не приводим подобного анализа их появления и отпада в зависимости от микроусловий из-за опасения сделать неправильные выводы. Общий отпад всходов за сезон на широкоотравной вырубке составил 46,1%.

Несмотря на то, что всхожесть семян ели на любой из рассматриваемых вырубках довольно сильно варьирует, различия в количестве всходов, появившихся на вырубках

разных типов, не случайны. В каждом из рассматриваемых типов вырубок какие-то микроусловия преобладают, а значит и определяют среду для поселения ели.

Кроме того, даже на одном и том же субстрате условия для поселения ели в разных типах вырубок неодинаковы. Например, на мертвом покрове появилось всходов (в среднем на единицу площади): на вейниковой вырубке—5,4; на осоково-долгомошной—12,2; на травяно-болотной—7,8; среди зеленых мхов соответственно 55; 65; 4 шт./м².

О достоверности различий в густоте всходов на вырубках разных типов свидетельствуют результаты статистической обработки материала. В подтверждение сказанного приводим величины критерия достоверности различий в густоте всходов на вырубках разных типов (цифры 1, 2, 3, 4 у буквенного обозначения критерия достоверности t_d соответствуют номерам типов вырубок (табл. 1).

$$t_{d2-1} = 2,06; \quad t_{d3-1} = 2,64; \quad t_{d4-1} = 7,52;$$

$$t_{d3-2} = 0,16; \quad t_{d4-2} = 6,62; \quad t_{d4-3} = 6,69.$$

Обработка данных об отпаде всходов за сезон методом дисперсионного анализа показала, что влияние условий типа вырубки на отпад всходов ели можно считать в высшей степени достоверным. Отношение факториальной девиаты к случайной равно $F = 24,2$ и значительно выше любого из трех стандартных отношений девиат (2,6; 3,8; 5,4).

Таким образом, несмотря на существующие в каждом типе вырубок различия во всхожести семян и сезонном отпаде всходов, обусловленные неоднородностью субстрата, пятнистостью распределения отдельных видов напочвенного покрова и их эдификаторными особенностями, установлено, что условия для поселения ели в разных типах вырубок существенно различаются. По результатам однолетних наблюдений, рассматриваемые вырубки можно расположить по мере ухудшения условий для поселения ели следующим образом: осоково-долгомошная, травяно-болотная, вейниковая и широколиственная.

В то же время выявились и некоторые общие для изучаемых вырубок особенности начального этапа возобновления ели.

1. На участках мертвого покрова условия для поселения ели значительно хуже, чем среди редких мхов.

2. Под пологом травянистых растений всхожесть семян ели выше, а сезонный отпад всходов обычно меньше, чем на открытых участках. Лишь под пологом вейника всходы ели погибают в большем количестве, чем на участках, лишенных травяного покрова.

Выявленные особенности поселения ели на вырубках необходимо учитывать при проведении мероприятий по содействию естественному возобновлению ели на вырубках и при уходе за лесными культурами.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. Е. Декатов. Мероприятия по возобновлению леса при механизированных лесозаготовках. Гослесбуиздат, М.—Л., 1961. [2]. И. С. Мелехов. Основы типологии вырубок. Сб. «Основы типологии вырубок и ее значение в лесном хозяйстве», Архангельск, 1959. [3]. В. Н. Нилов. Возобновление леса на вырубках еловых лесов южной подзоны тайги. Сб. «Вопросы таежного лесоводства на Европейском Севере», изд-во «Наука», М., 1967. [4]. В. Г. Чертовской. Долгомошные вырубки, их образование и облесение. Изд-во АН СССР, М., 1963.

УДК 634.0.5

О ФОРМЕ СТВОЛОВ СОСНЫ В МОЛОДНЯКАХ

Л. Ф. ИПАТОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

В основу исследования положены массовые экспериментальные материалы, собранные в 1965—1968 гг. при изучении строения и роста чистых сосновых молодняков искусственного и естественного происхождения в 13 лесхозах Вологодской области*. Всего было срублено и обмерено 2350 модельных деревьев высотой от 0,5 до 16 м.

* Работа выполнена под руководством заслуженного лесоведа РСФСР, доц., канд. сельскохозяйственных наук В. И. Левина.

О форме стволов сосны и влиянии на нее ряда факторов можно судить по среднему относительному сбегу в процентах от диаметра на 0,1 высоты ствола [2]. В результате статистической обработки материалов выявлено следующее.

1. Различия в форме стволов между классами роста деревьев в древостое несущественны (показатель достоверности различия $t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$ меньше 3). Лишь деревья I класса роста имеют повышенный сбег в верхней половине ствола (табл. 1), что говорит о более высокой энергии их роста. Отсутствие существенных различий в сбеге связано с тем, что факторы, уменьшающие или увеличивающие полнодревесность стволов, одновременно оказывают влияние на рост всех деревьев в древостое.

Таблица 1

Объекты исследования	Классы роста (по Крафту)	Количество стволов	Относительный сбег, % на относительных высотах			
			0,1	0,3	0,5	0,7
Сосняк-черничник. Посев 1929 г. Полнота I,0. Рубки ухода не проводились	I	6	100	87,8	72,8	52,3
	II—III	24	100	87,2	73,8	55,0
	IV—Va	8	100	87,2	73,0	54,9
Сосняки-брусничники. Сомкнутые культуры 9—31 года (данные 32 пробных площадей)	I	95	100	84,5	69,1	48,5
	II—III	355	100	85,2	70,9	51,5
	IV—Va	122	100	84,9	70,2	51,4

2. С увеличением толщины стволов заметно постепенное повышение полнодревесности их в верхней части, однако в молодняках с диаметром деревьев до 16 см различия в сбеге между средним рядом и отдельными ступенями толщины несущественны ($t < 3$). При сопоставлении наших и других [5], [6] данных со средним рядом проф. В. К. Захарова [3], составленным для более крупных стволов (табл. 2), показатель достоверности различия сбега на относительных высотах 0,6—0,8 оказался равным 8,0—18,9, то есть значительно выше 3. Следовательно, форму молодых (маломерных) стволов следует рассматривать отдельно от формы спелых (крупномерных).

Таблица 2

Объекты исследования	Ступени толщины	Количество стволов	Относительный сбег, % на относительных высотах		
			0,3	0,5	0,7
Высокополнотные культуры сосны I—III классов бонитета Вологодской области (данные автора)	2	150	84,3	70,2	50,9
	6	291	85,5	70,5	51,8
	10	275	85,5	71,1	52,0
	14	112	85,6	72,3	52,6
	Среднее	828	85,2 ± 0,17	70,9 ± 0,24	52,1 ± 0,21
Чистые полные молодняки сосны естественного происхождения Архангельской области [5]	—	100	85,4 ± 0,49	70,0 ± 0,65	50,5 ± 0,69
Чистые полные культуры сосны Литвы [6]	—	364	83,2 ± 0,08	67,5 ± 0,10	46,7 ± 0,12
Сосняки Белоруссии [3]	—	—	84,4 ± 0,22	71,8 ± 0,24	55,4 ± 0,26

3. Изучение влияния густоты на форму стволов подтверждает мнение многих исследователей о том, что при большей густоте формируются и более полнодревесные стволы. В табл. 3 приведены данные для сосняка-брусничника. Показатель достоверности различия между сравниваемыми рядами больше 3.

Таблица 3

Количество деревьев, тыс. шт./га	Метод создания культур	Количество стволов	Относительный сбег, %, на относительных высотах			
			0,1	0,3	0,5	0,7
4—8	Посадка	269	100	84,5 ± 0,30	69,6 ± 0,38	48,9 ± 0,39
8—13	Посев	268	100	85,6 ± 0,29	71,5 ± 0,39	53,0 ± 0,43

Еще нагляднее влияние густоты проявляется по корреляционной связи между относительным сбегом и числом растущих деревьев на 1 га (табл. 4).

Таблица 4

Относительные высоты	Коэффициенты корреляции	
	сосняки-брусничники, густота 8,2—11,3 тыс. деревьев на 1 га, средняя высота 6—12 м, 20 пробных площадей	сосняки лишайниковые и мохово-лишайниковые, густота 3,0—17,6 тыс. деревьев на 1 га, средняя высота 4,5—6,5 м, 17 пробных площадей
0,0	0,021	0,205
0,1	—	—
0,2	0,142	0,137
0,3	0,282	0,160
0,4	0,402	0,376
0,5	0,493	0,471
0,6	0,543	0,523
0,7	0,653	0,787
0,8	0,658	0,674
0,9	0,595	0,465

Из таблицы видно, что в молодняках коэффициент корреляции увеличивается с высотой ствола. На относительных высотах 0,7—0,8 он достигает 0,65—0,78, то есть связь близка к тесной. На относительных высотах 0,4—0,6 и 0,9 связь можно охарактеризовать как умеренную, а на остальных — как слабую или совсем отсутствующую.

Таблица 5

Статистические показатели	Относительные высоты									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9

Зеленомошная группа типов леса (n=1427)

M, %	124,1	100	91,8	85,1	79,0	70,7	62,6	51,7	40,2	24,2
±m	0,21			0,12		0,15		0,16		0,16
σ	8,09			4,49		5,82		6,23		5,88
C	6,5			5,3		8,2		12,1		24,3
P	0,17			0,14		0,21		0,31		0,66

Лишайниковая группа типов леса (n=923)

M, %	123,9	100	90,4	82,7	75,5	67,2	59,1	47,2	35,6	22,2
±m	0,28			0,17		0,22		0,21		0,17
σ	8,62			5,08		6,53		6,50		5,26
C	7,0			6,2		9,7		13,8		23,6
P	0,23			0,21		0,33		0,44		0,75
t	0,6			11,5		13,0		17,3		8,5

4. При одинаковой средней высоте, густоте и относительно равномерном размещении деревьев по площади у культур и естественных молодняков относительный сбеги практически одинаковы, что в данном случае не подтверждает выводов о существенном влиянии происхождения на форму и полндревесность стволов.

5. В зависимости от типов леса форму стволов в чистых сосновых молодняках Вологодской области довольно четко можно подразделить на две группы: селеномошную (сосняки-кисличники, черничники, брусничники) и лишайниковую (сосняки лишайниковые и мохово-лишайниковые). В пределах этих групп в величинах относительного сбега по типам леса существенного расхождения нет, а в сбегах верхней и нижней частей ствола между группами эти различия достигают 9—17. Приведенные в табл. 5 средние статистические показатели по рядам вычислены при высокой точности исследования, равной 0,1—0,7%.

6. Изменчивость формы ствола в молодняках выше, чем в спелых древостоях, однако разница в величине коэффициента вариации по относительным высотам, как правило, не превышает 15%. Некоторое увеличение коэффициента вариации в лишайниковой группе типов леса вызвано большей сучковатостью и искривленностью стволов.

Проведенные исследования показывают, таким образом, что на форму стволов в молодняках оказывают влияние различные факторы и прежде всего густота, условия местопроизрастания и толщина (возраст), на что в свое время указывали М. Л. Дворецкий и И. В. Мамаев [1]. Все это необходимо учитывать при составлении различного рода таблиц для таксации молодняков.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. М. Л. Дворецкий, И. В. Мамаев. О средней форме древесных стволов. Сборник трудов ПЛТИ, № 58, 1967. [2]. В. К. Захаров. Форма древесных стволов и методы ее исследования. Сборник научных трудов БЛТИ, вып. X, 1957. [3]. В. К. Захаров. Новое в технике лесной таксации. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966. [4]. В. И. Левин. Сосняки Европейского Севера. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966. [5]. Н. Н. Соколов. Таблицы объемов маломерных стволов сосны. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1965. [6]. И. Репшис, И. Григалинас. Форма, полндревесность и объем мелких стволов сосны обыкновенной искусственного происхождения. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1967.

УДК 634.0.524

О МЕТОДЕ В. К. ЗАХАРОВА ПО СОСТАВЛЕНИЮ ТАБЛИЦ ОБЪЕМОВ И СБЕГА

Н. Т. СМИРНОВ

(КазНИИЛХ)

Для составления таблиц объемов и сбега в последнее время широко применяется метод В. К. Захарова, основанный на использовании так называемых чисел сбега или коэффициентов формы, представляющих собой отношения диаметров на любой относительной высоте к диаметру на 0,1 высоты. В соответствии с гипотезой В. К. Захарова [5], средняя форма стволов не зависит от высоты, диаметра и возраста, а обуславливается лишь лесоводственно-биологическими особенностями древесных пород. В связи с этим для составления таблиц объемов и сбега требуется сравнительно небольшой фактический материал.

Для изучения формы древесных стволов казахского мелкосопочника из числа срубленных модельных деревьев мы механически отобрали по 150 стволов сосны и березы, представляющих различные ступени толщины и высоты. Попытка составить по этим данным таблицы объемов и сбега по методике В. К. Захарова не увенчалась успехом.

Методика В. К. Захарова предусматривает выполнение двух технических приемов: 1) определение среднего относительного сбега по отношению к диаметру на 0,1 высоты ствола; 2) установление линейной зависимости между таксационным диаметром и диаметрами на относительных высотах, что необходимо для перехода от относительного сбега к абсолютному.

Представленные в табл. 1 в сильно сокращенном виде материалы показывают, что у маломерных стволов относительный сбеги в значительной степени изменяется в зависимости от высоты и диаметра ствола.

Влияние диаметра и высоты ствола крупных деревьев на числа сбега невелико, поэтому по материалам всех исследователей получаются близкие относительные диа-

Таблица 1

Диаметр на 1,3 м, см	Высота, м	Относительный сбег, %, на относительных высотах								
		0	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
2	3,3	116,0	86,0	75,0	62,4	55,0	47,0	37,2	25,6	10,8
4	5,2	118,3	88,0	78,5	69,5	60,0	51,0	40,2	26,8	12,2
6	7,0	120,5	89,5	80,5	72,0	64,0	54,3	42,5	28,3	13,6
8	8,7	123,0	90,0	81,5	74,0	66,0	56,8	44,5	30,0	15,0
10	10,4	125,3	90,3	82,5	75,0	68,0	58,8	46,5	31,8	16,4
12	12,0	127,3	90,5	83,3	76,0	69,5	60,5	48,5	33,2	17,8
14	13,6	128,5	90,5	83,8	77,0	70,5	62,3	50,0	34,5	19,0
16	15,1	129,5	90,5	84,0	77,8	71,1	63,7	51,3	35,5	20,0
18	16,3	130,0	90,5	84,1	78,0	71,5	64,4	51,8	36,0	20,5
20	17,2	130,0	90,5	84,3	78,2	71,8	65,0	52,5	36,5	21,0
22	19,2	130,0	90,5	84,3	78,3	72,0	65,3	53,0	37,0	21,5
24	20,5	130,0	90,5	84,3	78,4	72,2	65,6	53,3	37,4	22,0
По данным										
В. К. Захарова [4]		140,9	91,6	84,4	78,3	71,8	64,6	55,4	43,3	25,0
В. М. Бедика [1]		130,0	91,6	84,8	78,4	72,1	63,0	52,8	38,9	21,1
Н. Н. Соколова [6]		117,6	92,4	85,4	78,0	70,0	61,5	50,5	38,0	23,4
А. С. Головачева [3]		135,9	90,4	83,7	78,3	71,3	62,6	52,5	39,5	23,6
для параболоида		105,0	94,0	88,0	81,5	74,3	66,5	57,5	47,0	33,0

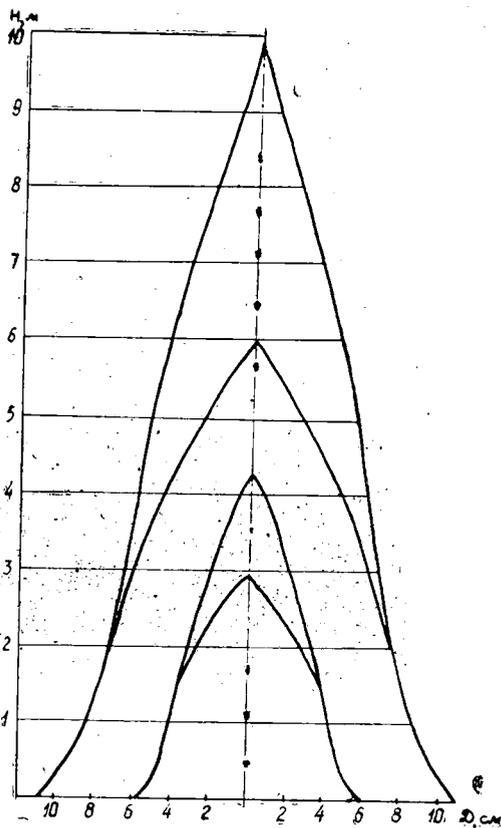


Рис. 1. Форма стволов сосны в зависимости от высоты при одинаковом таксационном диаметре.

метры. Форма нижней части ствола мало зависит от высоты. Вместе с тем различие в высотах вызывает значительное расхождение в форме верхней части ствола (рис. 1). В связи с этим, независимо от высоты ствола, у деревьев с одинаковым таксационным диаметром одинаковы диаметры и на пне (у основания ствола). Диаметр же на 0,1 высоты с увеличением высоты ствола уменьшается, а поэтому у деревьев с равными диаметрами на высоте груди относительный диаметр на пне с высотой возрастает. Так изменяются абсолютные и относительные диаметры не только на пне, но и до 0,2—0,4 высоты. В связи с этим с увеличением высоты дерева относительный диаметр в нижней части ствола возрастает, а в верхней части возможны значительные отклонения и даже бывают случаи снижения чисел сбега. Этим можно объяснить варьирование относительного сбега по относительным высотам: в нижней половине ствола коэффициент варьирования небольшой, в верхней — достигает 23,5% (табл. 2).

Вычисленные коэффициенты корреляции и корреляционные отношения также свидетельствуют о существенной связи относительного сбега с диаметром и высотой стволов. При высоте ствола более 10 м нормальное видовое число не зависит от таксационного диаметра, а у более мелких деревьев с увеличением диаметра оно несколько снижается.

Таблица 2

Отно- ситель- ные вы- соты	Статистические показатели относительного сбег стволос сосны							
	$M \pm m$	σ	C	P	связь с диаметром		связь с высотой	
					r	τ	r	τ
0,2	$89,8 \pm 0,34$	$\frac{2,94}{2,67}$	$\frac{3,28}{2,87}$	$\frac{0,36}{0,38}$	$\frac{0,44 \pm 0,12}{0,51 \pm 0,10}$	$\frac{0,68 \pm 0,07}{0,63 \pm 0,08}$	0,43 ± 0,11	0,63 ± 0,07
	$93,4 \pm 0,36$							
0,5	$66,8 \pm 0,68$	$\frac{5,72}{5,76}$	$\frac{8,57}{8,00}$	$\frac{1,02}{1,06}$	$\frac{0,70 \pm 0,07}{0,75 \pm 0,06}$	$\frac{0,86 \pm 0,04}{0,83 \pm 0,04}$	0,63 ± 0,07	0,83 ± 0,04
	$71,6 \pm 0,76$							
0,8	$31,6 \pm 0,82$	$\frac{6,90}{7,62}$	$\frac{21,20}{23,50}$	$\frac{2,50}{3,15}$	$\frac{0,36 \pm 0,10}{0,52 \pm 0,10}$	$\frac{0,62 \pm 0,07}{0,81 \pm 0,05}$	0,40 ± 0,09	0,61 ± 0,07
	$32,5 \pm 1,02$							

Примечание. В числителе данные для стволов в коре; в знаменателе — без коры; для связи с высотой — только в коре.

Таблица 3

Таблицы	Нормальное видовое число по объемным таблицам при диаметре, см, и высоте, м									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Для сосны										
наши	0,380	0,411	0,440	0,462	0,479	0,497	0,509	0,516	0,519	0,523
Д. И. Товстолеса	—	0,439	0,458	0,475	0,513	0,502	0,506	0,516	0,512	0,502
В. К. Захарова	0,350	0,431	0,462	0,481	0,499	0,514	0,520	0,517	0,527	0,525
А. Д. Старкова	—	—	—	0,437	0,490	0,497	0,497	0,488	0,512	0,491
А. А. Макаренко	0,333	0,548	0,441	0,456	—	0,537	—	0,493	—	0,474
Для березы										
наши	0,377	0,370	0,407	0,438	0,465	0,484	0,499	0,513	0,523	0,529
А. В. Тюрина	—	—	0,387	0,391	0,439	0,471	0,477	0,487	0,493	0,495
О. А. Трулля	0,265	0,347	0,416	0,434	0,453	0,475	0,478	—	—	—

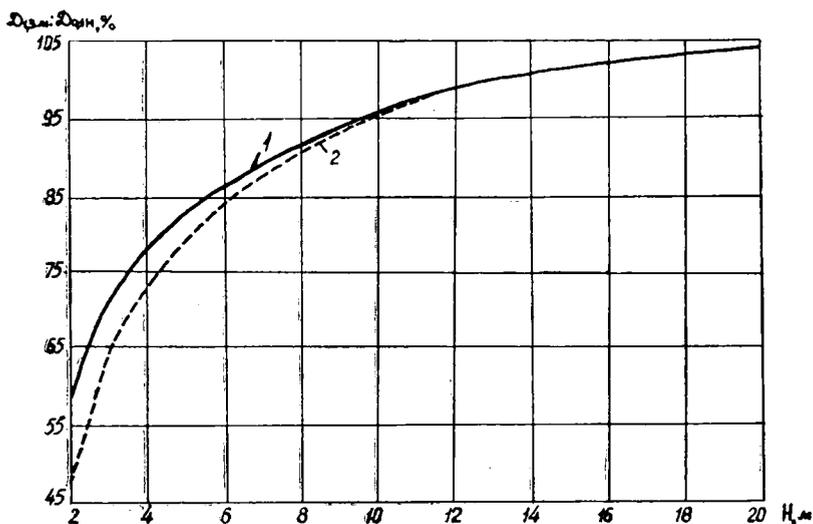


Рис. 2. Изменение относительного диаметра в коре на высоте груди ($D_{1,3} : D_{0,1}$, %) в зависимости от высоты ствола у сосны (1) и березы (2).

Большое влияние на нормальное видовое число оказывает высота ствола, особенно при небольших размерах деревьев, так как с ее увеличением при одном и том же таксационном диаметре объем нормального цилиндра может даже уменьшаться. При увеличении высоты ствола площадь сечения на 0,1 высоты уменьшается сильнее, чем увеличивается высота, так как при небольших размерах стволы на 0,1 высоты могут иметь конусообразную форму (в результате прикорневых наплывов). С повышением же таксационного диаметра сильнее увеличивается площадь сечения на 0,1 высоты, чем нормальное видовое число.

Используя установленное для деревьев различной высоты соотношение между таксационным диаметром и диаметром на 0,1 высоты (рис. 2), по различным объемным таблицам мы вычислили нормальные видовые числа (при одинаковом объеме нормального видового цилиндра) с целью выяснения закономерности их изменения (табл. 3).

У маломерных деревьев нормальное видовое число, вычисленное по объемным таблицам Д. И. Товстолеса, с увеличением диаметра ствола и при постоянной высоте беспорядочно, но в общем увеличивается. По объемным таблицам В. К. Захарова, составленным для маломерных стволов сосны, нормальное видовое число для деревьев всех диаметров — величина постоянная. По таблицам А. А. Макаренко и автора, с возрастанием диаметра стволов видовое число закономерно уменьшается. С увеличением высоты ствола нормальное видовое число возрастает по всем таблицам объемов, в том числе и по таблице В. К. Захарова. Только по таблице Д. И. Товстолеса у деревьев более 15 см в диаметре наблюдается беспорядочное изменение видовых чисел. Нормальное видовое число стволов березы, вычисленное по объемным таблицам А. В. Тюрина, при одинаковой высоте не зависит от таксационного диаметра, но возрастает с увеличением высоты до 18—19 м. У более высоких деревьев оно остается примерно на одном уровне.

На изменение формы древесных стволов под влиянием размера деревьев указывает и показатель разности полндревесности, предложенный В. С. Чуенковым [7]. При сравнении относительных диаметров стволов сосны казахского мелкосопочника с числами сбega по В. К. Захарову получаются следующие данные:

D, см	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
H, м	3,3	5,2	7,0	8,7	10,4	12,0	13,6	15,1	16,3	17,2
P, %	25	20	15	12	9	7	5	3	3	2

В. С. Чуенков считает, что при величине показателя разности полндревесности 7% и более можно говорить о непригодности таблиц объемов и сбega. Приведенные данные говорят об отсутствии существенной разницы в полндревесности стволов сосны с диаметром более 12 см. Полндревесность мелких деревьев различна и существенно отличается от данных В. К. Захарова.

Во всех работах по составлению таблиц объемов и сбега ([2], [6], [3] и др.) для характера связи между таксационным диаметром и диаметрами на относительных высотах приводятся линейные уравнения типа

$$D_{0,1H} = aD_{1,3} + b.$$

Связь между этими диаметрами без учета высоты ствола не может быть линейной. Так, вполне естественно, что с увеличением высоты ствола от 1,3 до 13 м отношение таксационного диаметра к диаметру на 0,1 высоты изменяется от 0 до 1,0, а при дальнейшем увеличении высоты становится больше 1,0. В связи с этим составленные на основании линейного уравнения таблицы объемов и сбега не могут отличаться достаточной точностью. Сказанное еще в большей степени относится и к приводимым во всех работах «постоянным» относительным диаметрам пня. Не требуется особых доказательств и фактического материала, чтобы убедиться, что с высотой дерева длина части ствола от пня до 0,1 высоты будет возрастать, а поэтому относительный диаметр закономерно увеличиваться.

Для иллюстрации ошибочности метода В. К. Захарова можно привести следующие примеры. Л. В. Бицин [2] для белой акации вывел линейное уравнение связи между таксационным диаметром и диаметром на 0,1 высоты

$$D_{0,1} = 0,95 D_{1,3} + 0,7$$

и на основании его составил таблицы объемов и сбега по разрядам высот. По этим таблицам стволы с таксационным диаметром 10 см в древостоях I разряда высот имеют высоту 14,5 м, IV—9 м. Следовательно, 0,1 высоты в первом случае будет находиться на 14,5 м (выше таксационного диаметра), а во втором — на высоте 0,9 м (ниже таксационного диаметра). Диаметр же на этих высотах при неизменном таксационном диаметре по уравнению связи будет одинаковым (10,2 см). Н. Н. Соколов [6] для маломерных стволов сосны приводит линейное уравнение

$$D_{0,1} = 0,99 D_{1,3} + 0,09.$$

При таксационном диаметре, например, 6 см высота ствола по данным Н. Н. Соколова может быть от 4 до 11 м, а следовательно, 0,1 высоты находится на 0,4—1,1 м. Диаметр же по уравнению во всех случаях будет равен 6 см. К тому же по последнему уравнению во всех случаях таксационный диаметр почти полностью совпадает с диаметром на 0,1 высоты. Встает вопрос, для чего нужно такое уравнение, если и без него можно принять для стволов всех размеров диаметр на 0,1 высоты равным таксационному.

Достоверная корреляционная связь между таксационным диаметром и диаметром на 0,1 высоты обусловлена тесной связью таксационного диаметра с высотой в пределах одного разряда высот. Для различных же разрядов высот связь между этими диаметрами будет особенной (рис. 2). Между относительным диаметром на высоте груди ($D_{1,3} : D_{0,1}$) и высотой ствола установлена тесная корреляционная связь (коэффициент корреляции $0,935 \pm 0,018$, корреляционное отношение $0,973 \pm 0,009$). Следовательно, не может быть одного линейного уравнения связи таксационного диаметра с относительными диаметрами для всех разрядов или ступеней высот, как это предусмотрено методом В. К. Захарова. При установлении же этого соотношения для каждой ступени высоты потребуются увеличивать число срубаемых деревьев, пропорционально количеству ступеней, что лишает метод В. К. Захарова основного его преимуществ.

Таким образом, использование одной средней формы (без учета высоты и диаметра) для маломерных стволов при составлении таблиц объемов и сбега неприемлемо, а возможные ошибки при использовании единого уравнения прямой между таксационным диаметром и диаметром на 0,1 высоты без учета разряда высот ставят под сомнение целесообразность применения метода В. К. Захарова при составлении объемных таблиц и для крупномерных деревьев. Применять этот метод можно для изучения и характеристики формы стволов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. М. Бедик. Форма и полнодревесность стволов. Журн. «Лесное хозяйство» № 4, 1965. [2]. Л. В. Бицин. Объемные таблицы акации белой Северного Кавказа. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1964. [3]. А. С. Головачев. Средняя форма стволов сосны и определение нормальных видовых чисел. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1966. [4]. В. К. Захаров и др. Лесотаксационный справочник. Минск, 1962. [5]. В. К. Захаров. Новое в технике лесной таксации. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966. [6]. Н. Н. Соколов. Таблицы объема маломерных стволов сосны. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1965. [7]. В. С. Чуенков. Полнодревесность лиственницы даурской в Амурской области. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1960.

УДК 674.032.475.4

СЕЯНЦЫ-ГИГАНТЫ

С. Д. СМИРНОВ

(Ленинградское управление лесного хозяйства)

Положительное влияние удобрений при выращивании сеянцев хвойных пород в лесных питомниках таежной зоны доказано наукой и в последние годы в широких масштабах подтверждено практикой.

Опишем случай, имеющий, по нашему мнению, некоторый интерес в биологическом отношении. В 1965 г. на территории Тосненского лесхоза был заложен постоянный лесной питомник на площадях, полученных от расчистки низкополнотного соснового молодняка II класса возраста IV класса бонитета. Тип условий местопроизрастания — бор-вересчатник. Почва дерново-слабоподзолистая песчаная сухая беструктурная; pH солевой вытяжки горизонта А равно 4,5, горизонта В — 5,5. Содержание гумуса соответственно — 1,7 и 0,5% (по Тюрину), P_2O_5 —1,3 мг и K_2O —5,0 мг на 100 г почвы. Почвы сильно нуждаются в органико-минеральных удобрениях.

Сотрудники отдела лесокультур ЛенНИИЛХа рекомендовали вносить в посевное отделение сосны 80 т ТМАУ на 1 га. Перед внесением удобрений их складировали на посевном отделении на площади около 50 м². В результате эта площадка получила усиленную, почти двойную дозу удобрений — около 150—170 т на 1 га.

Различие в росте и развитии сеянцев сказалось уже в год посева. К осени второго года сеянцы сосны, получившие усиленную дозу удобрений, по своему развитию резко отличались как от сеянцев основного поля, получившего 80 т на 1 га, так и от сеянцев, росших на неободренной почве (рис. 1).

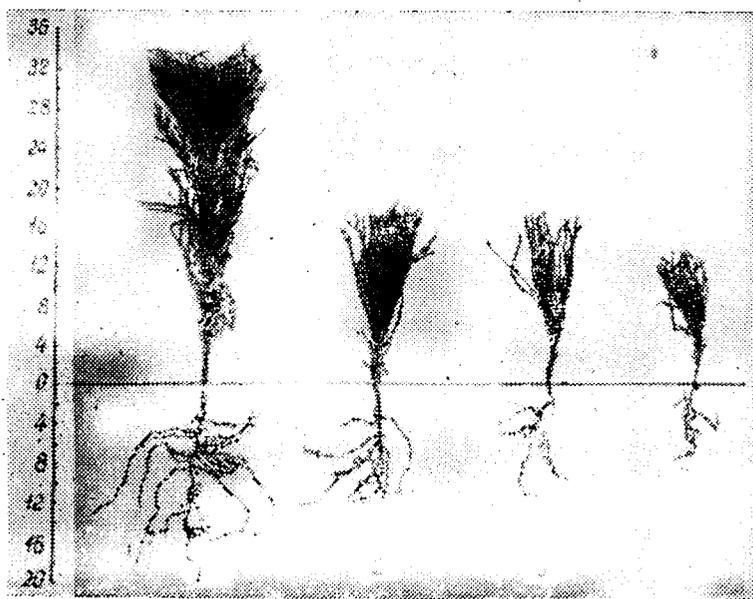


Рис. 1. Двухлетние сеянцы сосны.

1 — при дозе внесения ТМАУ — 150—170 т/га; 2 — то же при дозе 80 т/га;
3 — при двукратной внекорневой подкормке аммиачной селитрой;
4 — на неободренной почве.

Влияние различных доз торфо-минеральных удобрений (ТМАУ) на рост и развитие двухлетних сеянцев сосны приведено в табл. 1.

Таблица 1

Доза удобрений	Средняя длина сеянцев, мм		Средний диаметр корневой шейки, мм	Средний вес 1000 шт. сеянцев в воздушно-сухом состоянии, г	
	ствола	корня		надземной массы	корневой массы
80 г/га ТМАУ	119	175	3,5	3060	530
150—170 г/га ТМАУ	280	220	7,0	11325	1670
Контроль (без удобрений) . .	84	120	2,5	803	110

Эти сеянцы значительно отличались от остальных по цвету и длине хвои, ее количеству и весу, количеству и форме заложённых почек, диаметру корневой шейки. Характеристика морфологических изменений хвои и почек при усиленной дозе удобрений приведена в табл. 2.

Таблица 2

Доза удобрений	Среднее количество хвои на сеянце, шт.	Средняя длина хвои ствола, мм	Средний вес хвои на сеянце, мг	Средний вес верхушечной почки, мг	Размер верхушечной почки	
					d, мм	h, мм
80 г/га ТМАУ	108	114	2670	35	4,0	10,0
150—170 г/га ТМАУ	387	131	7420	40	5,0	9,0
Контроль (без удобрений) . . .	56	74	840	9	2,5	6,0

Сеянцы, получившие усиленную дозу удобрений, имеют мощную корневую систему и густоохвоенную надземную часть. По своим размерам эти сеянцы в 2,2 раза превосходят сеянцы основного поля и в 3,2 раза — сеянцы, не получившие удобрений. По весу эта разница еще больше. По накопленной органической массе сеянцы, получившие усиленную дозу удобрений, в 3,6 раза превосходят первые и в 14 раз вторые.

Осенью первого года роста у 50% сеянцев, получивших удобрение, сформировалось, кроме верхушечной почки, по 2—3 боковые, из которых весной второго года развились нормальные боковые побеги длиной 50—110 мм. В жаркий период второй половины июня и первой декады июля 1966 г. сформировались верхушечные и боковые почки. При наступлении теплого дождливого периода в августе из верхушечных и боковых почек сеянцев «гигантов» снова развились побеги длиной до 70 мм, хвоя побегов вторичного прироста конца лета в два раза короче первоначальной и светлее по окраске. Таким образом, за один год у сеянцев образовалось две мутовки. В осенний период ими снова были заложены нормальные почки. Этого явления не наблюдалось у остальных сеянцев.

Процентное соотношение веса надземной и корневой частей к общему весу сеянцев во всех трех случаях осталось почти одинаковым (3:1). Следовательно, никакого отрицательного влияния усиленных доз удобрений на соотношение корневой системы и надземной части не обнаружено. Мы считаем, что наблюдаемый нами факт свидетельствует о потенциальных возможностях роста сеянцев сосны при хорошем обеспечении их элементами питания.

УДК 634.6.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЕТРОВАЛ И БУРЕЛОМ ЕЛИ

А. М. МЕЖИЛОВСКИЙ

(ВНИИЛМ)

Рост и развитие насаждений сопровождается постоянным воздействием на них окружающей среды, одним из факторов которой является ветер. Особенности ветроустойчивости обуславливаются определенным сочетанием причин биологического и механического характера. Ветроустойчивость насаждений изучена недостаточно, так

Состав	Тип леса	Возраст, лет	Класс бонитета
7Е2Ос1Б	Ельник-кисличник	64	I
9Е1Ос+Б	" "	110	II
7,6Е1,5Ос0,9Б	" "	69	I
5,2Е4Ос0,8Б	" "	73	I
6Е3Ос1Б	" "	63	I
10Е+Ол	Ельник сфагновый	90	III
10Е+Б	" "	90	III
10Е+Б	" "	100	III
10Е+Ол	" "	90	III
4Е4Б2Ос	Ельник-брусничник	80	II
10Е+Б	Ельник-кисличник	50	II
6,3Е3,2Ос0,5Б	" "	93	II
6,3Е3Ос0,7Б	" "	83	II
10Е+Б	" "	100	II
7Е2Б1Ос	" "	120	I
5,1Е4Ос0,9Б	" "	80	II

* В знаменателе — запас без опушечного ветровала.

как причины, объясняющие различную сопротивляемость ветру, не исследованы всесторонне. Нами был исследован ветровал и бурелом ели, образовавшийся в октябре 1967 г. в лесных массивах на севере Калининской области. В качестве объекта исследования были взяты ельники с примесью березы и осины. Местность, подвергнутая обследованию, равнинная, направление ветра преимущественно западное, скорость 22—24 м/сек, балл по Бофорту — десять. С западной стороны все участки примыкают к вырубленным лесосекам.

В массиве размером 4×5 км (Чернолесское лесничество Максатихинского леспромпхоза) было обследовано шестнадцать участков, произведен подеревный учет ветровала и бурелома и описаны причины, их вызвавшие. Установлена таксационная характеристика всех участков (табл. 1). Исследованы в основном ельники-кислич-

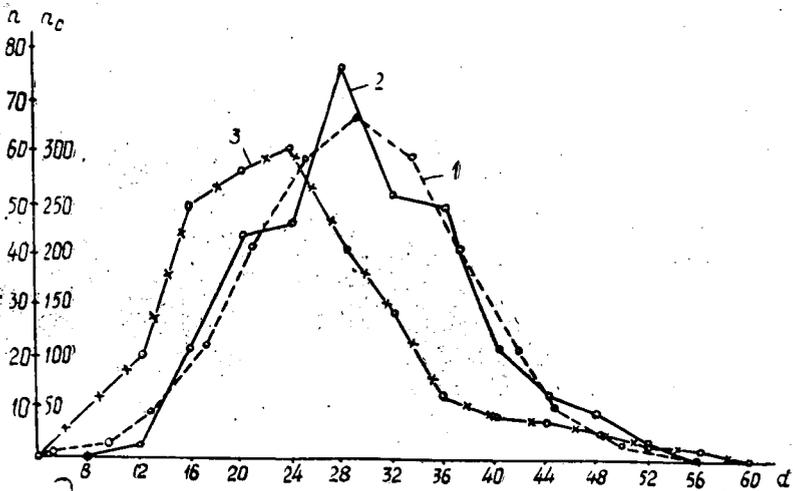


Рис. 1. Распределение по ступеням толщины d деревьев: ветровальных и буреломных n и стоящих на корню n_c .

1 — кривая нормального распределения ветровальных и буреломных стволов (теоретическая);
2 — кривая их фактического распределения; 3 — кривая распределения стоящих на корню деревьев.

Таблица 1

Полнота	Запас, м ³	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Процент протяженности живой кроны	Запас ветровала и бурелома на 1 га, м ³
0,7	414	23	22,8	58,9	2,4
0,6	261	24	25,0	—	7,6/1,0
0,8	293	23	22,2	53,0	1,5
1,0	425	19	22,7	64,0	5,9/3,2
0,74	266	25	22,1	57,5	2,5
0,8	240	20	20,3	—	13,3
0,8	230	21	19,9	—	7,3
0,6	202	22	21,0	—	3,8
0,6	190	20	20,0	—	1,1
0,7	270	20	23,5	62,4	8,5/6,8
0,6	150	14	18,0	50,0	0,4
1,0	455	27	24,4	60,0	3,7/3,2
0,75	328	23	23,0	58,1	3,4/2,2
0,6	220	24	24,2	52,0	0,9/0,8
0,6	280	25	29,5	60,5	5,6/2,0
0,8	310	23	23,0	—	6,2

ники, так как в одном и том же типе леса корни ели проникают на одинаковую глубину [1]. Насаждения девственные, одноярусные, вертикально сомкнутые, почвы свежие среднеподзолистые среднесуглинистые. Высота ветровальных деревьев примерно равна средней высоте яруса.

По количеству ветровала (м³) породы распределились так: ель, осина, береза. Аналогичное распределение отмечал И. С. Марченко [3] на Украине.

По данным ВНИИЛМа [4] и А. А. Леонтьева [2], распределение ветровальных и буреломных стволов по ступеням толщины после постепенной рубки напоминает пуассоново, то есть максимум в низших ступенях и постепенное убывание к высшим. В нашем случае оно приближается к нормальному (рис. 1).

Экспериментальная и теоретическая кривые распределения имеют хорошее соответствие. Фактический χ^2 равен 15,66 при $df = 10$, табличный $\chi^2 = 15,99$ (сравнение с данными П. Ф. Рокицкого [6]). Вершина кривой нормального распределения ели, стоящей на корню, сдвинута на графике влево на одну ступень от вершины кривой распределения ветровала и бурелома, что говорит о слабой ветроустойчивости деревьев более высоких ступеней толщины (28 см и выше). Близкое к нормальному распределение числа стволов при ветровале получено в свое время Л. Ф. Правди-

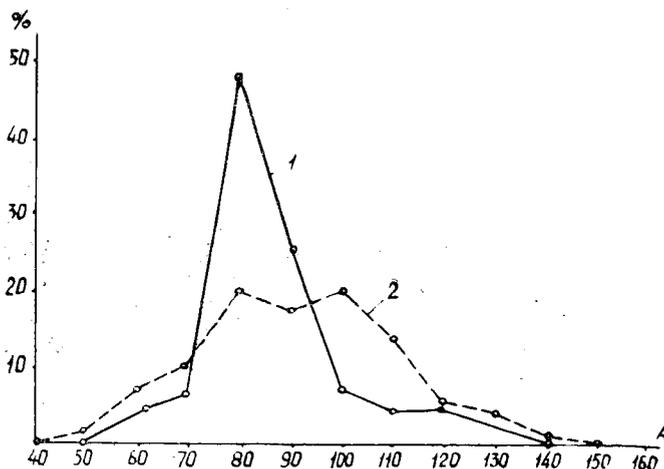


Рис. 2.

ным [5]. На рис. 2 приведено сравнительное распределение ветровальных и буреломных стволов в процентах от общего числа стволов по возрасту по нашим материалам (кривая 1) и по Л. Ф. Правдину (кривая 2). Примечательно, что в обоих случаях максимум ветровала и бурелома приходится на 80 лет. Кривые распределения близки к нормальным. Коэффициент корреляции между возрастом и количеством ветровала и бурелома в обследуемых участках равен 0,058. Л. Ф. Правдин также указывает на отсутствие связи между этими признаками.

Наибольший запас ветровала и бурелома — 13,4 м³ на 1 га в ельниках сфагновых. В. П. Тимофеев [7] отмечал, что ветровал и бурелом в лесной опытной даче ТСХА также приурочены к сырým местам.

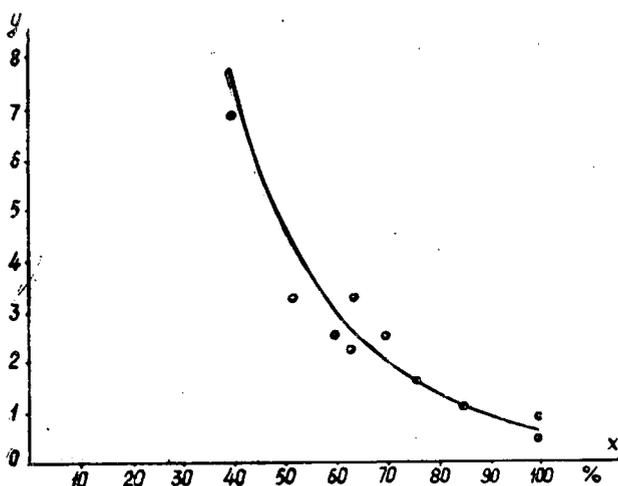


Рис. 3. Зависимость объема ветровала и бурелома ели от доли участия ее в составе.

Исследованиями установлено, что с увеличением ели в составе насаждения ветровальность ее уменьшается. Коэффициент корреляции равен — 0,85. На рис. 3 можно видеть, что экспериментальная кривая напоминает показательную. Хорошее приближение теоретических данных к экспериментальным дает уравнение

$$y = 34,18e^{-0,4x} \quad (1)$$

где y — объем ветровала и бурелома, м³;
 x — доля участия ели в составе, %;
 e — непервое число.

При составлении уравнения и вычислении коэффициента корреляции использованы данные о ветровале и буреломе только внутри насаждения, так как на опушке ветровой режим иной. В табл. 2 приведены данные фактические и рассчитанные по уравнению (1).

Таблица 2

Доля участия ели в составе насаждения, %	Объем ветровала и бурелома, м ³	
	по обследованию	по уравнению (1)
100	0,4	0,8
90	1,0	0,9
80	1,3	1,3
70	2,0	2,0
60	3,0	3,0
50	4,8	4,5
40	6,8	6,75
30	—	10,0

Тесная корреляционная связь обнаружилась между средней протяженностью живой кроны у ели (%) и объемом ветровала и бурелома (м³), а также между протяженностью кроны (%) и долей участия ели в составе (%). В первом случае коэффициент корреляции равен 0,87, во втором — 0,70. При вычислении коэффициентов были использованы данные о ветровале и буреломе на опушке и в насаждении, так как существует мнение, что опушечные деревья, благодаря развитию более длинной кроны, более устойчивы, чем деревья в насаждении.

Совокупный коэффициент корреляции между составом, протяженностью

живой кроны у ели, запасом ветровала и бурелома равен 0,936. Составлено корреляционное логарифмическое уравнение

$$\lg y = 0,0663 \lg x - 1,58 \lg z + 3,0927, \quad (2)$$

где y — запас ветровала и бурелома, m^3 ;
 x — протяженность живой кроны, %;
 z — доля участия ели в составе насаждения.

Ошибка уравнения $m_y = \pm 0,65$.

Параметры уравнения найдены по способу исключения главного элемента Гаусса. В уравнении (2) учтено влияние двух переменных — состава и протяжения кроны — на третью переменную — запас ветровала и бурелома (m^3). Представляет интерес установление причин ветровала и бурелома по отдельности.

О влиянии протяженности живой кроны на ветровал существуют разные мнения. По Л. Ф. Правдину, наиболее ветровальны деревья с длинной кроной (70—80%), имеющие большую площадь поперечного сечения кроны и испытывающие более сильное давление ветра. А. А. Леонтьев [2] пишет, что после проведения постепенной рубки от ветровала пострадали деревья с наиболее короткой кроной (25% от высоты ствола) и что к ветровалу привело сильное изреживание до полноты 0,4—0,5. Наши данные несопоставимы с данными А. А. Леонтьева, так как мы обследовали девственные насаждения, но согласуются с выводами Л. Ф. Правдина.

Из теоретической механики известно, что коэффициент устойчивости на опрокидывание x определяется отношением удерживающего момента M_y к опрокидывающему моменту M_0 , что математически можно выразить формулой

$$x = \frac{M_y}{M_0}. \quad (3)$$

При одинаковом M_y коэффициент устойчивости тем больше, чем меньше опрокидывающий момент. В данном случае опрокидывающий момент есть произведение силы ветра на плечо, равное площади поперечного сечения кроны. Ясно, что чем длиннее крона, тем больше площадь ее поперечного сечения, и при одинаковой силе ветра и равном удерживающем моменте, обусловленном проникновением корней ели на одинаковую глубину, опрокидывающий момент больше; следовательно, коэффициент устойчивости меньше.

Устойчивость бурелома, как показывают наше исследование и данные Л. Ф. Правдина, в большинстве случаев зависит от положения гнили в стволе, от сопротивления древесины на излом и лишь незначительно — от протяженности живой кроны. По нашим материалам, буреломные стволы поражены гнилями на 96,5%, по данным Л. Ф. Правдина — на 93%. Из общего числа буреломных стволов 91% (по Л. Ф. Правдину — 84%) имеют высоту излома до 4 м. Большинство гнилей развивается именно на этой высоте.

Влияние состава на ветровал и бурелом, возможно, выражается через зависимость протяженности живой кроны от числа стволов и общего физиологического состояния древостоя (имеется в виду развитие гнилей). Количество опушечного ветровала и бурелома с наветренной стороны меньше, чем на тех же участках выдела, где вследствие неправильного отвода лесосек отдельные куртины расположены параллельно господствующим западным ветрам.

Выводы

1. При создании ветроустойчивых насаждений с участием ели необходимо стремиться к тому, чтобы к 70 годам ель стала преобладать в составе.
2. При первом приеме постепенных рубок не следует допускать изреживания высокополнотных насаждений ниже полноты 0,6.
3. Ветроударная сторона массивов должна иметь листовенную опушку, равную высоте яруса.
4. Подтверждается правильность ориентирования лесосек перпендикулярно господствующим ветрам.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. Г. Кругликов. Исследование ветровала ели в Горещкой даче БССР. Труды БелНИИЛХа, вып. 9, 1949. [2]. А. А. Леонтьев. Постепенные рубки в еловых насаждениях Лисинской дачи и их хозяйственное значение. 1926. [3]. И. С. Марченко и др. Обзор писем по снеголому и ветровалу. Журн. «Лесное хозяйство» № 3, 1968. [4]. Научный отчет ВНИИЛМа за 1966 г., разд. 8 «Состояние древостоя на опытно-производственном участке после начального приема постепенной и выборочной рубки». [5]. Л. Ф. Правдин. Ветровал ели в Удельном парке в бурю

23 сентября 1924 г. Исследования по лесоводству (сборник статей под редакцией проф. М. Е. Ткаченко), Сельхозгиз, М.—Л., 1931. [6]. П. Ф. Рокицкий. Биологическая статистика. 1967. [7]. В. П. Тимофеев. Ветровал и бурелом в лесной опытной даче ТСХА в сентябре 1943 г. Доклады Московской сельскохозяйственной академии, вып. 3, 1947.

УДК 634.0.5:674.031.635.36

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РОСТ И ФОРМУ НАСАЖДЕНИЙ ШЕЛКОВИЦЫ БЕЛОЙ

Н. П. ПУШИН

(Казахский государственный сельскохозяйственный институт)

В целях изучения хода роста и состояния насаждений шелковицы белой в разных климатических зонах Казахстана мы в 1954—1956 гг. провели специальные исследования в колхозах Кошкунганского, Ходжикентского, Богустанского сельаудсоветов Бостандыкского района, а также в роще им. Э. О. Баума в г. Алма-Ате, на Алма-Атинском пункте бывшего НИИ водного и лесного хозяйства (ст. Байсерке Казахской ж. д.), в Нижне-Усеском урочище Панфиловского лесхоза, в г. Панфилове Талды-Курганской области, плодово-ягодном питомнике Семипалатинского Горзелентреста, в колхозе «Родина» Алтайского края и на бывшей зональной лесной опытной станции Егорьевского района.

Для сравнения были использованы данные исследования хода роста шелковицы белой под Ташкентом и в Ферганской области, полученные проф. А. И. Федоровым в 1952 г. [2].

Специфический характер тутоводства как отрасли хозяйства, рассчитанной на получение кормового листа, и связанные с этим регулярные подрезки шелковицы определяют особенности в ходе роста ее ствола. Более или менее постоянная высота ствола и уродливость в отложениях ежегодного прироста резко изменяют обычные представления о видовом числе, делая его непригодным для оценки успешности роста деревьев шелковицы в связи с условиями произрастания. Поэтому проф. А. И. Федоров [2] считает, что все изменения агроэкологической обстановки наиболее четко могут быть выяснены только путем анализа прироста ствола шелковицы по диаметру.

Принимая во внимание эти указания, мы решили для изучения влияния климатических условий на рост исследованных нами насаждений шелковицы использовать прирост ее стволов по диаметру на высоте груди. Для этого на пробных площадях срубали средние модельные экземпляры шелковицы. Закладку пробных площадей и выбор модельных деревьев производили по методике Н. И. Кобранова [1]. Для сравнения были использованы соответствующие данные, полученные А. И. Федоровым [2] в результате аналогичных исследований под г. Ташкентом и в Ферганской области (табл. 1). Наиболее наглядное представление о характере влияния климатических условий на прирост стволов шелковицы по диаметру дает график (рис. 1), показывающий, что прирост по диаметру исследованных модельных деревьев протекал равномерно ускоренно, без ясно выраженного момента кульминации.

В зависимости от величины текущего прироста по диаметру, все исследованные насаждения шелковицы могут быть объединены в четыре группы, резко отличающиеся по абсолютной величине этого показателя: 1) Ферганская область; 2) Бостандыкский район и г. Ташкент; 3) район г. Алма-Аты и г. Панфилова; 4) территория Шипуновского района Алтайского края.

В табл. 1 приведены основные показатели климата в районах произрастания исследованных насаждений и средний прирост деревьев шелковицы по диаметру ствола на высоте груди за первые 10 лет жизни, выраженный в долях к приросту для Шипуновского района Алтайского края.

Анализ приведенного материала позволяет констатировать, что с изменением географической широты местности с севера на юг примерно на 12° прирост шелковицы по диаметру ствола увеличивается почти в 6 раз.

Основной климатический фактор, влияющий на интенсивность роста шелковицы по диаметру — сумма тепла вегетационного периода, определяющаяся средними температурами воздуха и продолжительностью вегетационного периода. Менее отчетлива связь прироста с суммой выпадающих атмосферных осадков, что является следствием выращивания насаждений шелковицы при искусственном орошении.

Если теперь на карте Казахстана (рис. 2) условными знаками показать пункты, где шелковица белая произрастает в штамбовой или кустовой форме, и затем про-

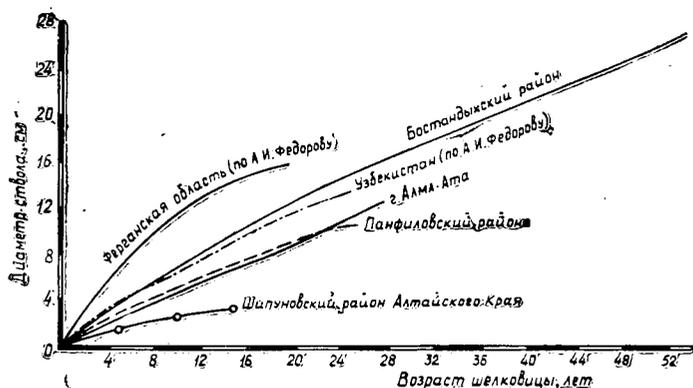


Рис. 1.

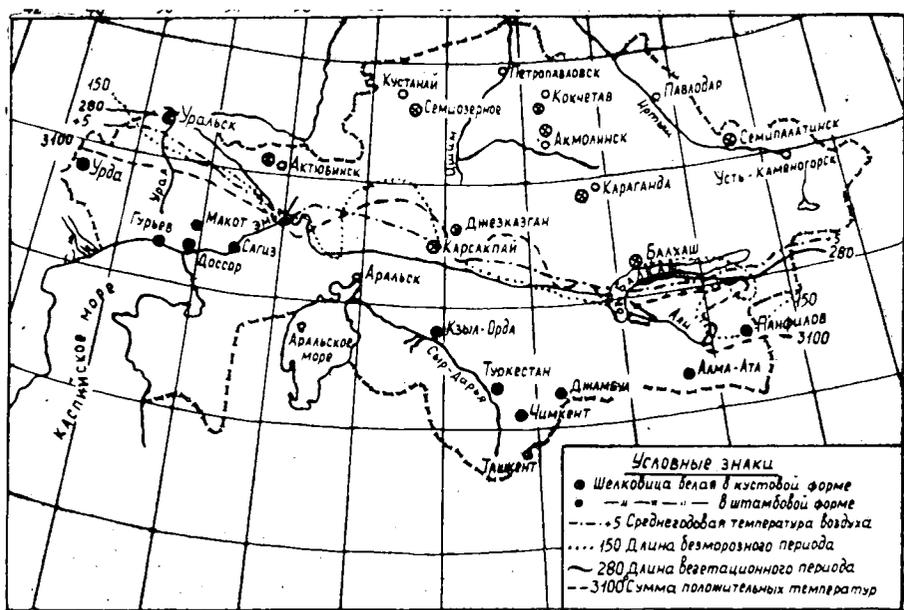


Рис. 2.

вести изолинии средней годовой температуры воздуха, длины безморозного и вегетационного периодов и суммы положительных температур воздуха, то оказывается, что граница произрастания шелковицы белой в штамбовой форме в наших условиях с севера ограничивается местностью, где средняя годовая температура воздуха не ниже $+5^{\circ}\text{C}$, сумма тепла вегетационного периода не менее 3100° , продолжительность его не менее 280 дней, а безморозного периода — не менее 150 дней.

Таковы основные закономерности влияния климатических условий произрастания шелковицы белой на ее прирост по диаметру и на форму стволов.

Таким образом, северная граница возможной культуры шелковицы в штамбовой форме ориентировочно может быть проведена несколько южнее линии Уральск — Джебгазган — Карсакапай — Балхашский медеплавильный комбинат — город Панфилов. Севернее этой границы культура шелковицы белой возможна только в кустовой форме.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. П. Кобранов. Обследование и исследование лесных культур. Труды по лесному опытному делу, вып. 8, Л., 1930. [2]. А. И. Федоров. К вопросу изучения хода роста шелковицы. Труды Ташкентского сельскохозяйственного института, вып. V, Ташкент, 1952.

УДК 634.05

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА И ОЧИЩЕНИЕ СТВОЛОВ ДЕРЕВЬЕВ С ВОЗРАСТОМ В СМЕШАННЫХ ЛИСТВЕННО-ЕЛОВЫХ МОЛОДНЯКАХ

А. В. АФАНАСЬЕВ

(Ивановский сельскохозяйственный институт)

В настоящей статье изложены опытные данные об изменении некоторых таксационных элементов (состава, необлиственной части стволов и др.) в процессе формирования молодняков на концентрированных вырубках. Исследования проводили в Шарьинском лесхозе Костромской области, в типах леса ельник-черничник и ельник кислично-липняковый. Пробные площади и учетные площадки закладывали в насаждениях моложе 20 лет (всего 21 пробная площадь ленточной формы, с количеством жизнеспособных деревьев не менее 800—1000 на каждой). В тех же типах леса на вырубках 2-, 5- и 7-летнего возраста заложено также 250 учетных площадок $0,5 \times 2,0$ м. В табл. 1 приведены данные об изменении состава молодняков с возрастом.

Таблица 1

Возраст, лет	Состав молодняков (по числу деревьев)	Количество деревьев ели на 1 га	
		шт.	% от общего количества древесно-кустарниковых пород
Тип леса ельник кислично-липняковый			
2	6,6Б2, 3Ив. к0, 9Ос0, 2Е	750	1,6
5	6, 4Б2, 2Ос1, 3Ив. к0, 1Е	1020	1,3
9	4, 7Б3, 1Ив. к2, 2Ос	2570	4,3
	7, 6Б1, 0Ив. к0, 8Ос0, 6Е		
17	7Б1, 6Ос1, 2Ив. к0, 2Лп	3544	12,1
	6, 3Б2, 6Е0, 6Ос0, 5Ив. к		
Тип леса ельник-черничник			
7	8, 6Б0, 7Е0, 4Ив. к0, 3Ос	6045	7,1
15	7, 9Б1, 6Ив. к0, 5Ос	4475	8,6
	8Б1, 4Е 0, 6Ив. к + Ос		
21	8, 9Б1, 1Ос	9535	30,0
	4, 8Б1, 7Е0, 3Ив. к0, 2Ос		

Примечание. В числителе — данные для основного полога; в знаменателе — для подчиненного.

Из таблицы видно, что количество деревьев ели (абсолютное и относительное) с возрастом увеличивается, особенно интенсивно в молодняках черничного типа.

При благоприятных условиях роста и развития 3—4 тыс. деревьев ели на 1 га, как известно, достаточно для восстановления ели в насаждении к 80—100 годам. В большинстве же случаев еловый молодняк, оказавшись под пологом лиственных пород, замедляет рост; в результате смена пород затягивается до 120—140 лет или совсем не происходит.

По нашим данным, под пологом сомкнувшихся молодняков средний годичный прирост в высоту ели последующего возобновления составляет около 5 см, а ели из

подроста — 15 см. Береза и осина прирастают в год по 50—70 см. В результате происходит прогрессивное отставание средней высоты ели от средней высоты лиственных пород. Так, если в ельнике-черничнике соотношение средних высот ели и лиственных пород в возрасте 7 лет составляет 1:4,5, то в 15 лет оно равно 1:10, в 21 год — 1:16; в ельнике кислично-липняковом в 5 лет — 1:5, в 17 лет — 1:12.

По типам леса характерны следующие различия в составе (табл. 1): березы и ели в черничном типе, как правило, больше, чем в кислично-липняковом, осины и липы, наоборот, меньше.

Липа характеризуется повышенной требовательностью к плодородию почв, следовательно, большая доля ее в молодняках кислично-липнякового типа, отличающихся сравнительно богатыми почвами, не случайна.

Осина, по нашим данным, довольно интенсивно растет в обоих типах леса, однако в составе насаждений черничного типа доля ее, как правило, незначительна — в 10—20 раз меньше, чем в составе насаждений кислично-липнякового типа (1—3% от общего числа деревьев).

Обеспеченность лесосек семенами осины в обоих типах леса была вполне удовлетворительной. Причина «неохотного» поселения ее в условиях черничного типа леса заключается в довольно неблагоприятных условиях прорастания семян и развития всходов. Почвы здесь в первые годы после рубки лесосеки, как правило, переувлажнены, а иногда и заболочены, что приводит к образованию грубого и кислого гумуса и разрастанию довольно мощного мохового покрова.

Наиболее благоприятный субстрат для появления всходов осины — обнаженный, несколько уплотненный минеральный грунт или хорошо разложившаяся подстилка [3]. В условиях избыточного увлажнения всходы, если и появляются, то быстро гибнут. По данным А. Молчанова [2], осина при толщине лесной подстилки 5 см уже не дает всходов, сосна не прорастает при толщине 10 см, ель — 7 см. Береза при толщине подстилки 10 см дает не больше 500 всходов на 1 га.

Осина очень хорошо размножается также корневыми отпрысками. В условиях черничного типа толстый слой кислого гумуса с его специфическими свойствами, а также переувлажненность почвы сильно уменьшают возможность появления отпрысков, о чем свидетельствуют и данные В. З. Гулисавили [1].

Таким образом, условия прорастания семян и развития всходов, оказывая решающее влияние на ход возобновления древесных пород, определяют тем самым формирование насаждений по составу.

Таблица 2

Возраст насаждений, лет	Среднее число елочек на одной учетной площадке (4 м ²) при густоте возобновления лиственных пород на площадке, шт.											
	1—10		11—20		21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91—100
	1—5	6—10	11—15	16—20								
5	0		0,1		0,4	0,3	0,35	1,1	0,2	0,5	0,35	0,2
7	0,1		0,4		2,1	0,7	3,2	3,1	0,6	8,4	2,7	6,5
9	0,5		1,6		1,8	0,5	0,7	3,5	4,1	2,5	1,5	—
15	1,0	1,3	1,1	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—
17	1,1	2,2	1,9	3,0	—	—	—	—	—	—	—	—

Данные табл. 2 отражают влияние густоты молодняков на ход возобновления ели и, следовательно, на возможные изменения состава в дальнейшем. Точность опыта колеблется в пределах $\pm 0,5$ —3,6%.

Из таблицы следует, что в молодняках до 10-летнего возраста возобновление ели наименее удовлетворительно идет в низкополнотных местах, где, как правило, наблюдается мощное развитие напочвенного покрова. Очень высокая густота лиственных пород (свыше 50 шт. на 1 м²), как оказалось, не мешает возобновлению ели в первое 10-летие. Следовательно, интенсивное заселение вырубок лиственными породами, препятствующее разрастанию злаковой растительности, — важнейший фактор успешного возобновления ели.

Изучение особенностей очищения стволов от сучьев представляет интерес в связи с происходящими при этом изменениями условий среды под пологом молодняков, в зоне размещения ели, что оказывает определенное влияние на ее рост и развитие. По интенсивности очищения стволов можно судить и о лесоводственных особенностях древесных пород, слагающих насаждения.

Рассмотрим этот процесс на примере березы — преобладающей породы исследуемых молодняков (табл. 3).

Из сравнения необлиственных частей деревьев в 5- и 9-летних молодняках (насаждения с несомкнувшимся пологом) следует, что в 9-летнем молодняке деревья очистились от сучьев на большую высоту в связи с большей их затененностью.

Таблица 3

Состояние полога	Градации высот, м	Изменение высоты необлиственной части деревьев в возрасте насаждения, лет				
		5	9	15	17	21
Несомкнувшийся	0,6—1,0	$\frac{0,3}{37}$	$\frac{0,35}{42}$	—	—	—
	1,1—1,5	$\frac{0,3}{26}$	$\frac{0,6}{47}$	—	—	—
	1,6—2,0	$\frac{0,4}{22}$	$\frac{0,7}{42}$	—	—	—
	2,1—2,5	$\frac{0,45}{20}$	$\frac{0,9}{37}$	—	—	—
	2,6—3,0	—	$\frac{1,0}{36}$	—	—	—
	3,1—3,5	—	$\frac{1,1}{32}$	—	—	—
Сомкнувшийся	1,1—3,0	—	—	$\frac{1,1}{56}$	$\frac{1,0}{47}$	$\frac{0,7}{36}$
	3,1—5,0	—	—	$\frac{2,2}{57}$	$\frac{2,3}{55}$	$\frac{1,9}{47}$
	5,1—7,0	—	—	$\frac{3,4}{57}$	$\frac{2,9}{49}$	$\frac{3,3}{55}$
	7,1—9,0	—	—	$\frac{3,5}{43}$	$\frac{3,5}{44}$	$\frac{4,4}{54}$
	9,1—11,0	—	—	$\frac{3,5}{35}$	$\frac{4,2}{42}$	$\frac{5,0}{50}$
	11,1—13,0	—	—	$\frac{3,5}{31}$	$\frac{4,3}{35}$	$\frac{4,4}{36}$

Примечание. В числителе данные об очищении стволов, м; в знаменателе — % от общей высоты деревьев. Данные об очищении 900 стволов представлены как средневзвешенные, вне зависимости от степени густоты. Точность опыта в пределах $\pm 0,2$ — $2,1$ %.

В молодняках с сомкнувшимся пологом у деревьев высотой до 5—6 м необлиственная часть меньше в более старших насаждениях, что объясняется лучшей освещенностью в нижней части молодняков. По нашим данным, под пологом 21-летнего насаждения на высоте 1—2 м от поверхности земли освещенность выше на 500—600 лк, или на 15—20 %, чем под пологом 15-летнего молодняка на той же высоте.

Об этом свидетельствует и ход усыхания деревьев по грациям высоты. Так, в 15-летних молодняках максимум сухостоя мягколиственных пород приходится на ступени высоты 0,8—1,5 м (до 46 % от числа деревьев в ступени), в 21-летних 2,1—3,0 м (до 42 %). Деревца же высотой 0,8—1,5 м отмирают слабее (до 35 %).

Если учесть, что до 95 % ели сосредоточено в нижней трети высоты, в зоне с наименее благоприятными условиями среды, то, судя по приведенным данным, уже в насаждениях с 20-летнего возраста намечается тенденция к улучшению условий роста и развития ели под пологом мягколиственных молодняков, приводящая в дальнейшем к восстановлению ели.

Наименее благоприятные условия для роста и развития ели образуются в 13—18-летних молодняках, в нижней трети их высоты. Следовательно, рубки ухода за елью в сомкнувшихся лиственно-еловых молодниках необходимо проводить не позже, чем через 13—15 лет.

По нашим данным, древесные породы, слагающие молодняки, в порядке ослабления интенсивности очищения стволов от сучьев располагаются так: осина, ива козья, береза, липа. Если необлиственную часть стволов осины принять условно за 1,0, то для ивы козьей она будет равна 0,91, для березы — 0,84 и липы — 0,57.

Степень очищения стволов, являющаяся одним из признаков отношения древесных пород к свету, свидетельствует о том, что в фазе молодняка осина наиболее, а липа наименее светолюбивы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. З. Гулисашвили. Вегетативное размножение осины. Записки ЛОС ЛенСХИ, вып. IV, 1928. [2]. А. Молчанов. Естественное возобновление на гарях. Журн. «Лесное хозяйство и лесозащита» № 7, 1937. [3]. М. Е. Ткаченко. Общее лесоводство. Гослесбумиздат, 1952.

УДК 634.05

ХОД РОСТА ПОЛНЫХ ЕЛОВО-БЕРЕЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ
АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. П. ЧУПРОВ

(Архангельский институт леса и лесохимии)

Проведенное нами на территории В-Тоемского, Коношского, Няндомского и Обозерского лесхозов Архангельской области изучение елово-березовых насаждений позволило составить для них таблицы хода роста. При этом использованы материалы 83 пробных площадей, заложенных в березняках 5—160-летнего возраста с елью последующего возобновления. Методика составления таблиц заключалась в следующем.

Динамику состава с возрастом, суммы площадей сечений, средние высоты и диаметры устанавливали по материалам пробных площадей путем графического выравнивания. Определена также математическая связь высот и диаметров с возрастом (табл. 1).

Таблица 1

Типы березняков	Уравнения высот	Уравнения диаметров	Уравнения видовых чисел
Кисличник	$H=0,000010A^3-0,00510A^2+0,648A-2,38$	$D=0,000005A^3-0,00216A^2+0,396A-1,18$	$F=0,403+\frac{3,7}{A}$
Травяной	$H=0,000014A^3-0,00510A^2+0,674A-4,20$	$D=0,000005A^3-0,00246A^2+0,414A-1,74$	$F=0,433+\frac{4,5}{A}$
Черничник свежий	$H=0,000006A^3-0,00300A^2+0,485A-2,57$	$D=0,000007A^3-0,00294A^2+0,445A-2,40$	$F=0,435+\frac{4,5}{A}$
„ влажный	$H=0,000003A^3-0,00163A^2+0,316A-1,30$	$D=0,000001A^3-0,00111A^2+0,290A-2,10$	$F=0,440+\frac{5,8}{A}$

Средние видовые числа найдены путем построения графиков связи видовых чисел с высотой. Математическая зависимость видовых чисел березовых древостоев с возрастом представлена в табл. 1. Средние запасы на 1 га вычислены по формуле $M=GHF$. Запасы в молодняках (10—20 лет) найдены на основании массового материала по учетным деревьям. Остальные показатели установлены общепринятым способом.

Предлагаемые таблицы хода роста полных елово-березовых насаждений с елью последующего возобновления (табл. 2) рекомендуются для использования в практике лесоустройства и различных расчетов в подзоне средней тайги.

УДК 634.05

К ВОПРОСУ О СТРОЕНИИ МОЛОДНЯКОВ СОСНЫ
В БОРАХ ЛИШАЙНИКОВЫХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В. Ф. ЦВЕТКОВ

(Архангельский институт леса и лесохимии)

Среди мероприятий, направленных на повышение производительности лесов, важное место занимает обеспечение формирования полноценных молодняков на вырубках. В этой связи особый интерес представляет изучение строения молодых древостоев. Закономерности образования сосновых молодняков в среднетаежной зоне,

их строение изучены достаточно хорошо (Г. Р. Этинген, В. П. Тимофеев, П. С. Кондратьев, В. К. Захаров, В. И. Левин, П. Н. Поликарпов, Н. Т. Смирнов и др.).

На Кольском полуострове, леса которого располагаются на крайнем северном пределе, сложение сосновых молодняков совершенно не изучено.

Образующиеся на вырубках Кольского полуострова сосновые молодняки очень разнородны. Их густота и рост значительно варьируют в зависимости от ряда факторов, в том числе от происхождения.

Настоящая работа посвящена анализу некоторых закономерностей строения чистых сосновых молодняков 30—40-летнего возраста, сформировавшихся из дорубочного подроста в борах лишайниковых. Молодняки этой категории на Кольском полуострове часто имеют незначительную густоту, близкую к оптимальной биологической. Поэтому изучение их представляет непосредственный практический интерес. Период между пожаром и рубкой изученных древостоев составлял от 5 до 16 лет. Участие деревьев предварительного происхождения колебалось от 53 до 93%.

Исследования проводили в Зашейковском и Мончегорском лесхозах Мурманской области. Использовано пять постоянных пробных площадей, заложённых автором в 1962 г. На пробных площадях делали сплошные перечеты с измерением диаметров деревьев по 1-сантиметровым ступеням. На каждой пробной площади у 200—250 деревьев, взятых по способу ступенчатого представительства, обмеряли высоты, диаметры крон и по мутовкам определяли возраст. На всех пробных площадях производили полное или частичное картирование древостоя и двумя люксметрами типа Ю-16 устанавливали относительную освещенность на высоте 1,3 м в 36—50-кратной повторности. Для характеристики хода роста сосны выполнено 40 полных анализов ствола.

Все рассматриваемые молодняки представляют собой разновозрастные насаждения V класса бонитета. Расположены они на склонах разной экспозиции на маломощных завалуненных железистых подзолах, подстилаемых моренными песками.

Подстилка не выражена. В напочвенном покрове преобладают лишайники иглочатых и бокальчатых форм.

Характеристика основных таксационных показателей рассматриваемых молодняков приведена в табл. 1.

Таблица 1.

Показатели	Величина показателей на пробных площадях				
	1	2	3	4	5
Число деревьев на 1 га, шт.	1888	1900	1150	2000	2280
Возраст A , лет					
$M \pm m$	$34 \pm 0,5$	$36 \pm 0,5$	$38 \pm 0,3$	$39 \pm 0,2$	$33 \pm 0,8$
σ	2,8	3,7	3,4	3,4	3,6
S	8,5	10,3	9,0	8,7	10,9
Высота H , м					
$M \pm m$	$6,3 \pm 0,1$	$6,8 \pm 0,1$	$7,4 \pm 0,1$	$6,6 \pm 0,1$	$7,0 \pm 0,1$
σ	1,8	1,4	1,7	2,2	1,8
S	25,8	21,1	22,1	33,3	25,8
Диаметр D , см					
$M \pm m$	$8,5 \pm 0,2$	$8,0 \pm 0,2$	$11,3 \pm 0,2$	$7,8 \pm 0,2$	$8,5 \pm 0,2$
σ	3,3	2,7	3,7	3,6	3,3
S	39,1	31,3	32,7	46,1	39,1
Диаметр кроны D_k , м					
$M \pm m$	$2,02 \pm 0,04$	$1,8 \pm 0,05$	$2,7 \pm 0,08$	$1,7 \pm 0,05$	$1,6 \pm 0,02$
σ	0,7	0,6	0,8	0,6	0,46
S	34,2	34,7	29,1	37,6	34,5
Запас на 1 га V , м ³	41,4	39,2	52,3	40,6	63,8

Все деревья в рассматриваемых древостоях по положению в пологе распределяются на ряд категорий (классов). На рис. 1 представлено распределение деревьев по классам Крафта, выравненное графически. Из рисунка видно, что деревья первых трех классов (основной носитель прироста) составляют около 70% всего количества деревьев полого. На их долю приходится 85—90% всего запаса насаждения. Доля деревьев с ясно выраженными признаками угнетения (IVб, Va, Vб, Vб классы) не более 10%. Невысокое содержание угнетенных деревьев в данном случае свидетельствует о том, что при рассматриваемой густоте в этом возрасте складываются наиболее благоприятные условия для развития древостоя.

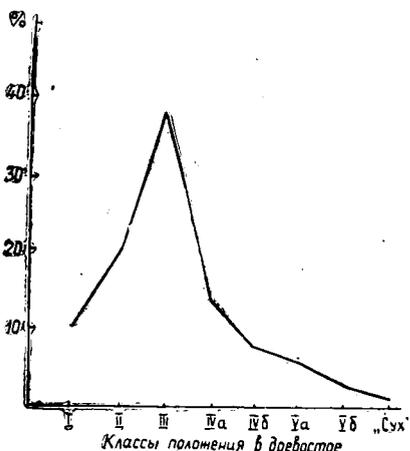


Рис. 1.

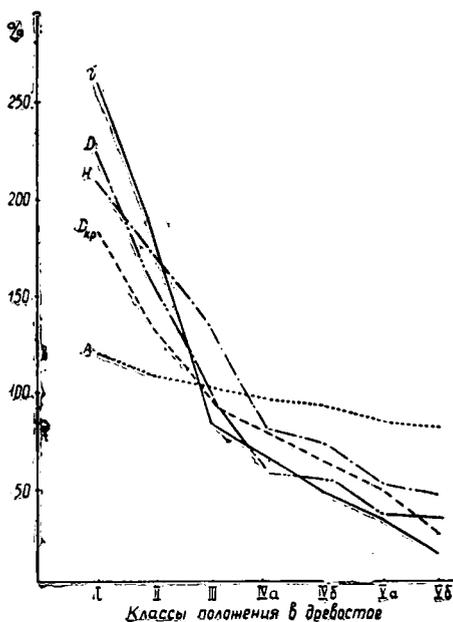


Рис. 2.

Таксационные показатели деревьев разных классов, усредненные по всем насаждениям, выраженные в процентах от средних показателей насаждения, приведены на рис. 2. С понижением положения деревьев в пологе (с повышением класса) последовательно снижаются все таксационные показатели, в том числе и возраст. Следовательно, положение дерева в древостое в данном случае определяется, в основном, временем его поселения на данной площади. В большинстве рассматриваемых молодняков возраст деревьев первых трех классов больше величины давности рубки. Кривые распределения деревьев по естественным ступеням толщины и высоте близки к кривой нормального распределения. Средние диаметр и высота приходятся на центральные, самые насыщенные ступени и часто близки к средним показателям деревьев III класса по Крафту. С увеличением густоты насаждения средний диаметр смещается в сторону низких классов.

Во всех насаждениях деревья расположены биогруппами разной густоты. В табл. 2 приводится характеристика средних высот и средних диаметров деревьев в биогруппах разной густоты.

Таблица 2

№ пробных площадей	Средний возраст насаждений, лет	Показатели	Средние показатели деревьев при площади, приходящейся на 1 дерево, м ²						
			5	3	2,5	2,0	1,7	1,4	1,3
1	34	H, м	8,0	6,8	6,3	6,1	5,9	5,8	5,1
		D, см	11,5	10,1	8,8	7,3	6,9	6,1	5,5
4	39	H, м	8,4	7,2	7,1	6,5	5,4	—	—
		D, см	10,9	8,1	8,7	7,8	7,5	—	—

С уменьшением площади, приходящейся на одно дерево, последовательно снижаются средние высоты и средние диаметры деревьев.

Представляет интерес изучение соотношения полноты и сомкнутости в молодняках (табл. 3).

Отсутствие прямой связи между проективной сомкнутостью полога и абсолютной полнотой объясняется различиями в характере распределения деревьев по площади. Не обнаруживается четкой связи между сомкнутостью полога и величиной относительной освещенности под ним. Последняя в значительной степени опреде-

Таблица 3

№ пробных площадей	Проективная сомкнутость полога, %	Абсолютная полнота, м ²	Относительная освещенность, % от полной	Число деревьев на 1 га, шт.
1	38	11,4	63,0	1888
2	48	11,0	45,5	1900
3	58	11,5	40,0	1150
4	55	9,6	48,6	2000
5	61	11,7	63,0	2280

ляется структурой полога: варьированием высоты деревьев и характером расположения деревьев по площади. Следует отметить, что при исследованиях не было встречено молодняков с сомкнутостью полога более 75%, хотя густота их была значительной (24 тыс. шт. и более). Сумма площадей сечения деревьев в этом случае может достигать 27 м², а относительная полнота 1,5 и более.

Следовательно, сомкнутость полога в молодняках не соответствует величине их относительной полноты (что отмечалось также для сосновых молодняков средне-таежной зоны [2]). Такое несоответствие является следствием неравномерной густоты, а также узкокронности молодой сосны Кольского полуострова. На эту особенность сосны лапландской указывал П. С. Кондратьев [1]. Таким образом, полнота молодняков, определяемая в практике по проективной сомкнутости полога, оказывается заниженной.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. П. С. Кондратьев. Особенности формирования кроны сосны лапландской. Доклады ТСХА, вып. 72, 1961. [2]. А. П. Юновидов. Взаимосвязь между полнотой, густотой и сомкнутостью полога древостоев. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1951.

УДК 634.0.378.33

К ВОПРОСУ О ВРАЩЕНИИ БРЕВЕН ПОД ВОДОЙ

В. Я. ХАРИТОНОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Использование подводных перемещений бревен при их сортировке на рейдах, обмере или оттаивании зимой в утепленных бассейнах перед распиловкой дает возможность получать большой экономический эффект при решении вопросов механизации и автоматизации этих работ.

При разработке конструкций механизмов с подводным движением бревен необходимо знать характер гидродинамических и иных сил, действующих на бревно. В настоящей статье рассматривается случай, когда бревно перемещается в воде по дуге окружности, то есть вращается относительно горизонтальной оси с постоянной угловой скоростью, причем продольная ось бревна при вращении остается параллельной оси вращения (поперечный транспортер) — рис. 1.

В этом случае выражение для результирующего момента действующих на бревно сил относительно точки *A* имеет вид

$$M_A = R_x \cdot c + R_y \cdot e + F_l \cdot h - P \cdot f - N \cdot k. \quad (1)$$

Опуская промежуточные выкладки, можно записать следующие зависимости для определения сил и их плеч:

а) сила вихревого сопротивления

$$R_x = \frac{1}{2} \cdot C_x \cdot \rho_0 \cdot l \cdot d \cdot \omega^2 \left(\rho^2 + \frac{d^2}{12} \right); \quad (2)$$

ее плечо

$$c = \frac{d^2}{4\rho} \cdot \frac{5 + \frac{d^2}{4\rho^2}}{3 + \frac{d^2}{4\rho^2}}; \quad (3)$$

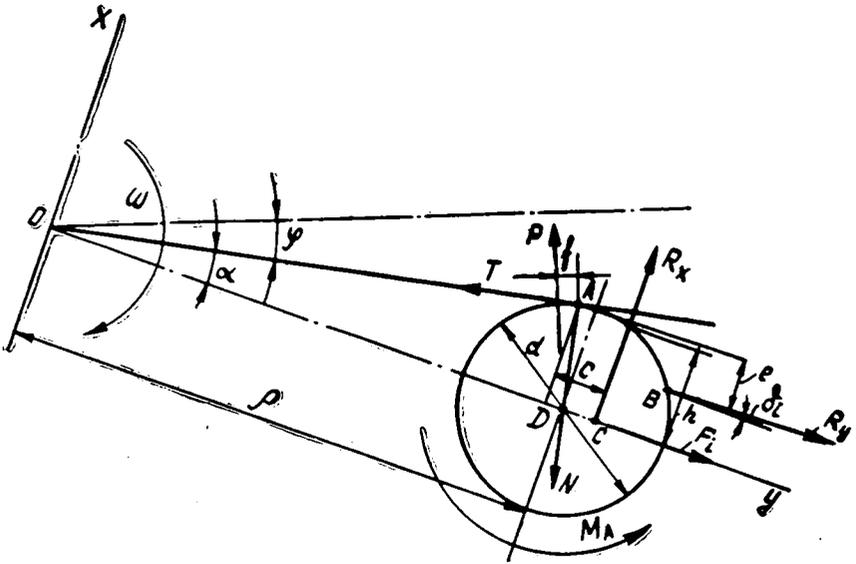


Рис. 1. Схема сил, действующих на бревно.

б) подъемная сила Жуковского

$$R_y = \rho_0 \cdot d \cdot l \cdot \omega^2 \left(\rho + \frac{d}{4} \right)^2 \quad (4)$$

имеет переменное направление. В нашем случае (рис. 1) она стремится выкатить бревно из-под рабочих органов.

Плечо этой силы

$$e = \frac{d}{2} \left[\cos(\alpha - \delta_i) - \cos\left(\frac{\pi}{3} + \delta_i\right) \right]; \quad (5)$$

в) сила запаса плавучести

$$P = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l (\gamma_0 - \gamma); \quad (6)$$

ее плечо

$$f = \frac{d}{2} \cdot \sin \varphi; \quad (7)$$

г) центробежная сила инерции

$$F_l = \frac{\pi d^2}{4} l \cdot \rho_6 \cdot \rho \cdot \omega^2; \quad (8)$$

ее плечо

$$h = \frac{d}{2} \cdot \cos \alpha; \quad (9)$$

д) реакция рабочих органов в точке А

$$N = P \cdot \cos \varphi + R_x \cdot \cos \alpha - R_y \cdot \sin(\alpha - \delta_i) - F_l \cdot \sin \alpha; \quad (10)$$

ее плечо k — коэффициент трения качения бревна по рабочим органам [3].

В этих формулах l и d — длина и средний диаметр бревна;

ρ и ω — радиус вращения и угловая скорость бревна (рис. 1);

ρ_0 и γ_0 — плотность и удельный вес воды;

ρ_6 и γ — плотность и объемный вес бревна;

α и φ — углы, определяющие положение бревна (рис. 1);
 δ_i — угол скоса подъемной силы Жуковского [1]. В нашем случае

$$\delta_i = \frac{2d}{\pi \cdot l}; \quad (11)$$

C_x — коэффициент вихревого сопротивления бревна. Впредь до уточнений величина C_x может определяться по зависимости, установленной В. В. Фроловым [2]. Ориентировочно $C_x = 1.0$.

Рассмотрим условие $N = 0$ при $\varphi = \frac{\pi}{2}$, то есть в случае, когда бревно находится в нижнем положении. Для этого случая зависимость (10) запишется так:

$$R_x \cdot \cos \alpha - R_y \sin(\alpha - \delta_i) - F_i \cdot \sin \alpha = 0.$$

Заменим R_x , R_y и F_i их значениями, предположив в целях упрощения $\delta_i = 0$ *. После несложных преобразований при $C_x = 1.0$ получим уравнение

$$4x^6 + \frac{17}{3}x^4 - 2Ax \cdot x^3 + \left(\frac{4}{3} - A^2\right) \cdot x^2 - 2Ax - \frac{34}{9} = 0, \quad (12)$$

где $x = \frac{\rho}{d}$, $A = 1 + \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\gamma}{\gamma_0}$.

Решая это уравнение приближенным методом Ньютона при $\gamma = 0.8$ т/м³, получим $\frac{\rho}{d} \approx 1.6$.

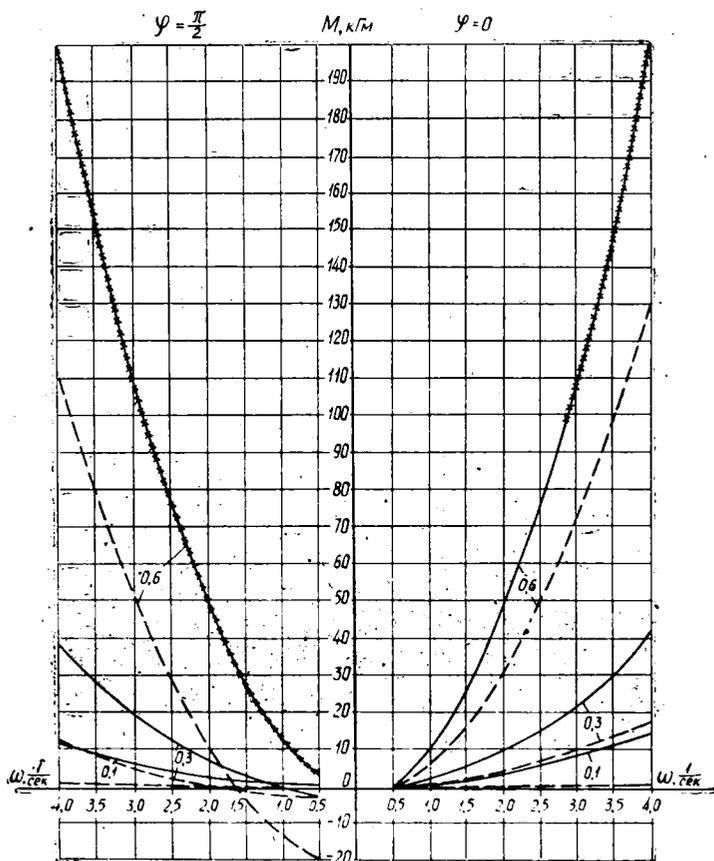


Рис. 2. График зависимости $M_A = f(\omega)$. Цифры около кривых обозначают диаметр бревна, м.

* Для сплавляемых бревен δ_i не превышает 0,07 рад.

Таким образом, бревно, которое вращается рабочими органами в воде, может отрываться от этих органов при соотношении $\rho < 1,6d$. Это обстоятельство следует учитывать при конструировании машин.

Чтобы проанализировать зависимость крутящего момента M_A (1) от угловой скорости вращения рабочих органов, на рис. 2 построен график для трех бревен с размерами $l = 6,5$ м; $d = 0,1$; $0,3$ и $0,6$ м. Принято $\gamma = 0,8$ т/м³; $\rho = 0,6$ м; $\frac{2k}{d} = 0,123$ (для условий качения бревен в коре по плоским направляющим [3]).

Сплошными линиями проведены кривые, отражающие влияние на момент всех сил по зависимости (1), а пунктирными — при $R_y = 0$. Выделение этого случая ($R_y = 0$) нам кажется интересным, так как невозможно практически определить, при каком значении угла φ подъемная сила Жуковского R_y достигнет максимума. Крестиками на сплошных линиях графика отмечены участки кривых, когда реакция N отрицательна, то есть бревно отрывается от рабочих органов по ходу вращения.

Анализируя кривые, можно видеть, что M_A в момент захвата (когда $\varphi = 0$) при значениях $\omega \geq 0,5$ 1/сек практически всегда положителен, то есть стремится выкатить бревно из-под рабочих органов. Когда $\varphi = \frac{\pi}{2}$, вращающий момент тоже

положителен при скоростях вращения $\omega \geq 1,8$ 1/сек; при меньших скоростях он может иметь отрицательные значения при вращении бревен большого диаметра. Из графика видно также, что бревна больших диаметров могут отрываться от рабочих органов не только при $\varphi = \frac{\pi}{2}$, но и при $\varphi = 0$, когда они вращаются с большой скоростью. Следовательно, в машинах, использующих подводное вращение бревен, необходимо предусматривать ограничители, фиксирующие возможные пределы перемещения бревен на рабочих органах.

Проведенные исследования позволяют определить некоторые параметры механизмов с подводным перемещением бревен и правильно рассчитать мощность привода.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. Я. Алферьев. Гидромеханика. Изд. 2, изд-во «Речной транспорт», М., 1961. [2]. В. В. Фролов. Сопротивление движению бревен под водой. Сб. «Вопросы лесозаготовок и транспорта леса». Изд-во «Высшая школа», Минск, 1967. [3]. В. Я. Харитонов. Экспериментальные исследования движения бревен под водой. Сообщение 1. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1966.

УДК 674.053

О СТЕПЕНИ ПРОКОВКИ И ВАЛЬЦЕВАНИЯ ПЛОСКИХ ДИСКОВЫХ ПИЛ

Ю. М. СТАХИЕВ

(ЦНИИМОД)

Напряженное состояние диска пилы после проковки или вальцевания обычно оценивают по величине его прогиба («провисания») $y_{ц}$ под собственным весом при установке в горизонтальное положение: на три опоры, находящиеся на равных расстояниях друг от друга и на 5 мм от окружности впадин зубьев. Прогиб измеряется на радиусе примерно 50 мм.

Рекомендуемые в технической литературе нормативные величины прогибов в большинстве случаев принимаются по ГОСТу 980—63 (ГОСТ 980—69). Они отражают сложившуюся практику подготовки инструмента на отдельных предприятиях и не имеют достаточного научного обобщения. Это явилось причиной постановки нами специальных исследований.

На первом этапе были определены* [2] теоретически величины прогибов $y_{ц}^0$ пил, в которых отсутствуют начальные напряжения ($\sigma = 0 = \sigma_0$),

* В ЦНИИМОДе ведутся исследования по уточнению формул (1) и (2) в зависимости от отношения d/D_1 (d — диаметр отверстия).

$$y_{\text{н}}^{\circ} = 0,297 \cdot 10^{-10} \frac{D_1^4}{S^2} \left(\text{при } y_{\text{ц}} \leq \frac{S}{5} \right); \quad (1)$$

$$y_{\text{н}}^{\circ} = 0,297 \cdot 10^{-10} \frac{D_1^4}{S^2} \cdot \frac{1}{1 + 0,262 \left(\frac{y_{\text{ц}}^{\circ}}{S} \right)^2} \left(\text{при } y_{\text{ц}} > \frac{S}{5} \right), \quad (2)$$

где D_1 — диаметр пилы без зубьев, мм;
 S — толщина пилы, мм.

Расчетные величины прогибов сопоставлены с нормативными по ГОСТу 980—69 (табл. 1). При выполнении расчетов величины D_1 определяли, исходя из условий $z = 48$, $h = 0,5t$ (z , h и t — соответственно число, высота и шаг зубьев).

Таблица 1

Диаметр пил, мм	Диаметр окружности впадин зубьев при $z = 48$, мм	Толщина пил по ГОСТу 980—69, мм	Прогибы $y_{\text{ц}}$ пил, мм, соответственно для толщин, указанных в графе 3	
			нормативные по ГОСТу 980—69	расчетные при отсутствии начальных напряжений
250	234	1,4; 1,6; 1,8	0,20; 0,15; 0,10	0,045; 0,035; 0,027
320	299	1,8; 2,0; 2,2	0,40; 0,30; 0,20	0,07; 0,06; 0,05
360	347	2,0; 2,2; 2,5	0,30; 0,20; 0,10	0,11; 0,09; 0,07
400	374	2,0; 2,2; 2,5	0,45; 0,30; 0,20	0,14; 0,12; 0,09
450	421	2,2; 2,5; 2,8	0,40; 0,30; 0,20	0,19; 0,15; 0,12
500	467	2,2; 2,5; 2,8	0,50; 0,40; 0,30	0,29; 0,23; 0,18
630	589	2,5; 2,8; 3,0	0,50; 0,40; 0,30	0,57; 0,46; 0,40
710	664	2,8; 3,0; 3,2	0,50; 0,40; 0,35	0,73; 0,64; 0,56
800	748	3,0; 3,2; 3,6	0,90; 0,70; 0,50	1,00; 0,89; 0,71
900	841	3,2; 3,6; 4,0	1,50; 1,20; 0,90	1,38; 1,12; 0,92
1000	935	3,6; 4,0; 4,5	1,70; 1,30; 1,00	1,66; 1,38; 1,11
1250	1168	4,0; 4,5; 5,0	2,90; 2,00; 1,60	3,06; 2,52; 2,10
1500	1402	4,5; 5,0; 5,5	5,00; 4,50; 3,70	4,50; 3,93; 3,44

Примечание. Предельные отклонения $y_{\text{ц}}$, мм, по ГОСТу 980—69 не должны превышать $\begin{matrix} +0,05 \\ -0,10 \end{matrix}$ для D до 450 мм, $\begin{matrix} +0,10 \\ -0,15 \end{matrix}$ для D свыше 450 до 800 мм, $\begin{matrix} +0,15 \\ -0,25 \end{matrix}$ для D свыше 800 до 1000 мм, $\begin{matrix} +0,20 \\ -0,30 \end{matrix}$ для D свыше 1000.

Анализ данных табл. 1 показывает, что в ряде случаев нормативы прогибов по ГОСТу 980—69 (особенно при минусовом допуске) меньше расчетных $y_{\text{ц}}^{\circ}$. Подготовленные по данным нормативам пилы в периферийной зоне имеют напряжения сжатия. Эти нормативы не обеспечивают устойчивости пил и требуют корректировки.

На втором этапе исследований рассмотрен вопрос оптимизации нормативов проковки и вальцевания. Для решения этого вопроса необходимо установить взаимосвязь между прогибом $y_{\text{ц}}$ и показателями $\Delta T_{\text{кр}}$, $\Omega_{\lambda \geq 2}$, $\frac{P}{y_{\text{п}}}$, характеризующими надежность работы диска пилы.

Показатель $\Delta T_{\text{кр}}$ — критический температурный перепад (разница температур периферийной и центральной зон диска пилы в момент потери его устойчивости упругого равновесия); $\Omega_{\lambda \geq 2}$ — частота собственных колебаний, показывающая возможность возникновения резонансных колебаний по одной из веерных форм $\lambda \geq 2$ (λ — число узловых диаметров, определяющее форму колебаний); $\frac{P}{y_{\text{п}}}$ — поперечная жесткость пилы в периферийной зоне (P — сосредоточенная поперечная сила, приложенная на внешнем контуре диска пилы, зажатой в шайбах; $y_{\text{п}}$ — прогиб в направлении действия силы). Между показателями $\Delta T_{\text{кр}}$ и Ω имеется взаимосвязь

$$\frac{\Omega_{\text{пн}}}{\Omega_{\text{пн}}} = \sqrt{\frac{T_{\text{кр}}^{\text{п}}}{T_{\text{кр}}^{\text{пн}}}}, \quad (3)$$

где пнп — индексы, указывающие на состояние пилы: «прокованная» и «непрокованная».

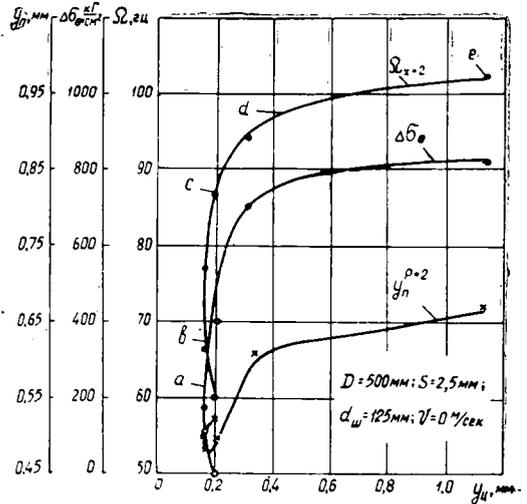
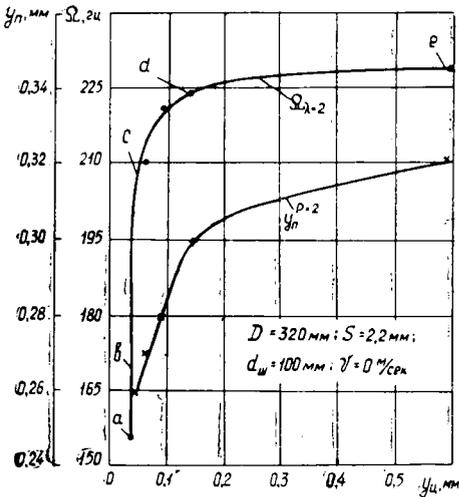
При проведении экспериментальных исследований достаточно было определить только один из показателей Ω или $\Delta T_{\text{кр}}$. Нами принят первый — $\Omega_{\lambda \geq 2}$. Увеличение

$\Omega_{\lambda > 2}$ указывает на возрастание $\Delta T_{кр}$ и соответственно на повышение устойчивости диска пилы при эксплуатации.

Типовые зависимости $\Omega_{\lambda=2} = f(y_{ц})$ и $y_{п} = f(y_{ц})$ приведены на рис. 1 а, б, в. Они относятся к случаю вальцевания дисковых пил диаметром 320, 500 и 710 мм по одной окружности с радиусом $0,8R_1$ (R_1 — радиус пилы без зубьев). Приращение тангенциальных $\Delta\sigma_{\theta}$ и радиальных $\Delta\sigma_R$ напряжений регистрировалось на радиусе $0,95R_1$.

а)

б)



в)

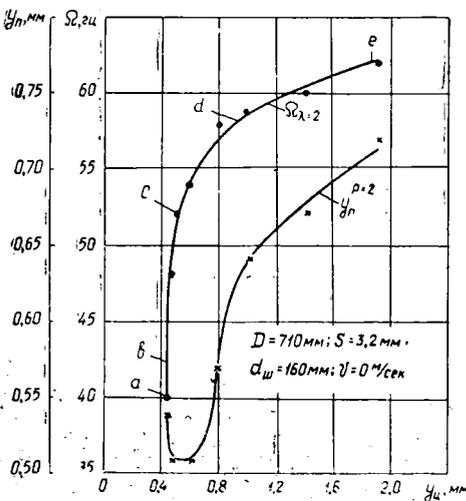


Рис. 1. Изменение показателей $\Omega_{\lambda=2}$, $\Delta\sigma_{\theta}$ и $y_{п}^{\rho=2}$ при вальцевании пил разных диаметров D по одной окружности с относительным радиусом 0,8.

Представленные на рис. 1 кривые показывают, что диск пилы при подготовке проходит ряд характерных напряженных состояний (точки а, б, с, d, е). Если в периферийной зоне диска имеют место напряжения сжатия, то в начале вальцевания напряжения выравниваются по радиусу диска. Это приводит к некоторому уменьшению $y_{ц}$ (точка б) по сравнению с начальной величиной (точка d).

При дальнейшем вальцевании напряженное состояние интенсивно растет без заметного увеличения $y_{ц}$ (точка с). На данном участке затруднительно характеризовать напряженное состояние пилы по величине $y_{ц}$. Величина прогиба $y_{ц}$, соответствующая участку кривой с—d, обычно близка к расчетной (табл. 1), когда напряжения в пиле $\sigma \approx 0$. На участке кривой с—d—e (рис. 1) величина $y_{ц}$ интенсивно растет при сравнительно небольшом увеличении $\Delta\sigma_{\theta}$, а следовательно, и показателей $\Omega_{\lambda > 2}$ и $\Delta T_{кр}$.

Точка d, соответствующая примерно величине $2y_{ц}^{\rho}$, характерна тем, что в этот момент пилоправ, надавливая рукой на центральную зону вертикально установленной пилы, обычно ощущает уменьшение ее жесткости (появление «слабины»). Видимо, этим можно объяснить то обстоятельство, что многие рекомендации по нормативам

проковки, как правило, относятся к состоянию пил, определяемому примерно точкой d . Фактически же при незначительном увеличении $y_{ц}^{\sigma=0}$ величины $\Omega_{\lambda=2}$ и $\Delta T_{кр}$ становятся достаточно высокими при сохранении или несущественном уменьшении $\frac{P}{y_{п}}$. Поэтому величины $y_{ц}$, соответствующие участку кривой $c-d$, можно принять как первые нормативные, гарантирующие нижний предел устойчивости пилы.

Точка e характеризует критическое состояние диска пилы и появление в дальнейшем новой равновесной формы («тарельчатости»). При нахождении диска пилы в критическом состоянии сохраняется его плоская форма, а показатели $\Omega_{\lambda>2}$, $\Delta T_{кр}$ и σ достигают максимальной величины; однако при этом показатель жесткости $\frac{P}{y_{п}}$ снижается до минимума. Нашими исследованиями установлено, что величину $y_{ц}$ для пил, находящихся в критическом состоянии, с достаточной для практики точностью можно определить* по упрощенной эмпирической формуле

$$y_{ц}^{\sigma_{кр}} = 5 \cdot 10^{-6} D_1^2, \quad (4)$$

где D_1 выражено в миллиметрах.

Чтобы использовать повышенные значения $y_{ц}$ (соответствующие участку кривой $c-d-e$ на рис. 1) и иметь некоторый прирост (в ряде случаев относительно невысокий), величин $\Omega_{\lambda>2}$ и $\Delta T_{кр}$, необходимо учитывать возможное уменьшение $\frac{P}{y_{п}}$ при приближении к точке e . В настоящее время отсутствуют научно обоснованные нормативные величины $\frac{P}{y_{п}}$. Обычно придерживаются правила, что уменьшение $\frac{P}{y_{п}}$ в результате проковки или вальцевания должно быть компенсировано применением шайб определенного диаметра, закрывающих ослабленную центральную зону диска, или действием центробежных сил инерции. Исходя из этого, мы установили, что проковку или вальцевание можно вести до $y_{ц} = y_{ц}^{\sigma_{кр}}$: а) независимо от скорости вращения V , если относительный радиус окружности вальцевания и отношение диаметра шайб $d_{ш}$ к диаметру пилы без зубьев D_1 соответственно равняются, например, 0,25 и 0,27; 0,40 и 0,34; 0,60 и 0,43; 0,80 и 0,53 (табл. 2); б) независимо от отношения $\frac{d_{ш}}{D_1}$, если скорость вращения $V > 80$ м/сек [1].

Таблица 2

Относительный радиус окружности вальцевания	Величина прогиба $y_{ц}$ при $\sigma = \sigma_{кр}$, мм	$\Delta y_{п} = \frac{y_{п}^{II} - y_{п}^I}{y_{п}^I} \cdot 100\%$					
		при $V=0$ м/сек и отношении $\frac{d_{ш}}{D_1}$, равном					
		0,128	0,214	0,267	0,343	0,430	0,535
0,25	1,30	35	11	6	0	0	0
0,40	1,26	51	23	15	5	3	0
0,60	1,28	64	51	27	10	6	0
0,80	1,30	75	62	31	16	10	6

Примечание. $y_{п}^I$ — прогиб при $y_{ц}^{\sigma}$; $y_{п}^{II}$ — прогиб при $y_{ц}^{\sigma_{кр}}$.

Данные табл. 2 показывают, что положительное влияние зажимных шайб усиливается с уменьшением внешнего радиуса зоны проковки или вальцевания. Снижение зоны обработки против оптимальной (относительный радиус 0,8), как известно, необходимо осуществлять на заводе-изготовителе инструмента, когда пилы поставляются потребителю, не производящему проковку или вальцевание их в течение всего срока службы. Если скорость вращения $V < 80$ м/сек, а отношение $\frac{d_{ш}}{D_1}$ недостаточно (табл. 2), то величина $y_{ц}$ должна быть меньше $y_{ц}^{\sigma_{кр}}$. В этом случае рекомендуется принимать величины $y_{ц}$, соответствующие участку кривой $c-d$ на рис. 1.

* Экспериментальную проверку производили на пилах диаметром 320—800 мм, толщиной по ГОСТу 980—63.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ю. М. Стахийев. Исследование влияния скорости вращения на жесткость плоских дисковых пил. Научный отчет ЦНИИМОДа, 1968 [2]. Ю. М. Стахийев. К вопросу о степени проковки плоских дисковых пил. Научные труды ЦНИИМОДа, вып. 23, 1969.

УДК 634.0.813

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ГИДРОЛИЗА ПОЛИСАХАРИДОВ ЦЕЛЛОЛИГНИНА КОНЦЕНТРИРОВАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТОЙ

Н. В. ЧАЛОВ, Л. В. КОЗЛОВА

(ВНИИГидролиз)

Установлено, что при гидролизе гидроцеллюлозы [2], древесины [3] и целлолигнина [4] концентрированной серной кислотой последняя вступает в соединение с продуктами гидролиза полисахаридов — сахарами и с лигнином. По этой причине удельный расход серной кислоты, например концентрацией 75% весовых, отнесенный к конечному продукту реакции — моносахаридам, весьма значителен и при температуре 20° для целлюлозы составляет 1,46 модуля, считая по моногидрату, для древесины — 2,10 и для целлолигнина — 2,25. Повышение температуры с 20 до 80° не влияет на снижение удельного расхода серной кислоты при гидролизе целлюлозы [1]. Это показывает, что соединение серной кислоты с продуктами гидролиза стойко к повышению температуры. Однако с возрастанием ее соединение серной кислоты с лигнином может распадаться, как это имеет место при гидролизе целлолигнина высококонцентрированной соляной кислотой [1]. В последнем случае при повышении температуры удалось добиться существенного уменьшения удельного расхода кислоты. Это явилось основанием для проведения исследований по гидролизу полисахаридов целлолигнина при 40, 60 и 80°.

Экспериментальная часть

Целлолигнин из древесины сосны высушили и подвергли кратковременному размолу в вибромельнице М-10, в результате чего получили порошок с насыпным весом 0,38 г/см³. Его помешали в реакционный сосуд, который устанавливали в термостате, затем приливали 70,4%-ную серную кислоту в количестве $1,33 \pm 0,02$ модуля, считая по моногидрату, смесь тщательно перемешивали и выдерживали установленное время. После этого сосуд переносили в холодную воду и одновременно воду вносили внутрь сосуда, в результате чего реакция быстро прекращалась. Остаток отфильтровывали, тщательно отмывали. Полученный раствор подвергали инверсии 4%-ной серной кислотой при кипячении в течение 3 час. После этого в растворе определяли сахара эбулиостатическим методом; найденные значения отнесли к полисахаридам, содержащимся в исходном целлолигнине.

При температурах 40, 60 и 80° было поставлено несколько опытов и установлены кинетические показатели процесса гидролиза полисахаридов. Процесс характеризовали по степени гидролиза, то есть отношению количества полисахаридов, прогидролизованных до сахаров, к количеству полисахаридов, содержащихся в целлолигнине перед опытом. В целлолигнине было высокое содержание лигнина, почти равное количеству полисахаридов. Если соединение серной кислоты с лигнином оказалось бы нестойким, то при повышении температуры освобождающаяся при этом серная кислота вступала бы в реакцию гидролиза полисахаридов и степень гидролиза увеличилась. Однако из рис. 1 следует, что при повышении температуры во всех случаях предельная степень гидролиза полисахаридов целлолигнина одинакова и равна $81 \pm \pm 0,5\%$. При 40° общая продолжительность гидролиза была увеличена до 10 час, но степень гидролиза не изменилась и в периоде 1—10 час осталась постоянной (эта часть экспериментов на рис. 1 не представлена).

Повышение температуры сказывается только на скорости достижения предельной степени гидролиза, что отвечает известному влиянию температуры на скорость реакции. Так, если при 20° система приходит в равновесие за 10—12 час [5], то при 40° — за 60 мин, при 60° — за 30 мин и при 80° — практически за 10 мин. После этого реакция гидролиза прекращается.

Полученные данные показывают, что соединение серной кислоты с лигнином является стойким к температурному воздействию в такой же степени, как и соединение

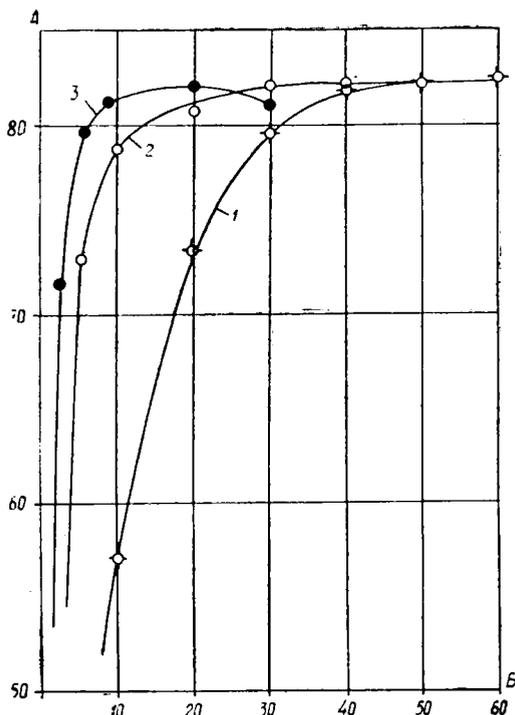


Рис. 1. Кинетические показатели процесса гидролиза полисахаридов целлюлозы 70,4%-ной серной кислотой при постоянном расходе модуля $1,33 \pm 0,02$ по моногидрату.

А — степень гидролиза полисахаридов, %;
 Б — продолжительность гидролиза, мин;
 1 — при температуре 40°; 2 — 60°;
 3 — 80°.

с продуктами гидролиза — сахарами. В этом отношении серная кислота отличается от соляной, когда соединение хлористого водорода с лигнином нестойко и при повышении температуры содержание в нем хлористого водорода уменьшается [1].

При применении 70,4%-ной серной кислоты удельный расход ее в пересчете на моногидрат во всех опытах был одинаков и равнялся $2,76 \pm 0,03$ модуля, что согласуется с показателями, полученными при 20° [4] и является следствием того, что повышение температуры не оказывает влияния на состав соединения серной кислоты с продуктами гидролиза полисахаридов и лигнина. Следовательно, путем увеличения температуры нельзя добиться снижения удельного расхода серной кислоты.

Полученные кинетические показатели позволяют установить, что процесс гидролиза полисахаридов целлюлозы концентрированной серной кислотой можно осуществить за короткое время — в течение 10 мин при 80°, причем заметное расхождение отмечается только при продолжительности гидролиза 30 мин.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. В. Коротков, Н. В. Чалов. Сборник трудов ВНИИГСа, т. 14, 180, 1965. [2]. Н. В. Чалов, А. Е. Лещук, Л. В. Козлова, Т. М. Волкова. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 2, 3, 1966. [3]. Н. В. Чалов, Л. В. Козлова. Сборник трудов ВНИИГСа, т. 18, 1968. [4]. Н. В. Чалов, Л. В. Козлова. Реферативная информация «Химическая переработка древесины» № 5, 6, 1968. [5]. Н. В. Чалов, Л. В. Козлова. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 8, 1968.

УДК 54

НАХОЖДЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ФУРФУРАМИДА

А. А. ЩЕРБАКОВ, Л. В. ПУСТОВОЙТ, Д. М. БАБИНЕЦ

(Львовский политехнический институт)

Ранее [3] было показано, что фурфурамид, легко получаемый из фурфуrolа и аммиака по реакции [1], [2]



подобно препарату ТМТД (тетраметилтиурамдисульфиду), гранозану и гексахлорану обладает свойствами протравителя. Одновременно он действует и как азотное удобрение, так как под влиянием почвенной влаги гидролизуетсся на фурфурол, обладающий подобно формальдегиду бактерицидным эффектом, и на аммиак, являющийся источником азота. Благодаря фурфуроамиду растения кукурузы, ячменя и сахарной свеклы меньше заболевают мучнистой росой и гельминтоспориозом как в период колосования, так и в период молочно-восковой спелости. От обработки семян фурфуроамидом прибавка урожая ячменя составляет 3 ц/га, зерна кукурузы 6,5 ц/га и свеклы 25,5 ц/га.

Фурфуроамид мы получали согласно методике, указанной в руководствах по синтезу фурановых соединений [1]: смесь из 5 вес. частей фурфурола с 5-кратным объемом водного (25%-ного) аммиака оставляют стоять на несколько дней, часто взбалтывая медленно кристаллизующуюся смесь; продукт отфильтровывают и перекристаллизуют из этилового спирта. Как показали опыты, эта методика требует уточнения.

Цель настоящей работы состоит в нахождении оптимальных условий получения фурфуроамида.

По указанной выше методике [1], в колбу Эрленмейера с притертой пробкой на 200 мл мы помещали необходимые количества фурфурола (т. кип. 161,5°C, показатель лучепреломления 1,526) и водного (10%-ного) раствора аммиака и, создавая определенные условия, проводили реакцию. По окончании реакции фурфуроамид отфильтровывали, промывали ледяной дистиллированной водой до pH = 7 и высушивали при комнатной температуре и при 55°C до постоянного веса. Путем взвешивания на аналитических весах фильтра с осадком фурфуроамида и фильтра, высушенного до постоянного веса, определяли выход продукта. Качество фурфуроамида характеризовали по температуре плавления после его 2—3-кратной перекристаллизации из этилового спирта.

Нами проделано четыре серии опытов, в каждой меняли одно из условий реакции: в первой — количество фурфурола, во второй — количество аммиака, в третьей — температуру реакции и в четвертой — время процесса.

В табл. 1 представлены результаты опытов по влиянию различных количеств фурфурола на выход фурфуроамида (во всех опытах содержание 10%-ного раствора аммиака 25 мл, или 3,1 г).

Таблица 1

Количество фурфурола, г	Вес полученного осадка фурфуроамида, г		Выход фурфуроамида, % от теоретического	Т.пл., °C
	теоретически	практически		
1,92	1,78	1,71	95,7	116,5
4,08	3,79	3,52	92,8	117,0
6,01	5,59	5,16	92,3	116,8
8,19	7,67	7,17	94,1	116,8
10,04	9,34	8,79	94,2	116,7
12,04	10,51	10,54	99,7	116,6
14,06	13,08	11,90	91,0	116,5
16,09	14,93	13,22	88,5	116,5
18,00	16,75	14,56	86,9	116,7
20,00	18,61	15,80	84,9	116,9
22,00	20,47	17,66	86,27	116,9
24,00	22,33	17,70	80,9	117,0
26,00	24,20	18,20	75,6	117,0
30,00	27,91	18,52	66,3	117,0

Из данных табл. 1 видно, что наибольший выход фурфуроамида получается, если брать 12,04 г фурфурола на 25,0 мл, или 3,1 г аммиака, то есть при весовом соотношении фурфурол — аммиак, равном 3,8.

В табл. 2 приведены результаты опытов по влиянию различных количеств аммиака на выход фурфуроамида (во всех случаях содержание фурфурола 5,02 г).

Из данных табл. 2 видно, что наибольший выход фурфуроамида получается при весовом соотношении фурфурол — аммиак, равном 3,0.

Таблица 2

Количество раствора аммиака		Выход фурфуроамида		Т. пл., °С
мл	г	г	% от теоретического	
5,0	0,62	2,85	61,25	116,8
10,0	1,23	4,53	97,35	116,7
15,0	1,85	4,55	97,82	116,5
20,0	2,47	4,47	96,11	116,5
25,0	3,10	4,19	90,10	116,7
30,0	3,69	4,33	93,12	116,6
35,0	4,31	4,34	93,42	117,0
40,0	4,92	4,32	92,90	117,0
45,0	5,54	4,51	96,60	117,2
50,0	6,15	4,19	89,90	117,0

В табл. 3 представлены результаты опытов по влиянию различных температур на выход фурфуроамида (во всех случаях количество фурфурола 12,0 г, количество аммиака 25 мл, или 3,1 г).

Таблица 3

Температура, °С	Выход фурфуроамида		Т. пл., °С
	г	% от теоретического	
9	10,59	94,8	117,0
14	10,85	97,6	116,8
22	9,96	89,25	116,7
30	10,68	96,10	117,0
40	10,77	96,90	116,7
50	10,64	95,70	117,0

Из данных табл. 3 видно, что наибольший выход фурфуроамида получается при температуре 14°C.

В табл. 4 представлены результаты опытов по влиянию времени процесса на выход фурфуроамида (во всех случаях количество фурфурола 12,0 г, количество аммиака 25 мл, или 3,1 г).

Из данных табл. 4 видно, что наибольший выход фурфуроамида наблюдается, если процесс взаимодействия оптимальных количеств фурфурола и аммиака при температуре 14°C проводить без взбалтывания в течение 24 час. Если реакционную смесь, находящуюся в колбе, взбалтывать со скоростью 130 качаний в 1 мин на аппарате для взбалтывания, то максимальный выход фурфуроамида (97,5% от теоретического) достигается за 10 час при соблюдении ранее выбранных оптимальных условий.

Таблица 4

Продолжительность процесса, час	Выход фурфуроамида	
	г	% от теоретического
4 (без взбалтывания)	9,38	84,5
12 "	10,33	93,1
24 "	10,85	97,6
36 "	10,76	97,0
10 (при взбалтывании)	10,81	97,5

Таким образом, в данной работе найдены следующие оптимальные условия получения фурфуроамида для применения его в качестве нового протравителя семян и азотного удобрения: 3- или 4-кратное весовое количество фурфурола по отношению к аммиаку, температура 14°C, продолжительность процесса 10 час при непрерывном взбалтывании или перемешивании реакционной массы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. А. Пономарев. Синтезы и реакции фурановых веществ. Изд. Саратовского университета. 1960, стр. 137. [2]. А. А. Щербаков. Фурфурол. Госгиздат УССР, Киев, 1962, стр. 88. [3]. А. А. Щербаков, Д. М. Бабинец, В. Х. Сайко, Е. Н. Тронь, Г. Н. Янова. Тезисы докладов ученого совета по проблеме использования пентозансодержащего сырья при АН Латвийской ССР, заседание 27—29 мая 1969 г., Рига, стр. 38.

УДК 547.992.3

СВЯЗЬ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ С ПОГЛОЩЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА В РАСТВОРАХ ЛИГНИНА

В. В. НЕКРАСОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Исследование распространения ультразвука (УЗ) в растворах лигнина и его фракций в диоксиде показало, что во всех растворах наблюдается относительно высокий релаксационный коэффициент поглощения на частоте 5 мегц [1]; однако в трех различных фракциях разного порядка фракционирования сульфатного щелочного лигнина на опытно-промышленной партии ПП-67 релаксационные явления проявляются по-разному. Так, в спирторастворимых фракциях первой вытяжки (СП1) и в эфирорастворимой фракции, полученной вытяжкой после спиртовой (ЭФ1), оказались относительно небольшие значения коэффициента поглощения УЗ и релаксационного коэффициента поглощения.

Для выяснения природы релаксирующих молекул, входящих в исходный лигнин, были проведены исследования ряда других физических свойств указанных растворов. На наш взгляд, интересные результаты получены при изучении электропроводности этих растворов.

Сопротивление растворов измеряли в ячейке с платиновыми электродами (площадью 4 см² и расстоянием между ними 2 мм) при помощи измерительного моста марки МОМ-3 при температуре 20°C. Результаты приведены на рис. 1, где по оси ординат отложены значения $\ln R$, по оси абсцисс — концентрация c лигнина и его фракций, %. Зависимость $\ln R = f(c)$ носит линейный характер.

На рис. 1 можно выделить две резко различающиеся группы растворов. К первой относятся растворы СП1 и ЭФ1, для которых характерно относительно высокое сопротивление (для СП1 по сравнению с ЭФ1 сопротивление падает более резко с ростом концентрации раствора). Ко второй группе относятся остальные фракции и исходный лигнин; как по величине сопротивления, так и по наклону прямых они мало отличаются друг от друга. Это позволяет заключить, что электропроводность растворов обусловлена примерно одинаковыми группами молекул.

Данные по поглощению УЗ взяты из нашей работы [1]. Зависимость $\alpha = f(c)$ в первом приближении считается линейной.

При сопоставлении результатов исследований электропроводности и коэффициентов поглощения УЗ (α) растворов обнаружена определенная корреляция между двумя этими параметрами. Если с ростом концентрации раствора сопротивление убывает, то поглощение возрастает. Зависимости $\ln R = f(c)$ и $\alpha = f(c)$ обращают на себя внимание тем, что фракции СП1 и ЭФ1 имеют наибольшее сопротивление, и их коэффициент поглощения УЗ сравнительно мало изменяется с концентрацией. Для этих фракций оказался наименьшим и релаксационный коэффициент поглощения [1].

В пределах ошибки опыта произведение $\alpha \ln R$ остается величиной постоянной; для СП1 эта величина составляет $(65 \pm 4) 10^{-2}$, для ЭФ1 — $(59 \pm 2) 10^2$. Для остальных фракций и исходного лигнина с ростом концентрации раствора произведение $\alpha \ln R$ растет, то есть величина α изменяется быстрее, чем убывает $\ln R$. Проводимость фракции СП1, имеющей меньший молекулярный вес [2], с ростом концентрации увеличивается быстрее, чем проводимость ЭФ1. Проводимость последней фракции с концентрацией изменяется примерно так же, как и остальных фракций и исходного лигнина.

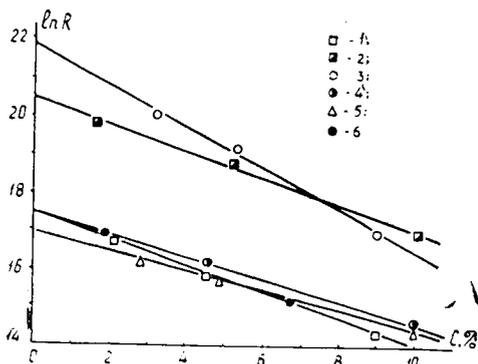


Рис. 1.

1 — ЭФ1; 2 — ЭФ2; 3 — СП1; 4 — СП2;
5 — нерастворимая; 6 — исходный лигнин.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. В. Некрасов, Л. Ф. Тренина. Поглощение ультразвука растворами лигнина. Тезисы докладов научно-технической конференции, посвященной 40-летию АЛТИ. 1969. [2]. О. М. Соколов, Б. Д. Богомолов. Определение молекулярных весов сульфатных и натронных лигнинов методом неустановившегося равновесия. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1967, 140.

УДК 62-493

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ЩЕПЫ ИЗ ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВОК О РАЗЛИЧНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

И. Ф. КОПЕРИН, С. И. ГОЛОВКОВ

(ЦНИИМЭ)

Знание коэффициента трения скольжения щепы из лесосечных отходов о различные поверхности необходимо для решения целого ряда задач [1]. В частности, вопросы нормального движения щепы в бункерных устройствах, газогенераторах и топочных устройствах, в шнековых питателях, винтовых конвейерах, в транспортерах различного рода можно успешно решить только с учетом коэффициента трения скольжения.

В опытах мы использовали прибор В. А. Желиговского [2], [3], [4], который позволяет определить коэффициент трения взаимного скольжения различных тел (в любых комбинациях).

Принцип действия прибора (рис. 1) состоит в следующем. На горизонтальной плоскости ствола закреплен лист чертежной бумаги $ABCD$. Если некоторое тело M перемещать по плоскости стола поступательно движущимся угольником EF , то абсолютная скорость точки M составит с нормалью к прямой FG угол трения φ тела о направляющую грань FG . Если далее с точкой тела связать карандаш, то на листе бумаги получится прямая, составляющая с нормалью угол φ . Это динамический угол трения, имеющий место при скольжении тела по направляющей с некоторой относительной скоростью v_r .

Монтаж всей установки для лабораторных опытов или экспериментальных исследований в полевых условиях и производство испытаний с помощью этого прибора просты и требуют мало времени. При всей простоте прибор весьма чувствителен и даёт устойчивые показания, зафиксированные на бумаге в виде графиков, пригодных для обработки и проверки в любое время.

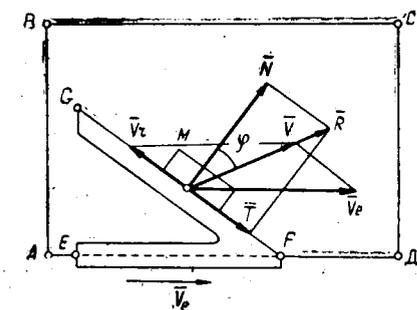


Рис. 1. Расчетная схема для определения коэффициента трения скольжения.

Используя этот метод, мы определили коэффициенты трения взаимного скольжения между щепой из лесосечных отходов и стальной некорродированной поверхностью, стальной поверхностью, покрытой ржавчиной, поверхностью огнеупорного кирпича и строганого дерева (вдоль волокон).

Обработку полученных экспериментальных данных и вычисление статистических величин производили способом сумм с предварительной разбивкой вариационного ряда на классы [5].

Величины коэффициентов трения скольжения щепы из лесосечных отходов о различные поверхности, вычисленные по данным опытов, представлены в табл. 1. Количество замеров во всех случаях 30.

Из данных табл. 1 видно, что величина коэффициента трения щепы из лесосечных отходов зависит не только от характера поверхности, но и от влажности щепы. С увеличением влажности коэффициент трения (при положительной температуре окружающей среды) увеличивается.

Таблица 1

Влажность щепы $W_{\text{отн}}$, %	Средняя арифметическая величина коэффициента трения скольжения M	Показатель точности P , %	Среднее квадратическое отклонение σ	Средняя ошибка среднего арифметического m	Примечание
Стальная некорродированная поверхность					
5—10	0,35	$\pm 1,4$	$\pm 0,028$	$\pm 0,005$	
20—30	0,40	$\pm 1,7$	$\pm 0,039$	$\pm 0,007$	
60—65	0,49	$\pm 1,5$	$\pm 0,053$	$\pm 0,007$	
Стальная корродированная поверхность					
5—10	0,48	$\pm 1,4$	$\pm 0,042$	$\pm 0,007$	
20—30	0,52	$\pm 1,3$	$\pm 0,041$	$\pm 0,007$	
60—65	0,56	$\pm 1,2$	$\pm 0,04$	$\pm 0,007$	
Поверхность огнеупорного кирпича					
5—10	0,66	$\pm 2,3$	$\pm 0,084$	$\pm 0,015$	
20—30	0,76	$\pm 2,0$	$\pm 0,083$	$\pm 0,015$	
60—65	0,86	$\pm 1,4$	$\pm 0,068$	$\pm 0,012$	
Поверхность строганого дерева					
5—10	0,25	$\pm 1,6$	$\pm 0,024$	$\pm 0,004$	Воздушно сухой бук; скольжение вдоль волокон
20—30	0,30	$\pm 2,0$	$\pm 0,035$	$\pm 0,006$	
60—65	0,46	$\pm 1,8$	$\pm 0,048$	$\pm 0,008$	

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. И. Головков, И. Ф. Коперин. Определение и анализ условий зависания щепы из лесосечных отходов в шахте газогенератора энергохимической установки. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1969. [2]. Л. В. Гячев. Движение сыпучих материалов в трубах и бункерах. Изд-во «Машиностроение», М., 1968. [3]. В. А. Желиговский. Новый метод и прибор для определения трения скольжения. Труды ТСХА, вып. 32, 1945. [4]. В. А. Желиговский. Элементы теории почвообрабатывающих машин и механической технологии сельскохозяйственных материалов. Изд-во Грузинского сельскохозяйственного института. Тбилиси, 1960. [5]. Н. А. Леонтьев. Техника статистических вычислений. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966.

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

УДК 634.0.2

О ПРИНЦИПАХ И ПРАКТИКЕ ПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСОМ

Н. И. КЕРЖЕНЦЕВ

(Пермь)

Рациональное ведение лесного хозяйства, прежде всего, зависит от того, какие принципы положены в основу организации пользования лесом и как они осуществляются на практике. Остановимся коротко на бытующих у нас в СССР теориях пользования лесом. Первенство принадлежит теории постоянства и равномерности пользования лесом.

В 1943 г. леса СССР были разделены на три группы, и появилась новая теория трех принципов пользования лесом. Согласно этой теории, в лесах первой группы (степных и лесостепных районов и защитных всех категорий — 1,7%) предусматривалось строжайшее ограничение и запрещение рубок; леса второй группы (густонаселенных районов, полностью охваченные эксплуатацией — 4,1%) вырубались в соответствии с принципом постоянного пользования; леса третьей группы (все остальные — 94,2%) — по принципу максимального пользования.

Сама идея деления лесов на группы имела прогрессивный характер, но при практическом решении этой проблемы для большинства лесов (94,2%) начал действовать принцип максимального пользования, то есть в них велась ничем не ограниченная лесоэксплуатация. Эти теории не соответствуют социалистической системе лесного хозяйства, так как не обеспечивают расширенного воспроизводства. К тому же география наших лесов, при их широкой зональности, определяющей сложную жизнь огромного количества лесных биогеоценозов, а также законы экономического развития не позволяют так узко решать проблему пользования лесом.

И сегодня принцип лесопользования, основанный на идее расширенного воспроизводства, без глубокого обоснования и расшифровки способов его применения в различных географических зонах и экономических районах, остается лишь теорией.

Метод расчета ежегодного пользования лесом прост и примитивен, но не обеспечивает ни постоянства и равномерности, ни тем более расширенного воспроизводства.

За последние полвека не произошло никаких значительных изменений в методике расчета размера лесопользования. В ее основу положен тот же принцип постоянства и равномерности (§ 3 методики Главлесхоза), но только на «ближайшие 20—30 лет». Длительность пользования, определенная сроком в 20—30 лет, ничем не обоснована. Это условие лишь стимулирует строительство кочующих временок леспромхозов. Несложная арифметика расчета по определению возрастных лесосек и так называемой лесосеки равномерного пользования никак не определяет действительного оптимального размера лесопользования.

В табл. 1 показано соотношение между расчетной лесосекой и фактической рубкой леса по Пермской области (в млн. м³) за такой «длительный» период.

Таблица 1

Год	Лесосека	Фактическая рубка	% к лесосеке
1941	51,3	11,5	22,4
1956	33,5	21,5	64,1
1960	27,6	26,5	96,0
1963	26,6	25,5	95,0
1967	24,8	26,0	105,0

Цифры показывают, что фактическая рубка только к концу периода достигла расчетной, а истощение лесов все же весьма заметно. Расчетная лесосека систематически уменьшается, а следовательно, снижается фонд спелых насаждений. При строительстве леспромхозов средства производства рассчитывали на вырубку спелых насаждений в кратчайший срок и как следствие на устройство временных дорог и поселков из щитовых домов.

В организации лесопользования все взаимосвязано. Это краеугольный камень всего лесного производства, лесной науки и техники. Ведь любые биологические задачи в сущности бесполезны, если в организации хозяйства в лесу нет порядка.

Партия и правительство требуют от нас поднять планирование и хозяйствование на уровень задач коммунистического строительства. Это особенно важно, когда дело касается использования живой природы, и в первую очередь леса.

Лес — сложное явление природы, представляющее собой тесный взаимодействующий комплекс растений, животных и условий местобитания. Лес — живой организм, объединяющий множество биогеоценозов и накладывающий отпечаток на климат, почву и всю окружающую среду.

В своем вмешательстве в природную среду человек должен учитывать очень многое, и главное — зональность природы и последствия нашего вмешательства.

В наше время в необычайно короткие сроки изменяется облик Земли. Все дальше на северо-восток проникает наш советский человек. Первое, с чего начинается освоение природных ресурсов, — это рубка леса, обычно без всякой системы и ограничения. Природа на Севере сурова, и восстановление леса в этих районах — трудная задача. Нарушение взаимосвязей в природной среде вызывает тяжелые последствия, иногда необратимые. В некоторых случаях причиненный вред становится очевидным лишь тогда, когда начинаются пыльные бури, водная эрозия, гибель рыбы в реках и т. д. Под влиянием деятельности современного человека давно уже нарушилось равновесие природной среды во всех даже среднезаселенных районах мира.

Плановое хозяйство, обобществление всех средств производства, включая землю и лес, новые социалистические производственные отношения, революционное развитие науки и техники — все это факторы, определяющие возможность целенаправленного покорения сил природы.

Практически это означает создание культурных ландшафтов с оптимальным научно обоснованным соотношением полей, лесов и лугов и их высокой и устойчивой производительности. Такие ландшафты будут способствовать быстрому и правильному развитию всех производительных сил и росту культуры. Для их формирования потребуются длительная, настойчивая и целеустремленная работа, проводимая по единому комплексному генеральному плану с далекой перспективой. Все планы развития отраслей народного хозяйства, связанные с землей, — земледелие (мелиорация, обводнение, орошение, освоение новых земель), лесоводство (рубка леса, возобновление, гидроремелиорация, освоение новых лесов), энергетика (гидростанции, каналы) — должны быть заложены в исходные данные генерального плана строительства культурных ландшафтов. На основе предварительного почвенного и геоботанического районирования по каждому административно-экономическому району в исходных данных должны быть намечены показатели существующего и перспективного размежевания земель по их назначению. Облеченные в форму кадастра, они должны предопределять профиль будущего ландшафта с учетом всех потребностей народного хозяйства. Нам нужны и цветущие луга, и пашни, и полноводные чистые реки, и высокопродуктивные леса. Все это будет обеспечено, если мы настойчиво займемся рациональным преобразованием и благоустройством Земли, если мы вернем леса на вершины холмов, на склоны балок и оврагов, на берега рек и озер. Все хозяйственные мероприятия необходимо решать на основе расширенного воспроизводства и на базе непрерывного хозяйства, проводимого на полях и лугах колхозами и совхозами, а в гослесфонде постоянно действующими предприятиями — лесхозами и леспромхозами. В плане преобразования природы решается и будет решаться много частных проблем, связанных с генетикой, селекцией, интродукцией, гибридизацией и т. д. Главное же направление — создание оптимальных культурных ландшафтов. Эта работа огромна, но если избрать правильный путь, то успех дела обеспечен. К этому нас зовет и программа КПСС.

На землях, отведенных под постоянное лесное хозяйство, должен действовать всегда один принцип расширенного воспроизводства на зональной основе. Перед лесоводами стоит задача разработки основ социалистического лесопользования. Однако при всех условиях лесной хозяйин всегда должен помнить о последствиях своего вмешательства. Рубка леса должна быть лесовосстановительной, то есть после рубки должен возникать новый лес; лесохозяйственной, то есть новый более совершенный лес должен отвечать своему целевому назначению; лесопромышленной, то есть лес должен быть срублен без потерь и превращен полностью в товарный.

Лесоводственная наука разработала много способов рубок и методов лесосечных работ, а вот принцип лесопользования, основанный на идее расширенного воспроизводства, остается лишь теорией. В вопросах лесопользования и определении размера лесосек отсутствует ясность, четкость и глубокий анализ.

Существо проблемы заключается в нахождении оптимальных решений, учитывающих всю многогранность естественноисторических и экономических условий. Организация службы прогнозирования и перспективного планирования по комплексному освоению больших экономических районов, в первую очередь северо-востока СССР, с широким применением ЭВМ, бесспорно, оказала бы существенную помощь.

Поставленная проблема требует глубокого творческого обсуждения. Изучение ее должно быть также включено в планы научно-исследовательских институтов и вузов. Пора покончить с путаницей, чреватой тяжелыми последствиями, в теории и практике пользования лесом. Давно настало время дать в руки лесоводам-практикам настольную книгу «Социалистическое учение о лесе». Для этого у нас есть все возможности: учение К. Маркса, Ф. Энгельса и В. И. Ленина, пятидесятилетний опыт хозяйства, труды Г. Ф. Морозова, Г. Н. Высоцкого, В. Н. Сукачева и др.

Сегодня техника предоставила науке все необходимое для фронтального научного исследования и охвата всех явлений природы, а социализм дает возможность поставить их на пользу человеку. В раскрытии законов природы, определяющих оптимальные возможности использования, восстановления и улучшения ресурсов природы, наша наука должна быть опережающим фактором. Вопрос заключается в том, чтобы наши решения исходили из умения предвидеть многие взаимосвязи, рассматривать факты за рамками ведомственных интересов.

Последовательное разрешение практической задачи лесопользования мыслится примерно так. Определение и установление критериев, удостоверяющих научно обоснованные объективные признаки принципов пользования лесом; основополагающих принципов пользования лесом, исходя из установленных критериев и анализа общественной практики; нормативов и коэффициентов к ним, классифицирующих естественнo-историческую, лесоводственную, народнохозяйственную роль и значение леса и его техническую характеристику; методики расчета пользования лесом, определяющей оптимальный размер пользования в динамике хода роста и состояния лесов на ближайшие три десятилетия и условий для прогнозирования на весь оборот рубки; технологии исчисления исходных данных для отдельных объектов (лесхоз, район, область) как основы для расчета пользования; программирование, применение ЭВМ.

Поставленная проблема ждет творческого обсуждения и разработки научно обоснованных мер.

Поступила 27 октября 1969 г.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 061.3

**МЕЖВУЗОВСКИЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ СЕМИНАР
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ
ЛЕСНОЙ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

С 19 по 26 декабря 1969 г. в Московском лесотехническом институте проходил межвузовский научно-методический семинар преподавателей лесотехнических вузов, ведущих подготовку по специальности 0519 «Машины и механизмы лесной и деревообрабатывающей промышленности». Целью семинара было обсуждение путей и методов улучшения подготовки инженеров-механиков, выпускаемых лесотехническими вузами.

В работе семинара участвовало около 180 делегатов от Ленинградской лесотехнической академии, Московского, Уральского, Воронежского, Архангельского и Львовского лесотехнических институтов, Белорусского, Брянского и Сибирского технологических институтов, Марийского и Волгоградского политехнических институтов, Украинского индустриального института, Петрозаводского университета, Минлесдревпрома СССР и его НИИ и КБ, от Минстанкоинструментпрома СССР, от Министерства высшего образования СССР и других ведомств и организаций.

На пленарном заседании с вступительным словом о целях и задачах семинара, о состоянии подготовки специалистов и требованиях к ней выступил начальник отдела методического Управления Министерства высшего образования СССР И. И. Лебедев.

С докладом о перспективах механизации лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР выступили начальники управлений Минлесдревпрома СССР В. П. Татаринев и В. Д. Соломонов.

Ректор Московского лесотехнического института А. Н. Обливин сделал доклад о повышении качества подготовки специалистов в связи с возрастающими требованиями промышленности и постановлениями Партии и Правительства.

С большим интересом делегаты выслушали доклад И. Я. Конфедератова (МЭИ) на тему «Научные основы педагогики высшей школы». Докладчик в убедительной форме показал, что основой педагогического процесса в современной высшей школе должны быть такие методы и приемы, которые развивали бы у студентов способности логически мыслить и творчески использовать полученные знания.

Делегаты с интересом прослушали также ряд докладов: о сетевом планировании учебного процесса (В. Г. Пантелеев, МЛТИ), об опыте контроля текущей успеваемости и использовании технических средств в учебном процессе (Е. И. Кондрацкий, ЛТА, И. А. Оленченко, Н. В. Маковский, МЛТИ), о научных основах проведения самостоятельной работы студентов (М. С. Мовнин, ЛТА) и др.

На пленарном заседании, кроме того, были обсуждены программы и методика преподавания ряда дисциплин, общих для обеих специализаций: лесной и деревообрабатывающей. К ним относятся дисциплины экономического образования (докладчик К. П. Бойцов, ЛТА), математической подготовки (В. И. Королев, МЛТИ), общинженерной подготовки (М. С. Мовнин, Ю. Г. Тыминский, ЛТА, Б. А. Таубер, П. П. Пациора, Г. Ф. Шестаковский, А. Н. Пименов, П. Н. Романенко, В. М. Никифоров, МЛТИ) и автоматизации производственных процессов (М. Д. Бавельский, ЛТА).

В докладах (особенно М. С. Мовнина из ЛТА) неоднократно затрагивался вопрос о соотношении времени, отводимого для изучения общинженерных и специальных дисциплин.

На заседаниях секции лесной промышленности был вначале заслушан общий доклад декана факультета МЛТИ И. Н. Бабушкина «О повышении научного уровня специальных дисциплин и их взаимосвязи», а затем обсуждены программы и методика преподавания профилирующих дисциплин этой специализации. Наиболее оживленной была дискуссия о содержании курса «Расчет и проектирование специальных лесных машин».

Состоялся обмен мнениями по отдельным вопросам содержания курса «Тяговые машины».

Б. А. Таубер поднял интересный вопрос о создании еще одной специализации по подготовке инженеров-конструкторов для лесного машиностроения. Секция лесной промышленности поддержала это предложение.

На заседаниях секции деревообрабатывающей промышленности также вначале был заслушан доклад декана факультета МЛТИ В. А. Баженова «О повышении научного уровня специализированных дисциплин и их взаимосвязи», а затем детально обсуждены программы и методика преподавания ряда профилирующих дисциплин специализации.

Кроме того, был заслушан доклад В. Ф. Фонкина (МЛТИ) по общим вопросам практических и лабораторных занятий, производственных практик, курсового и дипломного проектирования.

На совместном заседании секций было единогласно принято развернутое решение. В нем отмечаются некоторые, характерные для последних лет, улучшения в подготовке специалистов: усиление методической работы в вузах, повышение уровня преподавания, использование программированного обучения и контроля, более широкое использование технических средств ведения учебного процесса и т. п.

Вместе с тем в решении отмечается ряд недостатков, мешающих подготовке инженеров-механиков по лесным и деревообрабатывающим машинам, и формулируются конкретные предложения по их устранению. В частности, семинар рекомендовал пересмотреть программы ряда дисциплин в направлении устранения дублирования, обеспечения необходимой взаимосвязи между смежными дисциплинами и повышения их научного уровня.

Особое место в решениях занимают рекомендации, направленные на воспитание у молодых специалистов умения творчески решать инженерные задачи.

Семинар рекомендовал научно-методическому Совету Министерства высшего образования СССР по лесной и деревообрабатывающей промышленности пересмотреть действующие программы специальности 0519 и соответственно скорректировать учебный план.

Семинар проходил в деловой обстановке, показавшей стремление преподавателей разных вузов совместными усилиями улучшить подготовку инженеров-механиков для промышленности.

Н. В. Маковский.

М. И. Зайчик.

(Московский лесотехнический институт)

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 634.0.5 (048.1)

О КНИГЕ «ТРУДЫ ПРОФЕССОРА М. М. ОРЛОВА
И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ»

Под таким названием вышел в свет очередной том Научных трудов Ленинградской лесотехнической академии*. Книга посвящена заслуженному деятелю науки и техники РСФСР, профессору Михаилу Михайловичу Орлову и знаменует 100-летие со дня его рождения. Авторы книги — ученики и последователи М. М. Орлова стремились изложить основные идеи и взгляды крупнейшего отечественного ученого-лесовода в области лесоустройства, лесной таксации, экономики лесного хозяйства, лесоуправления и системы лесохозяйственного образования.

Книга открывается большой и содержательной статьей А. А. Байтина, в которой автор обстоятельно и интересно описывает жизнь и разностороннюю, кипучую деятельность ученого и патриота.

Замечательна по форме и содержанию статья Н. П. Анучина «Вклад профессора М. М. Орлова в теорию и практику лесного хозяйства». Оценивая значение трудов М. М. Орлова, автор подчеркивает, что фундаментом современной лесохозяйственной науки являются шесть мощных опор, заложенных ученым. Это «Лесная вспомогательная книжка для таксации и технических расчетов», курс «Лесной таксации», три тома «Лесоустройства» и курс «Лесоуправления».

Творческая деятельность М. М. Орлова в лесотаксационной науке подробно рассмотрена в статье Г. Г. Самойловича, В. С. Моисеева и И. А. Нахабцева. Опираясь на многочисленные труды ученого, они раскрывают их важную роль и значение в развитии лесной таксации, аэрофотосъемки в лесоустройстве и лесного опытного дела.

Д. П. Столяров знакомит читателя с лесоводственными воззрениями М. М. Орлова, уделяя при этом значительное место отношению ученого к лесной типологии, способам рубок и возобновления леса.

Оценивая значение одного из важнейших элементов организации лесного хозяйства — оборота рубки, М. М. Орлов писал: «Без оборота рубки нет и не может быть лесного хозяйства» («Лесоустройство». т. I, 1927, стр. 238). В этом читатель может лишний раз убедиться, ознакомившись с работой И. В. Логвинова «Об обороте рубки и обороте хозяйства в трудах М. М. Орлова».

Н. А. Моисеев проанализировал взгляды М. М. Орлова на вопросы лесопользования. Рассматривая проблему в историческом аспекте, автор выделяет то главное, что составляет основу теории лесопользования — организацию пользования древесиной по принципу непрерывности, установление способов рубок, определение оборотов рубок и расчет пользования. Показав огромное значение трудов ученого в правильном решении сложных и важных вопросов лесопользования, Н. А. Моисеев справедливо и аргументированно критикует противников М. М. Орлова.

Лесостроительные методы, которыми пользовался М. М. Орлов, освещены в статье О. О. Герица. П. И. Мороз раскрыл значение трудов ученого в практике лесоустройства.

С вопросами лесной экономики в трудах М. М. Орлова подробно знакомят читателя А. А. Байтин и Е. С. Мурахтанов. Они справедливо отмечают, что и ныне, спустя полвека, в лесоэкономических работах М. М. Орлова, наряду с естественно уже устаревшими положениями, объективный читатель находит многие глубокие мысли, оригинальные высказывания и практические рекомендации.

О взглядах ученого в области управления лесным хозяйством пишет Е. В. Полянский. Наиболее подробно он рассматривает взгляды М. М. Орлова на общие основания организации персонала лесоуправления, на построение органов лесного управления, организацию отпуска леса, постановку финансирования, учета и контроля лесохозяйственной деятельности, место лесоустройства в общей системе лесоуправления и положение работников лесного управления. Многие из советов ученого полезны и сохраняют практическое значение и в наши дни.

О большой заботе и полезных предложениях М. М. Орлова в области подготовки кадров для лесного хозяйства читатель узнает из статьи Е. С. Мурахтанова.

О роли М. М. Орлова в становлении советского лесного института рассказывает Б. В. Абутков.

* Научные труды ЛТА (под редакцией А. А. Байтина), № 129, Л., 1969.

С интересными воспоминаниями о М. М. Орлове в книге выступают его бывший аспирант С. В. Малышев и дочь ученого И. М. Орлова.

В конце книги помещен хронологический указатель научных трудов М. М. Орлова и литература о нем. В хронологическом указателе перечислены 147 книг и статей, вышедших из-под пера ученого с 1888 г. по 1931 г. Общий объем их превышает 600 печатных листов. В список литературы об ученом включено 10 работ, написанных разными авторами с 1916 г. по 1967 г. Книга иллюстрирована портретом ученого и двумя фотографиями. С ее страниц в полный рост встает крупный ученый-энциклопедист и патриот, опытный публицист и критик, государственный и общественный деятель, горячо любивший свою Родину.

Книга отлично удалась авторам. Однако из нее выпала одна замечательная и яркая страница жизни ученого, непосредственно связанная с нашим Севером и Архангельском. С 15 по 25 июля 1912 г. в Архангельске проходил XII Всероссийский лесной съезд. Программа съезда была чрезвычайно насыщена и включала обширный круг сложных вопросов, глубоко затрагивающих все стороны северного лесного хозяйства.

Для обеспечения успешной работы съезда на место председателя необходимо было избрать человека деятельного, с незаурядными познаниями во всех областях лесного дела, который смог бы непосредственно по ходу съезда делать научные обобщения и экспромтом выступать с заключениями и практическими предложениями по обсуждаемым проблемам. Делегаты съезда единодушно остановили свой выбор на профессоре Петербургского лесного института М. М. Орлове. Протокольные записи заседаний съезда свидетельствуют о том, что М. М. Орлов блестяще выполнил возложенную на него ответственнейшую миссию. XII лесной съезд выработал интересную программу научных исследований и хозяйственного освоения лесов Севера, осуществление которой стало возможным в полной мере только после Великой Октябрьской социалистической революции.

Нам — архангелгородцам — особенно приятно вспомнить, с какой теплотой ученый отзывался о Севере. «Вместо холодного неприветливого Архангельска, каким его ожидали найти, — говорил в своей прощальной речи на съезде М. М. Орлов, — члены съезда встретили, наоборот, в высшей степени теплый, даже очень теплый город и край». Закрывая съезд, ученый пожелал, «чтобы Северный Край развивался во всех отношениях и его столица Архангельск, отмеченный гением Михаила Васильевича Ломоносова, ширился, украшался и процветал».

М. М. Орлов всегда проявлял большой интерес к деятельности опытных лесничеств. При его участии было организовано первое на Севере Обозерское опытное лесничество (впоследствии Северная опытная станция); в 20-х годах текущего столетия образовано Шелековское лесничество Ленинградской лесотехнической академии, находящееся под постоянным вниманием маститого ученого.

На основе технических указаний первой советской лесоустроительной инструкции 1926 г., подготовленной под руководством ученого, в 1927—1928 гг. на Европейском Севере впервые в истории отечественного лесоустройства были проведены обширные лесотипологические исследования, а также работы по сбору материалов для составления единых массовых таблиц и таблиц сбег древесных стволов для основных пород. Как известно, эти таблицы составлены под руководством М. М. Орлова профессорами Д. П. Товстолесом, В. К. Захаровым, Б. А. Шустовым и А. В. Тюриным и опубликованы в 1931 г. Союзлеспромом СССР.

В заключение отметим, что рецензируемую книгу с большим интересом и пользой прочтут не только научные работники, аспиранты, студенты, инженеры и техники лесного хозяйства, но и все, интересующиеся жизнью замечательных людей, кому дорога судьба лесов нашей великой Родины.

**В. И. Левин, П. И. Войчалъ,
О. А. Неволин.**

(Архангельский лесотехнический институт).

Н. А. Фирсонов.

(Вологда).

УДК 634.0.2 (048.1)

ПОЛЕЗНАЯ КНИГА

Развитие промышленности и сельского хозяйства увеличивает использование природных ресурсов, что вызывает значительные изменения в природе. Естественно, это должно ставить на должную высоту и науку об охране природы. Вопрос об охране природы представляет государственное значение и должен решаться на научной основе комплексно и рационально.

В этой связи известный интерес представляет книга «Охрана природы»,* выпущенная издательством «Вышэйшая школа». Книга написана в основном на местном материале, но не исключается использование ее в качестве учебного пособия и для других республик.

В книге хорошо изложены ленинские принципы охраны природы, касающиеся рационального использования, восстановления и умножения природных ресурсов.

На историческом примере неразумной и безудержной эксплуатации природных ресурсов в США и других странах показано, какой огромный урон принесен плодородным землям вследствие истребления лесов и нарушения водного режима.

К началу XX столетия с лица земли исчезло несколько сотен представителей животного мира. Только на территории Белоруссии были истреблены такие виды, как дикий тур, лань, россомаха, зубр и другие; исчезло 139 видов птиц и более 100 видам угрожала опасность скорого уничтожения.

На примере работы В. И. Ленина «Развитие капитализма в России» показано, как хищническое ведение частнокапиталистического хозяйства привело к истощению почв, лесов, исчезновению ценных пушных зверей, рыб и других природных богатств.

В книге освещены заботы В. И. Ленина и советского государства о бережном отношении к природным богатствам, приведено утверждение В. И. Ленина, что природа при разумном хозяйствовании неисчерпаема и может служить человечеству вечно.

В разделе «Охрана недр и почв» показаны богатства полезных ископаемых и способы их рационального использования. Особое внимание уделено использованию почв, приведены примеры возникновения эрозии и меры борьбы с ней.

Большое место в книге отведено охране флоры, отражена роль наших лесов в жизни человека, дана их природная характеристика и показано, как правильно вести лесное хозяйство на научной основе.

Рассмотрены вопросы освоения болот в системе сельскохозяйственного производства республики. Обращено внимание на сохранение редких видов растений, на охрану памятников природы, парков, чудесных ландшафтов и исторических мест, связанных с именами А. В. Суворова, Ф. Э. Дзержинского, Я. Коласа и др.

Весьма обстоятельно показана в книге защита растительного царства от вредителей и болезней.

В разделе «Охрана фауны» описаны млекопитающие Белоруссии и их охрана, значные птицы, организация рационального рыбного хозяйства. Отмечена важная роль полезных насекомых в жизни природы, их охрана (пчелы, шелкопряды, червецы, муравьи, шпанская мушка, жучки *Paederus caligatus*, спиртовая вытяжка которых оказывает сильное биологическое действие при многих заболеваниях). Показана польза насекомых как опылителей растений, как санитаров, уничтожающих вредителей. Большой раздел в книге посвящен охране вод и воздуха. Описаны климатические ресурсы БССР и методы их рационального использования.

Книга написана в научно-популярном стиле. Богатая иллюстрация делает книгу более наглядной и доступной для читателя.

Участие в ее составлении известных ученых акад. И. Д. Юркевича, акад. К. И. Лукашева, проф. Н. И. Костюкевича, А. Х. Шкляра, И. Н. Сержанина, Л. П. Смоляка и др. сделало названный труд содержательным и ценным.

Это первый труд по охране природы в Белоруссии. Потребность в нем давно назрела, и мы уверены, что его с благодарностью встретят энтузиасты охраны природы.

Однако тираж книги 6000 экз. явно мал, и уже в скором времени потребуется ее переиздание.

В. Е. Ермаков.

(Белорусский технологический институт).

* «Охрана природы» под общей редакцией Н. И. Костюкевича, А. Х. Шкляра, М. С. Долбика. Минск, 1969.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

<i>И. М. Болобкин.</i> Цавстречу XXIV съезду КПСС	3
---	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Г. А. Харитонов.</i> Значение известкования и гипсования при выращивании лесных культур в Карпатах	5
<i>М. М. Путилин.</i> О климатических ареалах древесных пород в связи с лесной типологией	7
<i>Г. Ф. Коносов.</i> Физические свойства и некоторые особенности режима аэрации подзолисто-глеевых почв, формирующихся на ленточных глинах	9
<i>А. В. Карнаухов.</i> Расчет параметров полувинтовых лемешно-отвалных поверхностей корпусов лесных плугов с учетом агротехнических требований	12
<i>М. В. Пайбердин.</i> Об использовании рябины обыкновенной и ее таксационных показателях	15
<i>А. И. Барабин, В. И. Зорин.</i> Об урожае шишек ели в связи с таксационными особенностями древостоев	19
<i>В. М. Ломов.</i> Некоторые особенности перечислительной таксации пихтовых насаждений Северного Кавказа	22

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>Г. М. Васильев.</i> Использование летучих пил для разделки хлыстов на сортименты	26
<i>Т. А. Гурьев, Б. А. Порядин, А. П. Елисеев, В. А. Лукина.</i> Об изменении плотности и влажности грунта земляного полотна автомобильных дорог	31
<i>С. И. Морозов.</i> Определение перемещений сечений рельсов бесстыкового пути	35
<i>Г. И. Шелопаев.</i> Расчет увлажнения земляного полотна из боковых канав	39
<i>Б. А. Ильин, А. И. Баранов.</i> О влиянии смягчения величины руководящего подъема на объемы дорожно-строительных работ	43
<i>О. Г. Плехов.</i> Устойчивость узкоколейного рельсового пути	47
<i>А. В. Дуров.</i> Об эксплуатационной топливной экономичности лесовозных узкоколейных тепловозов при поездной работе	51
<i>В. Г. Такаева.</i> Метод определения «коэффициента податливости» подпорной стенки для расчета анкера анкерно-стенчатых береговых опор	57

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Л. И. Генкин.</i> Определение термических коэффициентов прессуемых материалов в производственных условиях	62
<i>Е. М. Боровиков.</i> Влияние величины подачи на силы резания при распиливании древесины на лесопильных рамах	65
<i>А. Б. Израелит.</i> Теоретические предпосылки гофрирования шпона для рационального использования его несущей способности	71
<i>В. В. Гамов.</i> К вопросу о структурно-механических свойствах древесины	75
<i>Л. П. Потяркин.</i> О влиянии некоторых конструктивных факторов на составляющие гармоники угловой скорости коленчатого вала лесопильной рамы	78
<i>К. Е. Солопова.</i> Исследование действительных относительных траекторий вершин зубьев пил	82
<i>В. И. Коротков.</i> К вопросу базирования заготовок на двухсторонних рамных шипорезных станках	85

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Б. С. Филиппов.</i> Баланс смолистых веществ процесса сульфатной варки целлюлозы и упаривания щелоков	90
<i>И. П. Машьянов, Г. Л. Дранишников.</i> Изучение иницирующей способности полимерной перекиси аллооцимента	94
<i>Г. В. Тихомирова, Н. М. Дорзет, Э. Д. Левин.</i> Характеристика нейтральных масел, получаемых при скоростном пиролизе коры лиственницы сибирской	97
<i>Н. В. Терегера, Н. В. Гундобин, Ф. А. Медников.</i> К вопросу гидрогенизации жирных кислот таллового масла	100
<i>Л. В. Меньшикова, Э. С. Калугина, И. П. Сидоровская, С. Я. Коротков.</i> Диффузия канифоли в бензиновых растворах, находящихся в капиллярах древесины	104

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

- Г. А. Жодзишский. Об автоматической оценке параметров круглого леса на транспортерах с поперечной подачей 108

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Н. Т. Личман. Влияние технической оснащённости труда на уровень и рост производительности труда в производстве картонной транспортной тары 113
А. К. Шихов. О сущности внутривладельческого расчёта и межцеховых хозяйственных отношений 116
Ю. Ю. Тупыця. Исследование факторов себестоимости заготовки и транспортировки маломерной древесины при рубках ухода 121
И. В. Воронин, М. С. Чернобровцев, И. В. Трещевский. Что необходимо для повышения интенсивности хозяйства в лесах Севера 125

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- В. Н. Нилов. О появлении и отпаде всходов ели на вырубках 129
Л. Ф. Ипатов. О форме стволов сосны в молодняках 132
Н. Т. Смирнов. О методе В. К. Захарова по составлению таблиц объёмов и сбёга 135
С. Д. Смирнов. Сеянцы-гиганты. 140
А. М. Межибовский. Исследование факторов, влияющих на ветровал и бурелом ели 141
Н. П. Пущин. Влияние климатических факторов на рост и форму насаждений шелковицы белой 146
А. В. Афанасьев. Изменение состава и очищение стволов деревьев с возрастом в смешанных лиственно-еловых молодняках 148
Н. П. Чупров. Ход роста полных елово-березовых насаждений Архангельской области 151
В. Ф. Цветков. К вопросу о строении молодняков сосны в борах лишайниковых Мурманской области 151
В. Я. Харитонов. К вопросу о вращении бревен под водой 154
Ю. М. Стахив. О степени проковки и вальцевания плоских дисковых пил 157
Н. В. Чалов, Л. В. Козлова. Влияние температуры на показатели гидролиза полисахаридов целлюлозы на концентрированной серной кислоте 161
А. А. Щербаков, Л. В. Пустовойт, Д. М. Бабинец. Нахождение оптимальных условий получения фурфуроамида 162
В. В. Некрасов. Связь электропроводности с поглощением ультразвука в растворах лигнина 165
И. Ф. Коперин, С. И. Головкин. Определение коэффициента трения щепы из отходов лесозаготовок о различные поверхности 166

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- Н. И. Керженцев. О принципах и практике пользования лесом 168

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

- Н. В. Маковский, М. И. Зайчик. Межвузовский научно-методический семинар по специальности «Машины и механизмы лесной и деревообрабатывающей промышленности» 171

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- В. И. Левин, П. И. Войчал, О. А. Неволин, Н. А. Фирсонов. О книге «Труды профессора М. М. Орлова и их значение в лесном хозяйстве» 173
В. Е. Ермаков. Полезная книга. 175

**Подписывайтесь
на журнал на 1971 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Р а з д е л

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, 7. Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».

Таблица 2

Порода	Количество подопытных растений	Вариант	Годы роста после посадки	Средняя высота растений, см	Диаметр проекции кроны, см	Диаметр корневой шейки, мм	Количество боковых побегов	Прирост побегов, см			Вес в воздушно-сухом состоянии		Распределение числа растений, %, по окраске листьев		
								верхушечных	боковых	всех	листьев	стеблей	светло-зеленая	зеленая	темно-зеленая
Ель	10	Контрольный	I	21	—	—	—	6	—	6	—	—	—	—	—
			II	27	18	—	5	6	33	39	—	—	—	—	—
			III	41	26	8,5	51	14	316	330	14,4	$\frac{14,0}{14}$	40	40	20
	12	Опытный	I	$\frac{23}{21}$	—	—	—	$\frac{7}{6}$	—	$\frac{7}{6}$	—	—	—	—	—
			II	$\frac{32}{28}$	$\frac{17}{18}$	—	$\frac{4}{—}$	$\frac{9}{7}$	$\frac{38}{38}$	$\frac{47}{45}$	—	—	—	—	—
			III	50	$\frac{33}{24}$	$\frac{9,5}{8,2}$	$\frac{56}{42}$	$\frac{18}{19}$	$\frac{408}{281}$	$\frac{426}{300}$	$\frac{15,0}{16,2}$	$\frac{14,0}{14,2}$	—	100	—
Сосна обыкновенная	15	Контрольный	I	$\frac{13}{23}$	—	—	—	3	—	3	—	—	—	—	
			II	$\frac{28}{38}$	—	—	2	14	30	44	—	—	—	—	
			III	$\frac{46}{56}$	27	$\frac{9,0}{9,8}$	14	18	$\frac{101}{111}$	$\frac{119}{129}$	14,4	$\frac{13,3}{13,5}$	—	30	70
	18	Опытный	I	$\frac{8}{18}$	—	—	—	$\frac{3}{5}$	—	$\frac{3}{5}$	—	—	—	—	
			II	$\frac{24}{34}$	—	—	5	16	$\frac{23}{51}$	$\frac{39}{67}$	—	—	—	—	
			III	$\frac{47}{59}$	30	8,6	$\frac{10}{11}$	$\frac{23}{25}$	$\frac{103}{110}$	$\frac{126}{135}$	$\frac{20,1}{18,5}$	$\frac{13,5}{20,2}$	—	$\frac{100}{60}$	$\frac{—}{40}$
Пихта	15	Контрольный	I	11	—	—	—	4	—	4	—	—	—	—	
			II	15	17	—	6	4	37	41	—	—	—	—	
			III	24	29	7	20	9	120	129	6,7	7,9	—	40	60
	18	Опытный	I	10	—	—	—	$\frac{4}{3}$	—	$\frac{4}{3}$	—	—	—	—	
			II	$\frac{15}{14}$	$\frac{20}{18}$	—	$\frac{8}{11}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{56}{61}$	$\frac{61}{65}$	—	—	—	—	
			III	$\frac{21}{19}$	$\frac{25}{22}$	$\frac{6,7}{6,0}$	$\frac{23}{10}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{115}{44}$	$\frac{122}{49}$	$\frac{6,2}{7,6}$	$\frac{7,4}{9,4}$	$\frac{—}{50}$	100	50
Лиственница	10	Контрольный	I	27	—	—	—	12	—	12	—	—	—	—	
			II	37	—	—	9	10	115	125	—	—	—	—	
			III	103	60	14,5	54	66	1210	1276	42,6	70,4	—	100	—
	12	Опытный	I	$\frac{40}{27}$	—	—	—	$\frac{8}{11}$	—	$\frac{8}{11}$	—	—	—	—	
			II	$\frac{86}{38}$	—	—	$\frac{10}{8}$	$\frac{46}{11}$	$\frac{331}{116}$	$\frac{377}{127}$	—	—	—	—	
			III	$\frac{183}{150}$	$\frac{107}{96}$	$\frac{25}{24}$	$\frac{67}{60}$	$\frac{95}{90}$	$\frac{1977}{1326}$	$\frac{2072}{1416}$	$\frac{70,8}{57,3}$	$\frac{414,5}{161,2}$	$\frac{30}{—}$	$\frac{70}{100}$	—
Бук	10	Контрольный	I	42	—	—	—	13	—	13	—	—	—	—	
			II	46	15	—	3	4	18	22	—	—	—	—	
			III	62	44	10,5	12	14	120	134	11,1	28,8	—	100	—
	10	Опытный	I	$\frac{40}{44}$	—	—	—	$\frac{17}{14,5}$	—	$\frac{17}{14,5}$	—	—	—	—	
			II	$\frac{50}{52}$	$\frac{17}{24}$	—	4	$\frac{10}{5}$	$\frac{37}{22}$	$\frac{47}{27}$	—	—	—	—	
			III	$\frac{86}{88}$	$\frac{51}{46}$	$\frac{15,7}{15,0}$	$\frac{23}{15}$	$\frac{32}{36}$	$\frac{299}{125}$	$\frac{331}{161}$	$\frac{16,6}{13}$	$\frac{72,5}{37}$	—	$\frac{40}{—}$	$\frac{60}{100}$
Дуб	10	Контрольный	I	40	—	—	—	8	—	8	—	—	—	—	
			II	45	15	—	3	5	14	19	—	—	—	—	
			III	67	39	14,1	18	22	$\frac{155}{145}$	$\frac{177}{167}$	23	38,7	40	60	—
	12	Опытный	I	$\frac{37}{50}$	—	—	—	$\frac{9,1}{10}$	—	$\frac{9,1}{10}$	—	—	—	—	
			II	$\frac{43}{59}$	14	—	3	$\frac{6}{9}$	$\frac{35}{18}$	$\frac{41}{27}$	—	—	—	—	
			III	$\frac{65}{82}$	$\frac{35}{43}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{22}{23}$	$\frac{150}{142}$	$\frac{172}{165}$	$\frac{22,8}{27}$	$\frac{25,5}{38}$	$\frac{100}{—}$	$\frac{—}{100}$	—

Порода	Количество подопытных растений	Вариант	Годы роста после посадки	Средняя высота растений, см	Диаметр проекции кроны, см	Диаметр корневой шейки, мм	Количество боковых побегов	Прирост побегов, см			Вес в воздушно сухом состоянии		Распределение числа растений, %, по окраске листьев				
								верхушечных	боковых	всех	листьев	стеблей	светло-зеленая	желтая	темно-зеленая		
Явор	10	Контрольный	I	25	—	—	—	9	—	9	—	—	—	—	—		
			II	29	17	—	2	4	12	16	—	—	—	—	—		
			III	71	39	13	5	42	$\frac{65}{85}$	$\frac{107}{127}$	20,7	$\frac{53,4}{40,4}$	50	50	—		
	12	Опытный	I	$\frac{28}{32}$	—	—	—	$\frac{3}{7}$	—	$\frac{3}{7}$	—	—	—	—	—		
				II	$\frac{31}{35}$	$\frac{22}{18}$	—	$\frac{2}{1}$	3	$\frac{6}{10}$	$\frac{9}{13}$	—	—	—	—	—	
			III	$\frac{79}{75,7}$	$\frac{53}{42}$	$\frac{16}{13,2}$	$\frac{12}{10}$	$\frac{48}{40}$	$\frac{82}{119}$	$\frac{130}{159}$	$\frac{20,6}{21,3}$	$\frac{55,0}{39,2}$	—	$\frac{50}{—}$	$\frac{50}{100}$		
			Клен	10	Контрольный	I	33	—	—	—	4	—	4	—	—	—	—
						II	39	19	—	2	6	15	21	—	—	—	—
III	86	35				14	6	46	64	110	32,2	72,6	30	30	40		
12	Опытный	I		$\frac{60}{23,5}$	—	—	—	$\frac{4}{3}$	—	$\frac{4}{3}$	—	—	—	—	—		
				II	$\frac{69}{29}$	22	—	$\frac{4}{2}$	$\frac{8}{4,5}$	$\frac{30}{13}$	$\frac{38}{17,5}$	—	—	—	—	—	
		III		$\frac{105}{69}$	$\frac{33}{19}$	$\frac{18}{15}$	4	$\frac{36}{40}$	$\frac{26}{44}$	$\frac{62}{84}$	$\frac{25,7}{2}$	$\frac{70,3}{39}$	—	$\frac{60}{50}$	$\frac{40}{50}$		
		Липа		15	Контрольный	I	33	—	—	—	7	—	7	—	—	—	—
						II	44	18	—	3	11	38	49	—	—	—	—
III	102		50			20	15	58	317	375	22,6	32,4	80	20	—		
18	Опытный		I	$\frac{10}{31}$	—	—	—	$\frac{8}{7,2}$	—	$\frac{8}{7,2}$	—	—	—	—	—		
				II	$\frac{22}{51}$	$\frac{26}{17}$	—	$\frac{4}{3}$	$\frac{12}{15}$	$\frac{79}{74}$	$\frac{91}{89}$	—	—	—	—	—	
			III	$\frac{77}{101,4}$	$\frac{30}{33}$	$\frac{14}{16}$	$\frac{14}{17}$	$\frac{55}{50}$	$\frac{232}{294}$	$\frac{287}{344}$	$\frac{11,2}{12,4}$	$\frac{28}{26,3}$	—	—	100		
			Черешня	10	Контрольный	I	51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						II	63	—	—	5	12	38	50	—	—	—	—
III	110	34				15,7	7	47	132	179	15,2	59,9	—	—	—		
12	Опытный	I		$\frac{22}{—}$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
				II	$\frac{40}{39,0}$	—	—	3	$\frac{18}{9}$	$\frac{46}{20}$	$\frac{64}{29}$	—	—	—	—	—	
		III		$\frac{60}{67,2}$	$\frac{18}{36}$	$\frac{14}{10}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{20}{28}$	$\frac{72}{80}$	$\frac{92}{108}$	$\frac{5,5}{4,9}$	$\frac{20,9}{32}$	—	—	—		

Примечание. В числителе данные в опытах с известкованием почвы; в знаменателе — с гипсованием.

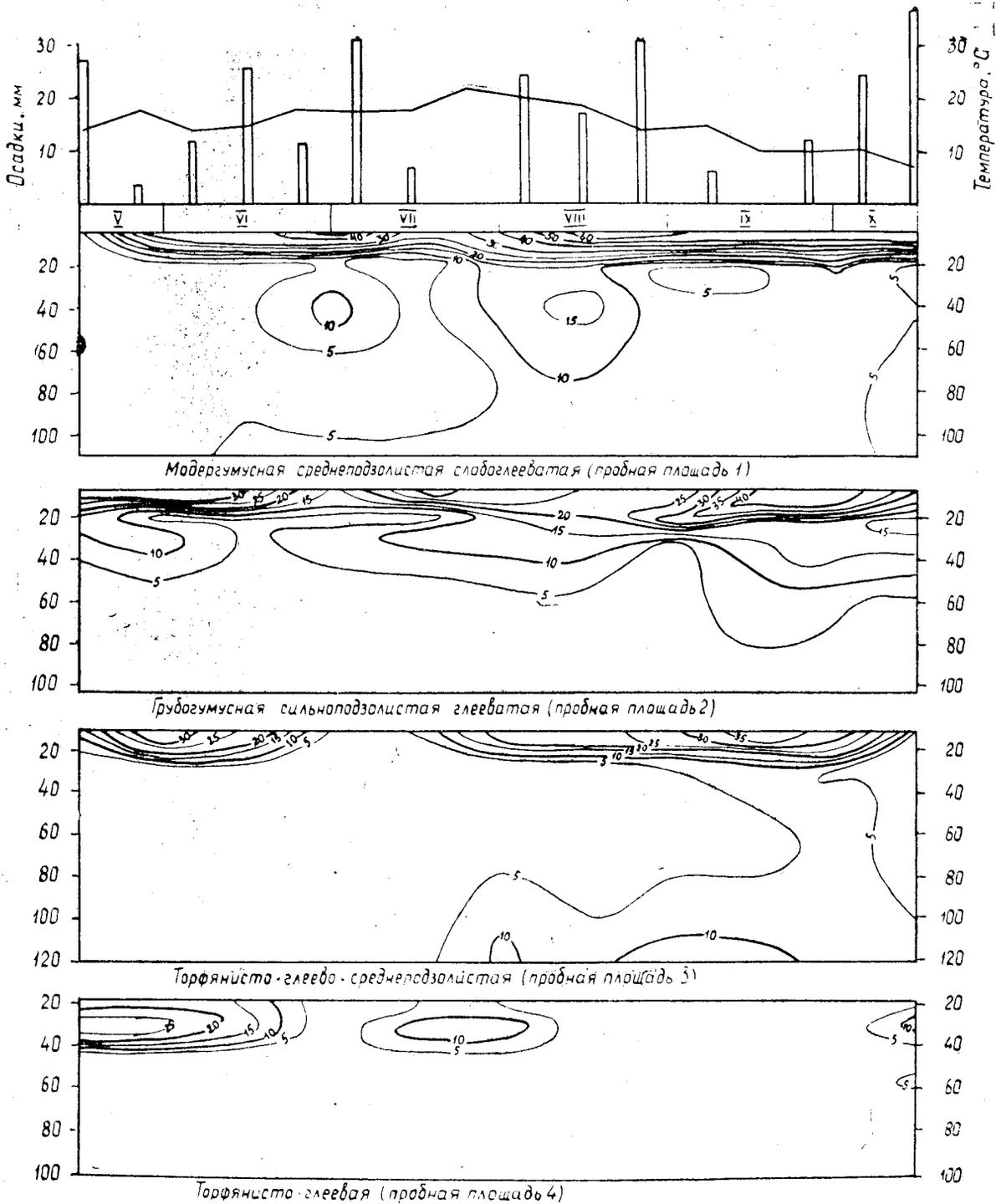


Рис. 1. Порозность аэрации почв пробных площадей.

Способ базирования	Принцип силового замыкания	Принципиальная схема	Расчетные зависимости для Q и коэффициент сравнения $\mu = \frac{Q_i}{Q_1}$ при условии			
			предотвращения смещения заготовки		предотвращения поворота заготовки вокруг одного из упоров	
			IV	V	VI	VII
Неподвижное	1		$Q_1 = \frac{kP_x - Gf_0}{f_0 + f_n}$	$\mu_1 = 1$	$Q_1 = \frac{A - Gf_0}{f_0 + f_n}$ $L > B$ $Q_1 = \frac{A_1 - Gf_0}{f_0 + f_n}$ $L < B$	$\mu_1 = 1$
	2		$Q_2 = \frac{kP_x - P_y f_y - Gf_0(1 - f_y)}{f_0 + f_n - (f_0 - f_p) f_y}$	$\mu_2 = \frac{(f_0 + f_n) \left(1 - \frac{f_y}{km}\right)}{f_0 + f_n - (f_0 - f_p) f_y}$	$Q_2 = \frac{A - Gf_0}{f_0 + f_p}$ $L > B$ $Q_2 = \frac{A_1 - Gf_0}{f_0 + f_p}$ $L < B$	$\mu_2 = \frac{f_0 + f_n}{f_0 + f_p}$
	3		$Q_3 = \frac{kP_x + P_y f_y - Gf_0(1 - f_y)}{f_0 + f'_n - (f_0 - f'_n) f_y}$	$\mu_3 = \frac{(f_0 + f_n) \left(1 + \frac{f_y}{km}\right)}{f_0 + f'_n - (f_0 - f'_n) f_y}$	$Q_3 = \frac{A - Gf_0 + \frac{kP_y L}{0,96L + 0,68B}}{f_0 + f'_n}$ $L > B$ $Q_3 = \frac{A_1 - Gf_0 + \frac{kP_y L}{0,1L + 0,96B}}{f_0 + f'_n}$ $L < B$	$\mu_3 = \frac{f_0 + f'_n}{f_0 + f'_n} \left(1 + \frac{L}{L' + mB}\right)$
	4		$Q_4 = \frac{kP_x - P_y f_y - Gf_0(1 - f_y)}{f_0 + f'_n - (f_0 - f'_n) f_y}$	$\mu_4 = \frac{(f_0 + f'_n) \left(1 - \frac{f_y}{km}\right)}{f_0 + f'_n - (f_0 - f'_n) f_y}$	$Q_4 = \frac{A - Gf_0}{f_0 + f'_n}$ $L > B$ $Q_4 = \frac{A_1 - Gf_0}{f_0 + f'_n}$ $L < B$	$\mu_4 = \frac{f_0 + f_n}{f_0 + f'_n}$
Подвижное	5		$Q_5 = \frac{kP_x - P_y f_y - Gf'_0(1 + f_y)}{f'_0 + f_n + (f'_0 + f_p) f_y}$	$\mu_5 = \frac{(f_0 + f_n) \left(1 - \frac{f_y}{km}\right)}{f'_0 + f_n + (f'_0 + f_p) f_y}$	$Q_5 = \frac{A - Gf'_0}{f'_0 + f_n}$ $L > B$ $Q_5 = \frac{A_1 - Gf'_0}{f'_0 + f_n}$ $L < B$	$\mu_5 = \frac{f_0 + f_n}{f'_0 + f_n}$
	6		$Q_6 = \frac{kP_x - P_y f_y - Gf'_0(1 + f_y)}{f'_0 + f'_n + (f'_0 + f'_n) f_y}$	$\mu_6 = \frac{(f_0 + f_n) \left(1 - \frac{f_y}{km}\right)}{f'_0 + f'_n + (f'_0 + f'_n) f_y}$	$Q_6 = \frac{A - Gf'_0}{f'_0 + f'_n}$ $L > B$ $Q_6 = \frac{A_1 - Gf'_0}{f'_0 + f'_n}$ $L < B$	$\mu_6 = \frac{f_0 + f_n}{f'_0 + f'_n}$

$$A = \frac{2k(P_y L' + P_x B)}{0,96L + 0,68B}$$

$$A_1 = \frac{2k(P_y L' + P_x B)}{0,4L + 0,96B}$$

$$m = \frac{P_x}{P_y}$$

Таблица 1

Климатические районы	Возраст, лет	Средний диаметр, мм	Прирост по диаметру, мм		Географические координаты		Средняя температура воздуха, °С		Продолжительность периода, дней		Сумма тепла вегетационного периода, °	Количество осадков, мм		Прирост ствола по диаметру, мм, в условиях климатических зонах
			текущий	средний	с. ш.	в. д.	годовая	в мае — августе	безморозного	вегетационного		за год	в мае — августе	
Узбекская ССР Ферганская область	1	9,0	9,0	9,0	40°26'	71°30'	12,03	24,02	277	277	—	170—350	—	5,75
	5	64,0	11,0	12,4										
	10	115,5	10,3	11,5										
	15	140,5	5,0	9,4										
	19	157,5	3,4	8,2										
Ташкентская	1	7,0	7,0	7,0	41°20'	69°15'	13,6	24,8	210	220—245	4400	350—400	45	3,25
	5	69,5	12,5	13,9										
	7	113,5	8,8	16,5										
Бостандыкский район Ташкентской области	1	4	8,0	4,0	41°36'	70°00'	11,6	21,7	210	206	3865	716	101	3,25
	5	31	5,4	6,2										
	10	64	6,6	6,4										
	15	95	6,2	6,3										
	20	122	5,4	6,1										
	25	147	5,0	5,9										
	30	170	4,6	5,7										
	35	191	4,2	5,5										
	40	213	4,2	5,3										
	45	232	3,8	5,2										
	50	251	3,8	5,0										
54	268	7,2	4,9											
Казахская ССР Панфиловский район Талды-Курганской области	1	5	5,0	5,0	44°14'	80°03'	8,9	21,3	179	254	3623	156	68	2,25
	5	27	5,2	5,4										
	10	48	4,2	4,8										
	15	69	4,2	4,6										
	20	90	4,2	4,5										
24	103	4,6	4,3											
Роца им. Э. О. Баума г. Алма-Аты	1	4	4,0	4,0	43°15'	76°55'	6,6	20,6	184	195	3433	446	159	2,25
	5	22	3,6	4,4										
	10	44	4,4	4,4										
	15	65	4,2	4,3										
	20	88	4,6	4,4										
	25	110	4,4	4,4										
	27	120	2,0	4,4										
Алтайский край колхоз „Родина“ Шипуновского района	1	3,0	3,0	3,0	52°20'	82°20'	0,9	17,9	78—175	135	2550	367	190	1,0
	5	12,0	1,8	2,4										
	10	21,0	1,8	2,1										
	15	29,0	1,6	1,13										

Таблица 1

Возраст, лет	№ ярусов	Состав	Порода	Остающаяся (основная) часть насаждения								Отпад			Общая производительность, м³
				средняя высота, м	средний диаметр, см	число стволов, шт.	сумма площадей сечений, м²	видовое число	запас стволовой древесины в коре, м³	прирост		число стволов, шт.	запас, м³	сумма запаса, м³	
										средний, м³	текущий, м³				
Кисличник I класса бонитета															
10	I	100Б	Б	3,5	2,5	13300	6,5	0,910	20,6	2,1	2,1	—	—	—	21
	II	76Е24Б	Е Б	0,6 1,8	— 0,7	— 12500	— 0,5	— —	5,0 1,6	0,5 0,2	0,5 0,2	— —	— —	— —	5 2
20	I	100Б	Б	8,5	5,9	4500	12,5	0,540	57,5	2,9	3,7	8800	8,5	8,5	66
	II	74Е26Б	Е Б	1,5 3,6	1,4 1,8	20000 5200	3,0 1,3	— 0,780	10,0 3,6	0,5 0,2	0,5 0,2	— 7300	— 0,3	— 0,3	10 4
30	I	100Б	Б	12,5	9,1	2800	17,7	0,500	110,5	3,7	5,3	1700	10,0	18,5	129
	II	74Е26Б	Е Б	2,3 5,4	2,7 2,7	11100 3160	6,3 1,8	1,200 0,630	17,3 6,1	0,6 0,2	0,7 0,2	8900 2040	2,0 0,4	2,0 0,7	19 7
40	I	100Б	Б	15,4	11,8	1900	20,7	0,495	155	3,9	0,5	900	12,2	30,7	186
	II	76Е24Б	Е Б	3,4 7,2	4,0 3,8	6300 1870	8,0 2,1	0,900 0,560	25 8	0,6 0,2	0,8 0,2	4800 1290	2,6 0,5	4,6 1,2	30 9
50	I	100Б	Б	17,9	14,3	1410	22,3	0,480	191	3,8	3,6	490	13,6	44,3	235
	II	80Е20Б	Е Б	4,8 9,0	6,0 5,0	3900 1070	11,0 2,1	0,760 0,510	38 10	0,8 0,2	1,3 0,2	2400 800	3,3 0,6	7,9 1,8	46 12
60	I	100Б	Б	20,0	16,3	1100	23,2	0,475	221	3,7	3,0	310	14,4	58,7	280
	II	83Е17Б	Е Б	6,5 10,7	7,2 6,5	2900 690	11,5 2,2	0,680 0,490	53 11	0,9 0,2	1,5 0,1	1000 380	3,9 0,7	11,8 2,5	65 13
70	I	97Б3Е	Б	22,2	18,1	940	23,8	0,470	249	3,6	2,8	160	14,4	73,1	322
	II	86Е14Б	Е Б	18,5 8,5 12,2	19,4 8,8 8,0	23 2260 420	0,7 13,7 2,1	0,520 0,620 0,470	7 72 12	0,1 1,0 0,2	0,7 1,9 0,1	— 640 270	— 4,9 0,8	— 16,7 3,3	7 89 15
80	I	96Б4Е	Б	24,0	19,6	800	24,2	0,465	270	3,4	2,1	140	13,5	86,6	357
	II	89Е11Б	Е Б	19,9 10,2 13,6	20,8 10,3 9,5	28 1880 280	1,0 15,8 2,0	0,515 0,585 0,460	10 92 12	0,1 1,1 0,2	0,3 2,0 —	— 380 140	— 6,2 0,9	— 22,9 4,2	10 115 16
90	I	96Б4Е	Б	25,1	20,8	710	24,1	0,460	278	3,1	0,8	90	11,9	98,5	376
	II	91Е9Б	Е Б	21,4 11,8 15,0	22,3 11,7 11,0	28 1580 190	1,1 16,6 1,8	0,510 0,555 0,450	12 112 12	0,1 1,2 0,1	0,2 2,0 —	— 300 90	— 8,0 1,0	— 30,9 5,2	12 143 17
100	I	95Б5Е	Б	25,8	21,6	650	23,7	0,450	282	2,8	0,6	60	10,2	108,7	391
	II	92Е8Б	Е Б	22,5 13,2 16,1	23,3 13,3 12,5	290 1310 120	1,2 17,9 1,5	0,510 0,545 0,445	14 130 11	0,1 1,3 1,1	0,2 1,8 -0,1	— 270 70	— 10,0 1,1	— 40,9 6,3	14 171 17
110	I	95Б5Е	Б	26,2	22,4	600	23,4	0,460	283	2,6	0,1	50	10,0	118,7	402
	II	94Е6Б	Е Б	23,3 14,6 17,3	24,5 15,3 14,0	30 1060 78	1,4 19,1 1,2	0,505 0,535 0,440	16 147 9	0,1 1,3 0,1	0,2 1,7 -0,2	— 250 48	— 11,6 1,2	— 52,5 7,5	16 199 16
120	I	94Б6Е	Б	26,4	23,5	530	22,7	0,455	273	2,3	-1,0	70	10,7	129,4	402
	II	96Е4Б	Е Б	24,0 15,8 18,4	26,0 17,0 15,5	30 890 48	1,6 20,1 0,9	0,505 0,520 0,440	18 161 7	0,1 1,4 0,1	0,2 1,4 -0,2	— 170 30	— 12,3 1,2	— 64,8 8,7	18 226 16
Травяной (широкотравный) II класса бонитета															
10	I	100Б	Б	2,0	2,5	12700	6,2	1,100	13,6	1,4	1,4	—	—	—	14
	II	71Е29Б	Е Б	0,6 1,1	— —	— 11000	— —	— —	3,0 1,2	0,3 0,1	0,3 0,1	— —	— —	— —	3 1
20	I	100Б	Б	6,5	5,9	4150	11,5	0,600	44,8	2,2	3,1	8550	7,8	7,8	53
	II	70Е30Б	Е Б	1,3 2,8	1,4 1,8	18300 4000	2,6 1,0	— 0,920	6,0 2,6	0,3 0,1	0,3 0,1	— 7000	— 0,3	— 0,3	6 3
30	I	100Б	Б	10,8	8,8	2600	16,0	0,510	88	2,9	4,3	1550	8,8	16,6	105
	II	75Е25Б	Е Б	2,4 4,7	2,7 3,0	8100 1570	4,6 1,1	1,050 0,690	12 4	0,4 0,1	0,6 0,1	10200 2430	1,8 0,4	1,8 0,7	14 5
40	I	100Б	Б	13,8	11,1	1900	19,0	0,500	131	3,3	4,3	700	9,7	26,3	157
	II	81Е19Б	Е Б	4,0 6,5	3,9 4,1	4900 1600	6,0 1,4	0,830 0,580	21 5	0,5 0,1	0,9 0,1	3200 570	2,3 0,4	4,1 1,1	25 6
50	I	100Б	Б	16,1	13,2	1540	21,0	0,495	163	3,4	3,7	360	10,7	37,0	205
	II	84Е16Б	Е Б	5,5 8,2	5,9 5,3	3100 670	8,4 1,5	0,720 0,530	32 6	0,6 0,1	1,1 0,1	1800 330	2,8 0,5	6,9 1,6	39 8
60	I	100Б	Б	18,1	15,0	127	22,3	0,490	198	3,3	3,0	270	11,7	48,7	247
	II	87Е13Б	Е Б	7,1 9,8	7,5 6,5	2310 470	9,9 1,5	0,660 0,500	45 7	0,7 0,1	1,3 0,1	790 200	3,6 0,6	10,5 2,2	55 5
70	I	92Б8Е	Б	19,7	16,5	1100	23,2	0,480	218	3,1	2,0	170	12,0	60,7	279
	II	88Е12Б	Е Б	17,6 8,6 11,2	19,3 8,9 7,7	76 1880 340	2,2 11,5 1,6	0,520 0,620 0,480	20 60 8	0,3 0,9 0,1	2,0 1,5 0,1	— 430 130	— 4,3 0,6	— 14,8 2,8	— 75 11
80	I	89Б11Е	Б	20,8	18,0	940	23,8	0,475	235	2,9	1,7	160	11,5	72,2	307
	II	89Е11Б	Е Б	18,9 9,6 12,5	21,2 10,3 9,1	85 1540 240	3,0 13,1 1,5	0,515 0,600 0,470	29 75 9	0,4 0,9 0,1	0,9 1,5 0,1	— 340 100	— 4,9 0,7	— 19,7 3,5	29 95 12
90	I	87Б13Е	Б	21,8	19,1	835	23,6	0,470	242	2,7	0,7	105	10,1	82,3	324
	II	91Е9Б	Е Б	19,9 10,6 13,5	22,6 11,8 10,5	92 1320 170	3,7 14,5 1,4	0,510 0,575 0,465	37 89 9	0,4 1,0 0,1	0,8 1,4 —	— 220 70	— 5,4 0,7	— 25,1 4,2	37 114 13
100	I	85Б15Е	Б	22,4	20,0	750	23,4	0,470	247	2,5	0,5	85	8,5	90,8	338
	II	93Е7Б	Е Б	20,5 11,3 14,5	23,9 13,3 11,6	95 1140 110	4,2 15,6 1,2	0,510 0,565 0,460	44 100 8	0,4 1,0 0,1	0,7 1,1 -0,1	— 180 60	— 5,0 0,7	— 30,1 4,9	44 130 13
110	I	83Б17Е	Б	22,8	20,5	700	22,8	0,470	245	2,2	-0,2	50	7,5	93,3	343
	II	94Е6Б	Е Б	21,0 12,0 15,5	25,0 14,4 13,0	96 990 83	4,7 16,5 1,1	0,510 0,555 0,450	50 110 7	0,5 1,0 0,1	0,6 1,0 -0,1	— 150 27	— 4,4 0,6	— 34,5 5,5	50 145 12
120	I	81Б19Е	Б	23,0	21,1	640	22,0	0,465	235	2,0	-0,1	60	7,8	106,1	341
	II	95Е5Б	Е Б	21,3 12,5 15,6	25,8 15,5 14,2	98 930 68	5,2 17,2 1,0	0,510 0,550 0,445	55 118 6	0,5 1,0 0,1	0,5 1,0 -0,1	— 60 20	— 2,8 0,6	— 37,3 6,1	55 155 12

Черничник свежий III класса бонитета

10	I	100Б	Б	2,2	2,1	17200	6,0	1,100	14,6	1,5	1,5	—	—	—	15
	II	80E20Б	Е Б	0,5 1,4	— —	— 12500	— —	— —	4,0 1,0	0,4 0,1	0,4 0,1	— —	— —	— —	4 1
20	I	100Б	Б	5,1	4,8	6100	11,0	0,730	41,0	2,1	2,6	11100	6,7	6,7	48
	II	73E27Б	Е Б	1,5 3,1	1,2 1,8	16000 5200	2,4 1,3	— 0,860	8,0 3,0	0,4 0,1	0,4 0,2	— 7300	— 0,3	— 0,3	8 3
30	I	100Б	Б	9,1	7,8	3340	16,0	0,520	75	2,5	3,4	2760	8,4	15,1	90
	II	72E28Б	Е Б	2,3 5,0	2,3 3,1	10400 2280	5,1 1,7	1,150 0,630	13 5	0,4 0,2	0,5 0,2	5600 2920	1,2 0,4	1,2 0,7	14 6
40	I	100Б	Б	12,0	10,6	2100	18,4	0,500	110	2,8	3,5	1240	10,7	25,8	136
	II	74E26Б	Е Б	3,5 6,8	3,7 4,3	7200 1380	7,5 2,0	0,880 0,570	23 8	0,6 0,2	1,0 0,3	3200 900	2,2 0,4	3,4 1,1	26 9
50	I	100Б	Б	14,5	13,0	1520	20,0	0,495	144	2,9	3,4	580	11,9	37,7	182
	II	78E22Б	Е Б	4,8 8,5	5,0 5,4	5100 870	10,1 2,2	0,750 0,530	36 10	0,7 0,2	1,3 0,2	210 510	3,2 0,5	6,6 1,6	43 12
60	I	100Б	Б	16,5	14,8	1230	21,1	0,490	171	2,8	2,7	290	11,0	48,7	220
	II	81E19Б	Е Б	6,1 10,0	6,3 6,5	3800 680	12,3 2,3	0,700 0,500	52 12	0,9 0,2	1,6 0,2	1300 120	4,1 0,6	10,7 2,2	63 14
70	I	94Б6Е	Б	18,2	16,2	1060	21,8	0,480	191	2,7	2,0	170	9,3	58,0	249
	II	84E16Б	Е Б	15,2 7,7 11,4	17,7 7,8 7,5	58 2990 530	1,4 14,3 2,4	0,520 0,645 0,480	12 70 13	0,2 1,0 0,2	1,2 1,8 0,1	— 910 150	— 4,8 0,7	— 15,5 2,9	12 85 16
80	I	90Б10Е	Б	19,5	17,4	930	22,1	0,475	205	2,6	1,4	130	8,2	66,2	271
	II	86E14Б	Е Б	16,7 9,0 12,6	19,2 9,0 8,6	87 2470 410	2,6 15,6 2,4	0,520 0,615 0,465	23 86 14	0,3 1,1 0,2	1,2 1,5 0,1	— 520 120	— 5,4 0,8	— 20,9 3,7	23 107 18
90	I	86Б14Е	Б	20,7	18,4	840	22,4	0,470	217	2,4	1,2	90	7,6	73,8	291
	II	88E12Б	Е Б	17,5 10,3 13,6	20,3 10,1 9,4	119 2140 320	3,8 16,6 2,2	0,515 0,580 0,460	35 99 14	0,4 1,1 0,2	1,2 1,3 —	— 330 90	— 5,9 0,8	— 26,8 4,5	35 126 18

Возраст, лет	№ ярусов	Состав	Порода	Остающаяся (основная) часть насаждения								Отпад			Общая производительность, м³
				средняя высота, м	средний диаметр, см	число стволов, шт.	сумма площадей сечений, м²	вливное число	запас стволовой древесины в коре, м³	прирост		число стволов, шт.	запас, м³	сумма запаса, м³	
										средний, м³	текущий, м³				
100	I	83Б17Е	Б	21,6	19,4	760	22,3	0,470	226	2,3	0,9	80	7,3	81,1	307
	Е		Е	18,6	21,2	138	4,9	0,515	47	0,5	1,2	—	—	—	47
	II	90Е10Б	Е	11,2	10,9	1880	17,2	0,570	110	1,1	1,1	260	6,3	33,1	143
	Б		Б	14,6	10,0	250	2,0	0,450	13	0,1	-0,1	70	0,9	5,4	18
110	I	79Б21Е	Б	22,3	20,3	690	22,0	0,465	229	2,1	0,2	70	7,2	88,3	317
	Е		Е	19,6	22,0	155	5,9	0,515	59	0,5	1,2	—	—	—	59
	II	91Е9Б	Е	12,0	11,8	1630	17,7	0,555	119	1,1	0,9	250	6,6	39,7	159
	Б		Б	15,4	10,8	190	1,7	0,450	12	0,1	-0,1	60	0,9	6,3	18
120	I	76Б24Е	Б	22,9	21,0	610	21,2	0,465	225	1,9	-0,4	80	7,3	95,6	321
	Е		Е	20,2	22,7	169	6,8	0,515	71	0,6	1,2	—	—	—	71
	II	92Е8Б	Е	12,7	12,8	1460	18,6	0,545	127	1,1	0,8	170	6,8	46,5	173
	Б		Б	16,1	11,5	140	1,4	0,445	11	0,1	-0,1	50	1,0	7,3	18
130	I	72Б28Е	Б	23,1	21,6	550	20,0	0,465	214	1,7	-1,1	60	7,5	103,1	317
	Е		Е	20,6	23,1	193	8,0	0,510	83	0,6	1,2	—	—	—	83
	II	93Е7Б	Е	13,2	13,4	1330	18,6	0,540	134	1,0	0,7	130	6,5	53,0	187
	Б		Б	16,7	12,1	110	1,2	0,440	10	0,1	-0,1	40	1,0	8,3	18
140	I	68Б32Е	Б	23,2	22,1	490	18,7	0,465	201	1,4	-1,3	60	7,8	110,9	312
	Е		Е	21,0	23,5	210	9,0	0,510	95	0,7	1,2	—	—	—	95
	II	95Е5Б	Е	13,8	13,9	1220	18,9	0,535	140	1,0	0,6	140	6,0	59,0	199
	Б		Б	17,2	12,6	70	0,9	0,440	8	0,1	-0,2	30	0,9	9,2	17
150	I	64Б36Е	Б	23,3	22,6	430	17,2	0,465	187	1,2	-1,4	60	8,1	119,0	306
	Е		Е	21,1	24,0	219	9,9	0,510	107	0,7	1,2	—	—	—	107
	II	96Е4Б	Е	14,3	14,4	1170	19,0	0,530	145	1,0	0,5	50	4,7	63,7	209
	Б		Б	17,5	13,0	50	0,7	0,440	6	—	-0,2	20	0,8	10,0	16
160	I	59Б41Е	Б	23,4	23,0	370	15,5	0,465	169	1,1	-1,8	60	8,6	127,6	297
	Е		Е	21,2	24,2	242	11,1	0,505	119	0,7	1,2	—	—	—	119
	II	98Е2Б	Е	14,8	14,8	1120	19,3	0,530	150	0,9	0,5	50	3,3	67,0	217
	Б		Б	17,6	13,5	40	0,6	0,440	4	—	-0,2	10	0,7	10,7	15

Черничник влажный IV класса бонитета

10	I	100Б	Б	1,5	—	23000	—	—	12,00	1,2	1,2	—	—	—	12
	II	72Е28Б	Е	0,4	—	—	—	—	3,0	0,3	0,3	—	—	—	3
			Б	0,6	—	15000	—	—	1,2	0,1	0,1	—	—	—	1
	I	100Б	Б	3,5	3,0	12600	8,8	0,920	28,4	1,4	1,6	10400	6,0	6,0	34
20	II	68Е32Б	Е	1,2	1,4	13400	2,1	—	6,0	0,3	0,3	—	—	—	6
	Б		Б	1,8	1,5	6100	1,1	—	3,0	0,2	0,2	8900	0,3	0,3	3
30	I	100Б	Б	6,2	5,3	5300	11,9	0,640	45	1,5	1,7	7300	6,5	12,5	57
	II	68Е32Б	Е	2,5	3,0	6400	4,5	1,050	12	0,4	0,6	7000	1,7	1,7	14
			Б	3,5	2,6	4600	2,0	0,800	6	0,2	0,3	2100	0,4	0,7	7
	I	100Б	Б	8,7	7,6	3060	14,1	0,540	65	1,6	2,0	2240	7,7	20,2	85
40	II	70Е30Б	Е	3,7	4,5	4190	6,7	0,870	21	0,5	0,9	2210	2,2	3,9	25
	Б		Б	5,3	3,6	2760	2,8	0,640	9	0,2	0,3	1240	0,5	1,2	10
50	I	100Б	Б	10,9	10,1	1920	15,2	0,515	85	1,7	2,0	1140	8,8	29,0	114
	II	74Е26Б	Е	5,0	5,7	3190	8,4	0,750	31	0,6	1,0	1000	2,9	6,8	38
			Б	6,9	4,4	1820	3,0	0,570	11	0,2	0,2	940	0,6	1,8	13
	I	100Б	Б	12,5	12,0	1420	16,0	0,500	101	1,7	1,6	500	9,0	38,0	139
60	II	77Е23Б	Е	6,3	7,1	2510	10,0	0,695	43	0,7	1,2	680	3,6	10,4	53
	Б		Б	8,2	5,5	1240	3,0	0,530	13	0,2	0,2	580	0,7	2,5	15
70	I	82Б18Е	Б	14,0	13,6	1140	16,5	0,495	114	1,6	1,3	280	8,6	46,6	161
	Е		Е	13,8	17,8	137	3,4	0,540	25	0,4	2,5	—	—	—	25
	II	79Е21Б	Е	7,4	8,3	2010	11,4	0,650	56	0,8	1,3	500	4,3	14,7	71
	Б		Б	9,5	6,6	880	3,0	0,500	15	0,2	0,2	360	0,8	3,3	18
80	I	74Б26Е	Б	15,5	15,1	950	16,7	0,490	126	1,6	1,2	190	7,7	54,3	180
	Е		Е	15,4	19,1	190	5,4	0,520	44	0,6	1,9	—	—	—	44
	II	81Е19Б	Е	8,7	9,7	1660	12,7	0,620	69	0,9	1,3	350	4,9	19,6	89
	Б		Б	10,7	7,6	670	3,0	0,490	16	0,2	0,1	210	0,8	4,1	20
90	I	70Б30Е	Б	16,6	16,5	790	16,6	0,490	135	1,5	0,9	160	6,8	61,1	196
	Е		Е	16,6	20,3	210	6,8	0,515	59	0,7	1,5	—	—	—	59
	II	83Е17Б	Е	9,8	10,9	1400	13,8	0,520	81	0,9	1,9	260	5,4	25,0	106
	Б		Б	11,8	8,5	520	30,0	0,470	17	0,2	0,1	150	0,9	0,5	22
100	I	66Б34Е	Б	17,6	17,5	680	16,3	0,485	139	1,4	0,4	110	6,0	67,1	206
	Е		Е	17,5	21,1	230	8,0	0,515	72	0,7	1,3	—	—	—	72
	II	84Е16Б	Е	10,8	12,1	1250	14,9	0,570	92	0,9	1,1	150	5,0	30,0	122
	Б		Б	12,9	9,6	410	3,0	0,465	18	0,2	0,1	110	1,0	6,0	24
110	I	63Б37Е	Б	18,1	18,2	610	15,8	0,485	139	1,3	—	70	5,3	72,4	211
	Е		Е	18,1	21,9	235	8,9	0,515	83	0,7	1,1	—	—	—	83
	II	85Е15Б	Е	11,5	12,8	1200	16,0	0,565	102	0,9	1,0	50	3,5	33,5	135
	Б		Б	13,7	10,4	340	2,9	0,460	18	0,2	—	70	1,0	70,0	25
120	I	59Б41Е	Б	18,5	18,7	550	15,2	0,480	135	1,1	-0,4	60	4,9	77,3	212
	Е		Е	18,4	22,4	240	9,6	0,515	92	0,8	0,9	—	—	—	92
	II	87Е13Б	Е	12,1	13,5	1170	16,8	0,550	111	0,9	0,9	30	2,3	35,8	147
	Б		Б	14,2	11,0	270	2,6	0,455	17	0,1	-0,1	70	1,0	8,0	25
130	I	57Б43Е	Б	18,8	19,0	500	14,3	0,480	129	1,0	-0,6	50	5,0	82,3	211
	Е		Е	18,8	22,9	250	10,2	0,515	99	0,8	0,7	—	—	—	99
	II	88Е12Б	Е	12,5	13,9	1150	17,2	0,545	118	0,9	0,7	20	1,6	37,4	155
	Б		Б	14,7	11,7	210	2,4	0,450	16	0,1	-0,1	50	1,1	9,1	25
140	I	52Б48Е	Б	19,0	19,2	440	12,8	0,475	116	0,8	-1,3	60	5,3	87,6	203
	Е		Е	19,0	23,2	225	10,8	0,510	105	0,8	0,6	—	—	—	105
	II	90Е10Б	Е	12,9	14,1	1130	17,5	0,545	123	0,9	0,5	20	1,2	38,6	162
	Б		Б	15,0	12,3	180	2,2	0,450	14	0,1	-0,2	40	1,0	10,1	24
150	I	52Е48Б	Е	19,1	23,6	260	11,2	0,510	110	0,7	0,5	—	—	—	110
	Б		Б	19,1	19,5	380	11,2	0,475	102	0,7	-1,4	60	5,8	93,4	195
	II	91Е9Б	Е	13,0	14,4	1110	18,0	0,545	127	0,8	0,4	20	1,1	36,7	167
	Б		Б	15,2	12,6	140	1,8	0,450	12	0,1	-0,2	40	1,0	11,1	23
160	I	57Е43Б	Е	19,2	23,8	265	11,7	0,510	114	0,7	0,4	—	—</		

нззз

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ

на 1971 год

на ежемесячный научно-технический журнал
«Известия высших учебных заведений СССР»
по разделу

„ПРИБОРОСТРОЕНИЕ“

Журнал публикует оригинальные статьи, обзоры и краткие сообщения, содержащие результаты теоретических и экспериментальных работ научного и инженерно-технического характера, выполненных в высших учебных заведениях СССР, а также в научно-исследовательских учреждениях и промышленных предприятиях с участием работников вузов СССР.

Журнал предназначается для научных работников вузов, техникумов, научно-исследовательских институтов и проектных организаций, преподавателей, аспирантов и студентов старших курсов высших учебных заведений, а также для инженерно-технических работников приборостроительной промышленности.

ЖУРНАЛ ИМЕЕТ СЛЕДУЮЩИЕ РАЗДЕЛЫ.

1. Радиоэлектронные приборы.
2. Электроизмерительные приборы и устройства.
3. Приборы и устройства автоматизации и телемеханики.
4. Приборы и устройства вычислительной техники.
5. Гигроскопические и навигационные приборы.
6. Приборы точной механики.
7. Оптические приборы.
8. Тепловые приборы.
9. Общие вопросы приборостроения.
10. Хроника, информация, библиография, в порядке обсуждения и т. п.

лениями «Союз-
общественны-
предприятиях и в
ет наложенным
70 гг.
декс журнала в

руб. 60 коп.
руб. 80 коп.
руб. 40 коп.

дова, 14. Ленин-
журнала «Из-
«Приборострое-