

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ СЕМНАДЦАТЫЙ

5

1974

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. **И. М. Боховкин** (отв. редактор), доц. **Е. С. Романов** (зам. отв. редактора), доц. **С. И. Морозов** (зам. отв. редактора), проф. **Н. М. Белая**, доц. **П. И. Войчалъ**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **М. Л. Дворецкий**, доц. **Г. Л. Дранишников**, проф. **М. И. Зайчик**, проф. **С. Я. Коротов**, акад. **ВАСХНИЛ**, проф. **И. С. Мелехов**, доц. **Н. В. Никитин**, проф. **А. Н. Песоцкий**, доц. **В. О. Самуйлло**, проф. **В. Н. Худоногов**, проф. **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.

© ИВУЗ, «Лесной журнал», 1974.

Адрес редакции: 163007, Архангельск, 7, Набережная **В. И. Ленина**, 17,
Архангельский лесотехнический институт, тел. 4-13-37.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 5.
(Год издания семнадцатый)

Сдан в набор 13/VIII 1974 г. Подписан к печати 10/X 1974 г.
Форм. бум. 70X108^{1/16}. Печ. л. 15,4 + 3 вкл. Физ. печ. л. II. Уч.-изд. л. 15,78.
Тираж 2400. Сл. 00110. Заказ 5988. Цена 1 руб.

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

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 634.0.548

ТИПЫ РОСТА ДУБОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ
В ШИПОВОМ ЛЕСУ

М. В. ДАВИДОВ

Украинская сельскохозяйственная академия

Приведены материалы, характеризующие типы роста дубовых древостоев, и высказаны соображения о причинах своеобразного их роста. Полученные результаты могут быть использованы при лесоустройстве ценных дубовых лесных массивов.

Шипов лес давно привлекал внимание исследователей как наиболее сохранившаяся нагорная дубрава. Однако с таксационной точки зрения он еще недостаточно исследован.

Чтобы восполнить этот пробел, были предприняты специальные исследования для выявления особенностей роста дубрав. С этой целью в Красном лесничестве Воронцовского леспромхоза (Воронежская область) было намечено 17 участков дуба семенного и семенно-порослевого происхождения: восемь в культурах дуба 11—91 года, остальные в 50—155-летних дубравах семенно-порослевого происхождения.

Пробные площади закладывали только в культурах, а в естественных древостоях без отграничения пробы обмеряли диаметры у 30 стоящих деревьев, близких по размерам к среднему диаметру древостоя, определенному глазомерно. У каждого третьего дерева измеряли высоту.

На основе полученных данных уточняли средний диаметр и среднюю высоту древостоя. Затем срубали 3 средних модельных дерева, раскряжевывали их, а в местах выреза подсчитывали число годичных слоев, что давало возможность установить ход роста их в высоту. Для каждого участка составляли таксационное описание с характеристикой почвенно-грунтовых условий, рельефа и экспозиции.

Исследованием были охвачены все типы условий местопроизрастания (D_1 , D_2 , D_3), встречающиеся в Шиповом лесу. По составу обмеренные культуры оказались чистыми, тогда как в насаждениях естественного происхождения примесь пород, сопутствующих дубу (ясени, клена остролистного и липы), составила от 0,1 до 0,3. Полнота исследуемых древостоев колебалась от 0,8 до 1,0, в зависимости от типа условий местопроизрастания класс бонитета изменялся от III до I.

Обработка материала была начата с анализа модельных деревьев. Ход роста их в высоту определен по десятилетиям. На рис. 1 и 2 на фоне общепониманной шкалы нанесены кривые роста моделей по высоте в наиболее характерных насаждениях дуба естественного и искусственного происхождения.

На рис. 1 нанесены также кривые хода роста моделей дуба (порослевого происхождения) по опубликованным данным [6], [9]. Обращает на себя внимание определенная согласованность в направлении кривых 1, 2, 3, пересекающих в разных возрастах границы классов бонитета общепониманной шкалы. Только одна кривая 4 не выходит за рамки III класса бонитета. Представленный ход роста моделей по

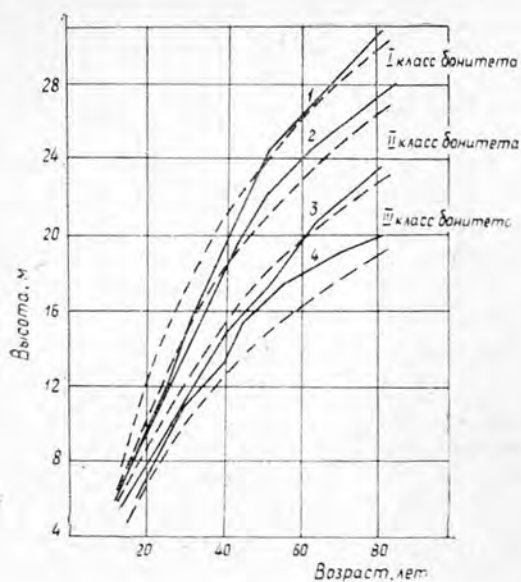


Рис. 1. Ход роста по высоте модельных деревьев в семенно-порослевых дубовых древостоях.

1 — по Б. А. Шустову; 2 — по И. М. Науменко; 3, 4 — по автору. Штриховыми линиями показаны границы классов бонитета по общепониманной шкале М. М. Орлова.

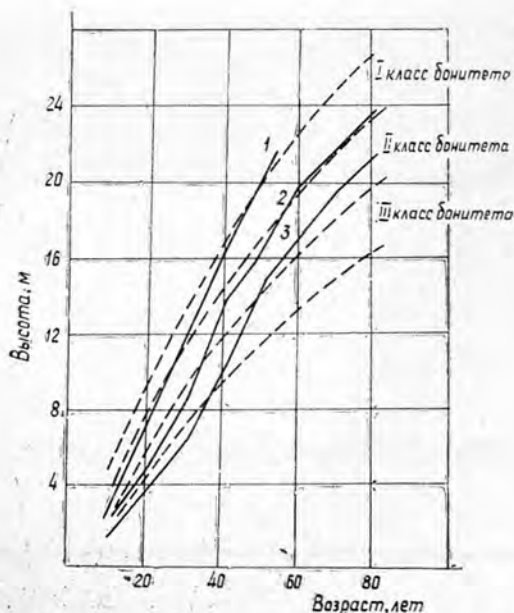


Рис. 2. Ход роста по высоте модельных деревьев в культуре дуба.

1 — в типе D_3 по тальегу балки; 2, 3 — в типе D_2 по опушкам леса. Штриховыми линиями показаны границы классов бонитета по общепониманной шкале М. М. Орлова.

высоте, разумеется, не характеризует еще изменений средних высот исследуемых древостоев, однако отражает тенденцию их роста, что дает возможность установить энергию роста (тип роста) древостоя.

Нетрудно видеть (рис. 1), что наметились два типа роста в исследуемых семенно-порослевых насаждениях: с возрастающей интенсивностью (тип роста T_n), характеризующийся «повышением» класса бонитета с возрастом (кривые 1, 2, 3), и с умеренным приростом по высоте, при неизменном классе бонитета в течение всей жизни древостоя (тип роста T_0).

По нашим наблюдениям, насаждения типа T_n чаще встречаются во влажных дубравах (D_3) или в переходных — от свежих к влажным (D_2, D_3) — по пониженным местоположениям, а также на пологих скло-

нах северных или северо-восточных экспозиций. Насаждения типа T_0 произрастают обыкновенно в сухих и свежих дубравах (D_1, D_2) на повышенных местоположениях (плато) или по склону разной крутизны и экспозиции. Насаждения дуба с ускоренным приростом по высоте в молодые годы и убывающей интенсивностью в старшем возрасте (тип роста T_y) в Шиповом лесу не обнаружены.

На рис. 2 представлен ход роста моделей в высоту, характеризующий энергию роста насаждений дуба искусственного происхождения. Как видно, эти кривые также пересекают границы классов бонитета по общепониманной шкале, от низшего класса к высшему, что характерно для типа роста T_b .

Культуры дуба данного типа роста произрастают в Шиповом лесу по опушкам (на землях, бывших ранее под длительным сельскохозяйственным использованием) или во влажных дубравах (D_3) по пониженным местоположениям.

Наряду с отмеченными культурами, мы исследовали также культуры дуба, созданные в разное время на вырубках, в типе условий местопроизрастания D_2 . Ход роста этих культур, как выяснилось [1], [2], соответствует «обычному» типу роста (T_0).

Отмечая особенности роста исследуемых насаждений, необходимо остановиться на вопросе о причинах, вызвавших такой своеобразный рост их в высоту. К сожалению, за отсутствием дополнительных исследований данного вопроса, исчерпывающий ответ дать трудно. Однако, основываясь на имеющихся материалах [5], [2], [7], [8], можно высказать следующие соображения.

Замедленный рост молодых культур дуба на землях, бывших ранее под длительным сельскохозяйственным использованием, можно объяснить, по-видимому, заметным уменьшением содержания гумуса как в верхнем, так и в нижележащем метровом слое почвы. Как следствие, в почве сокращается количество подвижных форм азота, фосфора, калия и продуктивной влаги. В результате почва уплотняется, что также неблагоприятно сказывается на росте молодых культур. Однако с возрастом, благодаря накоплению органических веществ, поступающих в почву за счет опада древесной растительности, плодородие ее возра-



Рис. 3. Культуры дуба II класса бонитета, возраст 91 год, средняя высота 25 м, средний диаметр 36 см, полнота 0,8, запас 320 м³ на 1 га, тип роста T_b .

стает. Поэтому рост древостоя на таких почвах с течением времени должен улучшиться, что и подтверждается данными анализа моделей, срубленных в кварталах 26 и 28 Красного лесничества. Вид этих культур представлен на рис. 3.

Аналогичный рост культур был отмечен и при других условиях местопроизрастания (D_3) по тальвегу балки, на богатых наносных почвах. Замедленный рост культур в молодые годы (рис. 2, кривая 1) здесь можно объяснить значительным в этот период увлажнением почвы, граничащим с заболачиванием [7]. Однако в старшем возрасте, вследствие развития корневой системы и проникновения ее в более глубокие, относительно богатые горизонты почвы улучшается дренаж, и рост насаждения должен улучшиться, что и подтверждается нашими исследованиями.

Еще более сложен вопрос о причинах необычного роста семенно-порослевого дубового насаждения в Шиповом лесу. В данном случае решающее влияние на ход роста по высоте, по-видимому, оказывают не только почвенно-грунтовые условия, но также их состав и строение корневых систем.

Из литературных источников [6] известно, что участие дуба семенного происхождения в составе семенно-порослевого насаждения Шипова леса выражается примерно 40% от общего числа стволов. Такое значительное участие семенного дуба в составе, разумеется, не могло не отразиться на росте всего насаждения.

Немаловажен и тот факт, что дуб семенного происхождения до определенного возраста (60—70 лет) обыкновенно растет медленнее (особенно в молодые годы), чем порослевой; однако в более старшем возрасте преимущество в ходе роста по высоте остается за семенным дубом [6]. Наши исследования несколько уточняют это положение, известное лесоводам. Оказывается, что при определенных условиях местопроизрастания (D_3) энергия роста в высоту стволов дуба порослевого происхождения не уступает энергии роста семенного дуба и в старшем возрасте (60—70 лет). В результате насаждение развивается по типу T_B .

Такой энергичный рост порослевого дуба, как было установлено по данным анализа моделей (рис. 1), можно объяснить не только благоприятными почвенно-грунтовыми условиями и составом самих насаждений, но и воздействием корневых систем. Из литературы [5], [8] известно, что на рост порослевого дуба большое влияние оказывает, наряду с материнской корневой системой, и придаточная, которая достигает наилучшего развития при достаточной влажности почвы (D_3). Появление ее в определенном возрасте — положительный момент в жизни порослевого дубового древостоя. Помимо улучшения питания возникшего порослевого насаждения, она способствует также обновлению материнской корневой системы и в силу этого значение ее должно усиливаться с каждым новым поколением [8], что и подтверждается нашими исследованиями роста семенно-порослевого дубового насаждения. Как установлено по архивным материалам, эти насаждения состоят преимущественно из древостоев третьего и частично второго поколений.

Если учесть также, что они произрастают на относительно богатых и увлажненных почвах (D_3) в условиях благоприятных не только для семенного, но и для порослевого дуба (развивающего добавочную корневую систему), то станет понятным, почему в данном случае семенно-порослевого дубового насаждения растут энергично по высоте (тип роста T_B). Очевидно, здесь сказывается и взаимодействие корневых систем деревьев семенного и порослевого происхождения.

В сухих и свежих дубравах (D_1 , D_2), по-видимому, складываются иные, менее благоприятные условия для развития корневых систем, особенно придаточной (у порослевых деревьев), а потому рост древостоя характеризуется и более умеренным приростом по высоте (тип роста T_0).

Высказанные соображения, разумеется, являются лишь рабочей гипотезой, и дальнейшие исследования в этой области, надо полагать, внесут в нее те или иные коррективы.

В заключение необходимо указать на практическое значение исследований подобного рода. В литературе этот вопрос уже получил некоторое освещение [3], [4]. По исследованиям на Украине [3] выяснилось, например, что культуры дуба, развивающиеся по типу роста T_n , «созревают» на 30—40 лет позднее насаждений «обычного» типа роста (T_0), то есть возраст технической спелости наступает в различные сроки. Такая закономерность, по предварительным данным, намечается и в дубовых древостоях Шипова леса. Это дает нам основание рекомендовать при устройстве особо ценных лесных массивов переходить на более совершенный метод учета, применяя дифференцированное бонитирование с учетом типов роста древостоев.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. В. Давидов. Особенности роста культур дуба в Шиповом лесу. Сборник трудов Воронежского лесотехнического института, т. 33, 1971. [2]. М. В. Давидов. О культурах дуба в Шиповом лесу. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1971. [3]. М. В. Давидов. Нові дослідження росту культур дуба на Україні. Видавництво «Урожай», Київ, 1972. [4]. М. В. Давидов. О дифференцированном бонитировании при лесоустройстве. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1972. [5]. А. Б. Жуков. Порослевое возобновление дуба. Труды по лесному опытному делу Украины, вып. XII, 1929. [6]. И. М. Науменко. Ход роста порослевого и семенного дуба. Записки Воронежского сельскохозяйственного института, т. VIII, 1927. [7]. П. С. Погребняк. Общее лесоводство. Изд-во сельскохозяйственной литературы, М., 1963. [8]. С. С. Пятницкий. Вегетативный лес. Изд-во сельскохозяйственной литературы, М., 1963. [9]. Б. А. Шустов. Порослевые дубовые насаждения Южной России. Труды по лесному опытному делу, вып. 52, 1914.

Поступила 14 января 1974 г.

УДК 634.0.165.62

ЭВОЛЮЦИОННАЯ ТЕОРИЯ И ПРОБЛЕМА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

В. В. СЫЧЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Проблему исходного материала для селекции надо решать с позиций эволюционной теории. Установлено, что некоторые генотипы, менее приспособленные в данный момент, могут оказаться преадаптированными к условиям, которые возникнут в будущем. Изучение явления однолокусного гетерозиса показывает, что очень часто он связан с аллелями, которые в гомозиготном состоянии летальны. Это заставляет по-новому взглянуть на использование минусовых деревьев для установления генетической структуры и амплитуды нормы реакции популяций. С другой стороны, в качестве исходного материала для селекции предлагается использовать периферические изоляты.

Конечный итог работы селекционера в значительной степени определяется исходным материалом. Между тем, проблеме исходного материала уделяется мало внимания. В данной работе сделана попытка

проанализировать ее в историческом плане и с точки зрения эволюционной теории.

По указанию Н. И. Вавилова [2], подбор надо начинать с местного материала, который подвергся длительному воздействию естественного отбора и приспособлен для тех или иных условий. Если материал мало изучен, первейшей задачей является селекционное исследование местных популяций и выделение из них наиболее интересных форм. Прежде чем приступить к созданию новых форм, надо знать формы, существующие в природе. Институтом растениеводства во главе с Н. И. Вавиловым проделана большая работа по изучению амплитуды изменчивости культурных растений, выявлен их генетический потенциал как в центрах происхождения, так и при разведении. При этом оказалось, что ряд форм (абиссинские ячмени, горох) без сложной селекции конкурируют даже с лучшими сортами.

Изучение амплитуды изменчивости культурных растений привело Н. И. Вавилова в 1920 г. к открытию закона гомологических рядов наследственной изменчивости. Оказалось, что полиморфизм присущ различным по способу опыления растениям. Разница заключается в том, что у перекрестноопылителей признаки часто находятся в гетерозиготном состоянии, а у самоопылителей — в гомозиготном. У первых многие рецессивные признаки могут быть не выявленными в результате доминирования других признаков.

Наличие параллелизма в полиморфизме, существование правильностей в дифференциации видов, родов и семейств чрезвычайно облегчают изучение разнообразия живых организмов. Это намного упрощает задачу селекционера, который ищет определенные формы, предвидя их существование на основании сходства в изменчивости с ближайшими известными видами и родами. И в современной генетике популяций это положение Н. И. Вавилова остается главным при изучении процесса микроэволюции. Из сказанного ясно, что проблема исходного материала для селекции не может решаться оторванно от вопроса о внутривидовой изменчивости.

Многочисленные факты привели Н. И. Вавилова [3], [4] к пониманию вида как обособленной сложной подвижной морфо-физиологической системы, связанной в своем развитии с определенной средой и ареалом и подчиняющейся во внутривидовой изменчивости закону гомологических рядов. Для отдельных групп видов и родов необходима огромная дифференциальная работа, без которой, по мнению Н. И. Вавилова, не может быть серьезной синтетической работы. Он писал: «Чтобы интегрировать, надо уметь дифференцировать». Даже близкие виды находятся на разных этапах развития из-за неравномерных темпов эволюции и поэтому представляют собой комплексы весьма различного объема и содержания. Законы Н. И. Вавилова имеют большое значение для изучения внутривидовой систематики растений. Однако, несмотря на богатый фактический материал, понимая всю необъятность задачи, сам Н. И. Вавилов не дал внутривидовой систематики растений. Да и на современном этапе знаний нет единой и общей внутривидовой систематики растений.

С. А. Мамаев [6] указывает следующие особенности специфики внутривидовой систематики и изменчивости древесных растений:

1) долговечность надземных органов. В течение длительного времени происходит стабилизация морфо-биологического типа особи в непрерывных, меняющихся год от года условиях внешней среды. Поэтому древесные растения обладают большей нормой реакции, большей независимостью признаков и свойств от факторов внешней среды, чем травы;

2) филогенетически древесные растения — более древняя жизненная форма, чем травянистые [11]. Это, однако, не является свидетельством меньшей амплитуды изменчивости. Несмотря на большое количество работ, посвященных изучению изменчивости древесных пород, систематизация форм и установление рядов наследственной изменчивости так, как это понимал Н. И. Вавилов, по существу только начинаются. С этой точки зрения очень ценны работы: Л. Ф. Правдина [10] — по детальному изучению форм сосны обыкновенной, П. Л. Богданова [1] — о тополях, С. А. Мамаева [8] — об изменчивости признаков семейства *Pinaceae*;

3) высокорослость древесных растений. Благодаря этому свойству многие древесные растения занимают доминирующее положение в фитоценозе, поэтому микроэкологические условия должны оказывать иное влияние на вариабельность их органов и свойств по сравнению с растениями других жизненных форм;

4) множественность органов. Одноименные органы у древесных растений образуются в очень больших количествах, что создает разные условия для отправления жизненных функций и оказывает влияние на характер вариации признаков.

Характерная черта изменчивости признаков у видов *Pinaceae* [7], [8] — слабая взаимозависимость их варьирования, низкая степень коррелятивных связей. Взаимозависимость между двумя варьирующими признаками в пределах одновозрастного древостоя обычно отсутствует. Это относится к показателям, не связанным между собой ростовыми корреляциями, такими, как длина шишки и длина семенной чешуи, высота ствола и протяженность кроны. По данным С. А. Мамаева, нет достоверной зависимости между окраской семян и высотой дерева, размером апофиза и величиной шишки, протяженностью грубой корки и величиной семени, окраской крылатки и всхожестью семян.

Эта выявленная С. А. Мамаевым закономерность сильно усложняет селекционную работу с древесными растениями, так как отбор можно вести только по прямым признакам. До сих пор многие селекционеры рекомендуют отбирать плюсовые деревья на быстроту роста, смолопродуктивность и т. д. по ряду коррелятивных признаков. Эти указания стали настолько обычными, что вошли чуть ли не во все учебники, инструкции и рекомендации производству. Детальное изучение взаимокорреляций признаков, проведенное С. А. Мамаевым, приводит, однако, к мысли, что предположение о возможности отбора по сопутствующим признакам очень часто не обосновано достоверными данными. Поскольку появились такие выводы, подобную проверку необходимо проводить и для других древесных пород.

Очень интересен вывод С. А. Мамаева о том, что амплитуда колебания значений признаков в пределах одного организма (по его терминологии — эндогенная изменчивость) весьма близка к варьированию в популяции. Индивидуум в этом отношении представляет как бы целую популяцию, в которой наблюдается такой же размах колебания значений признаков, как и в истинной популяции. Поэтому он предлагает изучать изменчивость по следующим основным этапам: эндогенная; внутривидовая; межпопуляционная.

Все это свидетельствует о том, что решить проблему исходного материала для селекции можно с помощью генетики популяций. В настоящее время в качестве исходного материала используют главным образом плюсовые деревья. При этом генотип их остается неизвестным, и в литературе нет данных, которые помогли бы подойти к его установлению. Между тем, таксаторы уже давно открыли закономерность, согласно которой распределение числа деревьев по количественным

признакам подчиняется весьма интересному правилу. Количество стволов с диаметрами меньше среднего составляет большую часть общего числа деревьев (57,5%), а деревьев больше среднего — меньшую (42,5%). Следовательно, кривая распределения числа деревьев в насаждении отрицательно асимметрична и имеет растянутую левую половину. Такая особенность не случайна. Она отражает общее свойство размерных показателей, характеризующих величину того или иного органа растения. Это свойство заключается в том, что в пределах одного древостоя у видов, способных образовать сомкнутые ярусы, существует более сильное ограничение максимальных размеров, чем минимальных. Нижние пределы значения признака ограничивает своеобразная среда, создающаяся внутри растительного сообщества, а на верхние пределы размера органа оказывают давление факторы среды и биологические особенности вида. Поэтому особи из правой части кривой распределения элиминируются сильнее, чем из левой, и кривая приобретает отрицательную симметрию [8]. Эволюционная теория объясняет полиморфизм количественных признаков в популяции действием дизруптивного (разрывающего) отбора [12], [9]. Рассматривая адаптивную норму популяции и концепцию генетического груза, современная генетика популяций делает очень важный вывод, позволяющий частично решить проблему исходного материала для селекции. Этот вывод заключается в том, что некоторые генотипы, менее приспособленные в данный момент, могут оказаться преадаптированными к условиям, которые возникнут в будущем, поэтому их роль в «долгосрочном» выживании популяции весьма велика. Благодаря наличию таких генотипов популяция может легко адаптироваться в случае изменения условий, то есть сохранить приспособленность и в новых условиях. Изменчивость, поставляющая плохо приспособленные для данных условий фенотипы, называется генетическим грузом популяции. В лесной селекции, лесоводстве большая часть минусовых, отставших в росте деревьев относится к генетическому грузу. Возникает вопрос: можно ли использовать эти особи в селекции? Возможно, что создавая им иные условия, чем те, которые существуют в фитоценозе, оказавшиеся неблагоприятными, мы можем использовать их в качестве исходного материала. Изучая их норму реакции, можно шире познать экологическую амплитуду всей популяции в целом. Во всяком случае этот вопрос заслуживает внимания и экспериментальной проверки.

Использование генетического груза в качестве исходного материала интересно и с другой точки зрения. Она заключается в том, что производя различные скрещивания минусовых, нормальных и плюсовых деревьев, мы сумеем быстрее выявить генофонд популяции, произвести ее генетический анализ.

Наши знания относительно однолокусного гетерозиса очень ограничены, а объяснения недоказуемы. Эта ограниченность знаний отягощается еще и тем, что очень часто гетерозис связан с аллелями, которые считаются рецессивными и в гомозиготном состоянии летальны. Это свидетельствует еще об одной возможности использования генетического груза для селекции.

Перспективен и другой аспект проблемы исходного материала для селекции, который учитывает структуру генотипов популяции и их распределение в пределах ареала. По самой своей природе полиморфизм адаптивен, поскольку он дает возможность популяции лучше выдерживать испытания, каким она может подвергнуться при изменениях условий среды; это намного «выгоднее», чем иметь всего один адаптивный генный комплекс. В давно сложившихся популяциях, именно в центре ареала вида наблюдается повышенное разнообразие генотипов (эффект

Людвига). У многих видов полиморфизм (как морфологический, так и хромосомный) гораздо сильнее выражен в центральных частях ареала, чем на периферии. Вид укрепляется в центральных, наиболее подходящих для него частях ареала до тех пор, пока он не сможет постепенно, развивая ряд полиморфизмов (путем дизруптивного отбора), начать проникать в новые ниши, получая, таким образом, возможность еще более эффективно использовать свою среду. В периферических районах основные факторы жизни гораздо менее благоприятны, поэтому популяции, сумевшие здесь обосноваться, специфически приспособлены к одной или нескольким субнишам. Такие популяции обычно испытывают жесткий отбор на приспособленность к экологическим условиям, имеющимся в новых областях. Периферические изоляты малы и поэтому подвержены дрейфу генов. Количество гомозиготных организмов в таких популяциях велико вследствие инбридинга [9]. Периферические изоляты возникают все время, тогда как основная масса вида, занимающая центральные части ареала, остается хорошо приспособленной к условиям, на которые она подвергалась отбору. Генетическая структура колонии основателей, как правило, несколько отличается от генетической структуры родительской популяции. Это может быть вызвано либо случайными причинами (дрейф генов), либо тем, что лишь некоторые генотипы способны существовать в новой области. Вся генетическая структура изолята должна подвергнуться перестройке, прежде чем в ней вновь установится равновесие. Кроме того, тенденция к гомозиготизации будет способствовать отбору гомозиготных генотипов, узко приспособленных к ограниченному, а значит и более специфическому комплексу внешних условий. В родительской же популяции, напротив, преобладает гетерозиготность, обеспечивая каждой особи широкую приспособленность к различным нишам центрального района. Согласно теории генетической революции, значительные преобразования в периферических изолятах сильно ограничены во времени и пространстве.

Э. Майр [5] приходит к выводу, что утрата периферическими изолятами генетической информации не во всех случаях вредна, так как под действием инцухта большое число рецессивных генов будет подвергаться действию отбора. Утрата генетической изменчивости резко уменьшает генетический груз и обеспечивает выжившей популяции «хороший старт». Уайт [5] считал, что в периферических изолятах снижается генетический гомеостаз, эволюционная инерция. Поэтому они способны использовать эволюционные изменения более эффективно, чем популяции из «застывшего» центра вида. Наконец, будучи в основном мономорфными, они легче могут включать в себя новые вариации кариотипа. Следовательно, с помощью интрогрессивной гибридизации мы можем быстро получить нужные нам формы и подойти к сортоводству в лесной селекции. Наконец, мы можем отобрать устойчивые популяции, наиболее ценные для хозяйственного разведения в определенных экологических условиях.

Итак, в качестве исходного материала для селекции, изучения процессов микроэволюции (ни в коей мере не умаляя значения плюсовых деревьев) мы можем использовать и минусовые деревья, а также периферические изоляты как в качестве самостоятельных селекционных единиц, так и одного из компонентов для скрещивания.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. Л. Богданов. Тополя и их культура. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965. [2]. Н. И. Вавилов. Основные задачи советской селекции растений и пути их осуществления. В кн.: «Избранные труды», т. 5, изд-во «Наука», М.—Л., 1965. [3].

Н. И. Вавилов. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Изд-во «Наука», Л., 1967. [4]. Н. И. Вавилов. Линнеевский вид как система. Изд-во «Наука», Л., 1967. [5]. Э. Майр. Популяции, виды и эволюция. Изд-во «Мир», М., 1974. [6]. С. А. Мамаев. Материалы по внутривидовой изменчивости и систематике растений. Труды Института экологии растений и животных, вып. 60, Свердловск, 1968. [7]. С. А. Мамаев. Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений. Труды Института экологии растений и животных, вып. 64, Свердловск, 1969. [8]. С. А. Мамаев. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. Изд-во «Наука», М., 1972. [9]. Л. Меттлер, Т. Грегг. Генетика популяций и эволюция. Изд-во «Мир», М., 1972. [10]. Л. Ф. Правдин. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. Изд-во «Наука», М., 1964. [11]. А. Л. Тахтаджян. Основы эволюционной морфологии покрытосеменных. Изд-во «Наука», М.—Л., 1964. [12]. И. И. Шмальгаузен. Проблемы дарвинизма. Изд-во «Наука», Л., 1969.

Поступила 14 июня 1974 г.

УДК 581.144.2

НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

М. И. КАЛИНИН

Львовский лесотехнический институт

Рассмотрен способ определения протяженности скелетных корней первого порядка, общей протяженности каждого корня со всеми его ответвлениями, проекции корневой системы на поверхность почвы и др. без полной их раскопки. Этот способ основан на изучении закономерностей в строении корней древесных пород.

Повышению эффективности многих лесохозяйственных мероприятий может способствовать организация их с учетом строения и развития корневых систем деревьев в насаждениях. Однако большая трудоемкость работ по исследованию корневых систем сдерживает возможность практического использования этих данных.

В связи с этим для практики лесного хозяйства особую актуальность приобретает разработка метода исследования корневых систем, который позволил бы получить необходимые характеристики при относительно небольших затратах труда и времени. Это было бы полезно как для практики хозяйства, так и для научных исследований.

Мы начали с установления некоторых закономерностей в строении корней и корневых систем, выявленных при исследовании насаждений сосны обыкновенной в условиях западных областей УССР. Исследования выполнены на 5 пробных площадях в насаждениях разного возраста (14—41 год). Для анализа корневых систем была проведена полная раскопка корней 28 модельных деревьев. В строении корневых систем в целом и отдельных корней были найдены некоторые, ранее не изученные особенности.

Выявлена определенная взаимосвязь между отдельными элементами корня: диаметром у основания и протяженностью скелетного корня первого порядка, диаметром у основания и общей протяженностью корня со всеми его скелетными ответвлениями (табл. 1).

Как видим, между диаметром корня и его длиной существует умеренная и значительная связь [1]. Относительно низкие показатели коэффициентов корреляции говорят о высокой степени варьирования отношений длины корня к его диаметру, то есть данному диаметру могут соответствовать довольно различные показатели длины корня.

Таблица 1

Возраст насаждения, лет	Тип условий местобитания	Состав насаждения	Полнота	Показатели тесноты связи между диаметром корня у его основания и					
				длиной корня			общей протяженностью корня с его ответвлениями		
				r	m_r	t	r	m_r	t
14	C ₃	9С1Д	1,0	0,43	0,27	1,6	0,97	0,02	48,5
14	C ₃	8С2Д	0,8	0,57	0,14	4,1	0,90	0,08	11,2
24	B ₃	10С	0,8	0,63	0,11	5,7	0,95	0,02	47,5
24	B ₃	10С	1,0	0,58	0,17	3,4	0,96	0,02	48,0
41	B ₃	10С	0,8	0,61	0,13	4,7	0,72	0,10	7,2

Примечание. r — коэффициент корреляции; m_r — его ошибка; t — достоверность.

Несколько иное положение наблюдаем в характере взаимосвязи между диаметром корня и его общей протяженностью. Здесь коэффициент корреляции имеет значение от 0,90 до 0,97 и только на пробной площади для 41-летнего насаждения он составляет 0,72, что говорит о наличии тесной и очень тесной связи. Высокие показатели тесноты связи в сочетании с графическим анализом экспериментальных данных показали, что зависимость между этими элементами прямолинейна и может быть выражена уравнением прямой линии. В результате математической обработки данных (способом наименьших квадратов) получены следующие уравнения:

для пробных площадей 14-летнего возраста

$$y = 0,67x - 4,1; \quad (1)$$

для пробных площадей в насаждениях 24-летнего возраста

$$y = 0,37x - 1,5; \quad (2)$$

для пробной площади в насаждении 41-летнего возраста

$$y = 0,43x + 0,53, \quad (3)$$

здесь y — общая протяженность корня с его ответвлениями, m ;
 x — диаметр корня у его основания, мм.

Коэффициент корреляции между опытными и выравненными значениями — 0,97.

Таблица 2

Относительная длина корня	M	m_M	P	t
0,1	57,9	2,2	3,8	26,0
0,2	35,1	1,2	4,7	21,1
0,5	19,1	1,2	6,5	15,3
0,7	11,7	1,0	8,7	11,6
0,9	4,9	0,3	5,7	17,5

Примечание. M — отношение диаметра корня на соответствующей его относительной длине к диаметру основания, %; m_M — ошибка M ; P — показатель точности опыта; t — показатель достоверности M .

Вторая особенность строения корней вытекает из данных табл. 2, где представлены отношения диаметров за соответствующих относительных длинах горизонтальных корней к диаметру у их основания (коэффициенты формы). Показатели таблицы свидетельствуют о том,

что отношения диаметров корня на указанных относительных длинах корня вполне достоверны*.

На показатели указанных отношений диаметров стержневых корней некоторое влияние оказывает густота насаждения (табл. 3).

Таблица 3

Относительная длина корня	Коэффициенты формы стержневых корней M при густоте насаждения в возрасте 14—24 лет, тыс. шт. на 1 га							
	6,8				2,4—3,4			
	M	m_M	P	t	M	m_M	P	t
0,1	86,3	3,5	4,1	24,6	65,4	11,7	17,9	5,6
0,2	65,1	6,5	10,1	9,9	38,9	9,4	24,2	4,1
0,5	33,0	8,8	26,7	3,6	21,6	5,0	23,0	4,3
0,7	14,0	2,7	18,6	2,2	12,3	2,5	20,5	4,9
0,9	6,7	2,6	38,9	2,6	7,5	1,9	25,7	3,9

На основании рассмотренных особенностей строения корней сосны обыкновенной предлагается упрощенный метод исследования корневых систем древесных пород, который заключается в следующем.

1. Приближенную протяженность горизонтального корня рассчитывают в зависимости от возраста насаждения по формулам (1), (2), (3). Для этого необходимо раскопать корни у основания ствола дерева и определить их диаметры.

2. Длину скелетного горизонтального корня определяют исходя из данных табл. 3. Для этого при раскопке корня устанавливают, на какой длине отрезка корня диаметр его будет составлять величину, равную коэффициенту формы для относительной длины корня 0,1. Полученная длина отрезка корня, умноженная на 10, дает искомую приближенную длину данного корня. Например, диаметр корня у основания 8,5 мм. Раскопкой корня и последовательными замерами его диаметра необходимо определить, на какой длине отрезка корня его диаметр будет равен 57,9% (табл. 2) от 8,5 мм, то есть 4,9 мм. Предположим, что такой диаметр будет на расстоянии 54 см от основания корня. Следовательно, длина данного корня будет составлять 540 см.

3. Аналогично определяют длину стержневого корня с учетом густоты насаждения (табл. 3).

4. Если показатель общей протяженности корня со всеми его ответвлениями (п. 1) разделить на длину основного корня первого порядка (п. 2), то получим показатель, характеризующий степень развития данного корня. Понятие «степень развития» в данном случае включает в себя степень разветвленности корня в сочетании с протяженностью его ответвлений.

Таким образом, рекомендуемая методика позволяет получить приближенные данные, характеризующие наиболее важные элементы корневой системы дерева: общую протяженность скелетных корней, протяженность каждого горизонтального корня первого порядка, показатель, дающий представление о степени развития каждого горизонтального корня, и ориентировочную протяженность стержневого корня. Кроме того, если на схему в определенном масштабе и соответствующем направлении нанести величины длин горизонтальных корней, то легко можно определить площадь проекции горизонтальных корней на по-

* Понятие относительной длины корня нами взято по аналогии с понятием относительной высоты ствола по В. К. Захарову [2].

верхность почвы, которая является наиболее приемлемым выражением площади корневого питания дерева.

Дальнейшее накопление экспериментальных данных о характере взаимосвязей между элементами корней позволит усовершенствовать методику, расширить зону ее применения и увеличить точность получаемых данных.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. М. Л. Дворецкий. Пособие по вариационной статистике. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1971. [2]. В. К. Захаров. Таксация леса, М., 1967.

Поступила 25 января 1974 г.

УДК 581.1

БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ ПОДРОСТА СОСНЫ НА ПОРАЖЕНИЕ ФИТОБОЛЕЗНЯМИ*

Г. Т. КРНИЦКИЙ

Львовский лесотехнический институт

Поражение подростка сосны фитоболезнями приводит к существенному изменению его биоэлектрической активности. Резко уменьшается величина биопотенциалов. Нарушается характер суточной периодичности БЭП. У сосенок, пораженных шютте, изменяется диаграмма распределения биопотенциалов по высоте стволиков. Полученные результаты свидетельствуют о наличии связи метаболических потенциалов с жизненностью растений и возможности использования их для диагноза состояния подростка, пораженного фитоболезнями.

Вопрос о применении медленно изменяющихся биоэлектрических потенциалов (БЭП) для решения конкретных лесоводственных задач является спорным. Экспериментальных данных в этом направлении накоплено мало. Только в отдельных работах ([2—4], [7—10] и др.), выполненных на разном методическом уровне и с разной целевой направленностью, отмечается возможность практического использования БЭП.

Настоящая работа посвящена изучению метаболических потенциалов [5] больного и здорового подростка сосны с целью определения биоэлектрической реакции растений на понижение их жизненности и установления биоэлектрическим методом диагноза состояния подростка, пораженного фитоболезнями.

Исследования проводили на стационаре кафедры лесоводства Львовского лесотехнического института, расположенном в Ивано-Франковском уездхоззаге Львовской области. Объектом исследования послужила лесосека семенно-лесосечной двухприемной рубки, последний прием которой выполнен зимой 1967/68 гг. Тип условий местопроизрастания — свежий сугрудок (C_2); ассоциация — *Pinetum querceto-carpinetum corillosum*. Почва дерново-слабоподзолистая супесчаная на глинистых песках водно-ледникового происхождения. На лесосеке имеется удовлетворительное возобновление сосны и дуба, в основном 4—7-летнего возраста. Подрост сосны, как правило, хорошо развит. Однако среди здоровых растений встречаются экземпляры, пораженные фитоболезнями, чаще всего шютте (*Lophodermium pinastri* Chev.) и реже — опенком осенним (*Armillaria mellea* (Vahl.) Quel.).

* Работа выполнена под руководством доктора сельскохозяйственных наук, проф. Н. М. Горшенина.

Таблица 1

Показатели	$M \pm m$	σ	$V, \%$	$Lim_{обср}$	$t_{ф}$	$t_{0,95}$
Высота в 1972 г., см	$44,3 \pm 1,5$ $47,7 \pm 1,4$	$10,79$ $10,68$	24,4 22,4	41,3—47,3 44,9—50,5	1,89	1,96
Прирост по высоте за 1972 г., см	$18,0 \pm 0,6$ $17,0 \pm 0,7$	4,42 5,20	24,5 30,6	16,8—19,2 15,6—18,4	1,09 5,11* 12,74**	1,96 2,01* 2,00*
Прирост по высоте за 1973 г., см	$22,7 \pm 0,8$ $9,1 \pm 0,3$	5,51 2,43	24,3 26,7	21,1—24,3 8,5—9,7	16,00	1,96
Диаметр у корневой шейки в 1973 г., мм	$14,2 \pm 0,5$ $12,6 \pm 0,5$	3,78 3,48	26,6 27,6	13,2—15,2 11,8—13,4	2,25	1,96
Длина хвои в 1973 г., см	$5,9 \pm 0,1$ $4,0 \pm 0,1$	0,87 0,88	14,7 22,1	5,8—6,0 3,8—4,1	19,30	1,96
Вес 1000 хвоинок в 1973 г., г	$12,79$ $4,67$	—	—	—	—	—

Примечание. В числителе данные для здорового подростка; в знаменателе — для пораженного. $Lim_{0,95}$ — интервал изменения средней величины для 95%-ного уровня вероятности; $Lim_{обср}$ — то же для средней разности; $t_{ф}$ — фактическое значение критерия существенности; $t_{0,95}$ — теоретическое; * — для здорового подростка; ** — для пораженного.

Таблица 2

Модели	Высота в 1972 г., см	Прирост по высоте, см		Диаметр у корневой шейки в 1973 г., мм	Вес 1000 хвоинок в 1973 г., г	Длина хвоинок в 1973 г., см
		в 1972 г.	в 1973 г.			
Здоровые	45,6	17,9	31,9	15,6	19,81	7,09
Пораженные шютте оленком	48,2	17,6	6,8	14,8	5,00	3,93
	48,4	18,6	23,1	13,9	6,29	3,73

Особенно сильно подрост сосны пострадал от шютте летом 1972 г., в результате в апреле — мае 1973 г. у части сосенок практически полностью опала прошлогодняя хвоя и в их развитии и росте произошли существенные изменения. Так, прирост по высоте за 1973 г. у пораженного подростка оказался в 2,5 раза, длина хвои в 1,5 раза, а вес хвоинок в 2,7 раза меньше, чем у здорового (табл. 1). В 1973 г. у больших экземпляров резко уменьшилась энергия прироста по высоте по сравне-

нию с 1972 г., в то время как в здоровых она существенно возросла (табл. 1 и 2). Значительно снизилось накопление биомассы и у сосенок, зараженных опенком осенним (табл. 2).

Для проведения биоэлектрических исследований на лесосеке были подобраны здоровые и больные 6-летние экземпляры подростка сосны. В целях исключения влияния других факторов на результаты исследования модели подбирали так, чтобы до 1973 г. (год заболевания) они развивались практически одинаково. Из табл. 1 и 2 видно, что в 1972 г. не было существенной разницы между высотами и приростами по высоте больных и здоровых моделей. Близки и средние диаметры у корневых шеек. Несколько меньшее значение этого показателя у пораженных растений вызвано, по-видимому, менее интенсивным приростом по диаметру в 1973 г.

Биоэлектрическую активность подобранных моделей изучали двумя способами: экспресс-методом и способом длительной записи БЭП*. В первом случае для проведения опытов брали статистически достоверное количество растений, во втором — по три модели на каждую изучаемую группу подростка. Регистрирующим прибором при экспресс-измерениях служил несколько переделанный полевой высокоомный милливольтметр ППМ-03М1; для записи БЭП использовали пятиканальный самопишущий биопотенциалметр, созданный в ЛЛТИ, и двухканальный самописец биопотенциалов, сконструированный на основании схемы И. В. Рутковского и А. И. Лобова [6]. В качестве датчиков были использованы неполяризующиеся хлорсеребряные электроды с двумя переходными мостиками: соевым (0,9%-ный раствор NaCl) и агаровым (3%-ный раствор агар-агара на 0,9%-ном NaCl). Контакт электродов с растениями осуществлялся через марлевые жгуты, постоянно смачиваемые 0,05%-ным раствором NaCl. Точками присоединения электродов были взяты корневая шейка и вершина прироста по высоте предпоследнего (1972) и последнего (1973) годов («к. ш. — в. 72» и «к. ш. — в. 73»). Ранки в местах снятия БЭП наносили до уровня феллодермы.

Результаты исследования биоэлектрической активности подростка сосны приведены в табл. 3 и на рис. 1.

Таблица 3

Год прироста	$M \pm m$	σ	V, %	Lim_{05cp}	Lim_{05p}	t_{ϕ}	t_{σ}
1973	$49,4 \pm 2,2$	$\frac{15,70}{12,05}$	$\frac{31,8}{79,3}$	$45,0-53,8$	—	12,81	1,96
	$14,8 \pm 1,6$			$11,6-18,0$	$13,2-17,4^*$ $1,7-5,1^{**}$	$14,53^*$ $4,10^{**}$	$2,010^*$ $2,00^{**}$
1972	$34,2 \pm 1,3$	$\frac{9,26}{9,82}$	$\frac{27,0}{53,7}$	$31,6-36,8$	—	8,83	1,96
	$18,3 \pm 1,3$			$15,7-20,9$			

Примечание. В числителе данные для здорового подростка; в знаменателе — для пораженного. Измерения выполнены 2 августа 1973 г. Обозначения те же, что в табл. 1.

Как видно из табл. 3, биопотенциалы точек «к. ш. — в. 73» и «к. ш. — в. 72» у здоровых сосенок соответственно в 3,3 и в 1,9 раза больше, чем у пораженных шютте. При этом все здоровые растения в дневное время проявляли положительную биоэлектрическую активность. У отдельных

* Биоэлектрические потенциалы сосен, пораженных опенком, ввиду их малого количества, изучали только с помощью самописцев.

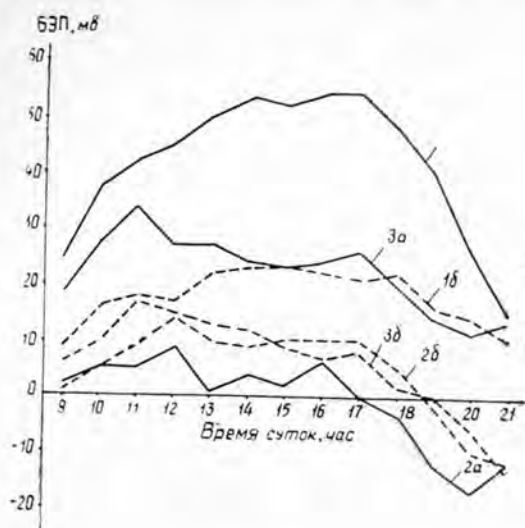


Рис. 1. Динамика биопотенциалов здорового и пораженного фитоболезнями подроста сосны. Запись проведена 18 августа 1973 г. При записи БЭП в другие дни получены аналогичные результаты.

1 — здоровое растение; 2 — пораженное шюitte; 3 — пораженное оленком оленним; а — «к. ш. — в. 73»; б — «к. ш. — в. 72».

же экземпляров больного подроста (8,9%) были зафиксированы отрицательные биопотенциалы. Коэффициент вариации БЭП сосенок, пораженных шюitte, значительно (в 1,9—2,5 раза) больше, чем у здоровых, что указывает на высокую дифференциацию больных растений по жизнестойкости, хотя по внешним морфологическим признакам они мало отличаются друг от друга.

У сосенок, больных шюitte, изменяется и характер распределения БЭП по высоте стволиков. Если у здоровых растений максимальные значения биопотенциалов фиксируются между корневой шейкой и вершиной прироста по высоте за последний (1973) год, а в точках «к. ш. — в. 72» величины БЭП резко падают, то у подроста, пораженного шюitte, наоборот, большие значения биопотенциалов наблюдаются между корневой шейкой и вершиной растений предпоследнего (1972) года. В точках же «к. ш. — в. 73» они оказались существенно меньше.

Следовательно, наибольшие различия между величинами БЭП здоровых и больных растений фиксируются при измерении биопотенциалов в точках: корневая шейка — вершина прироста по высоте последнего года. С перемещением верхнего электрода вниз по стволику они сглаживаются. Из этого можно сделать вывод, что данные точки являются оптимальными для определения состояния подроста биоэлектрическим методом.

Анализ записей БЭП здоровых и пораженных шюitte моделей подроста сосны полностью подтверждает закономерности, установленные для этих групп подроста при изучении биопотенциалов экспресс-методом (рис. 1). Одновременно он свидетельствует о больших различиях в дневной динамике БЭП здоровых и больных растений. В биоэлектрической активности последних отсутствует длительный, хорошо выраженное суточное плато БЭП (биопотенциалы в этот период наибольшие по величине), которое у здоровых сосенок в условиях запада Украины длится с 12—13 до 17—18 час. Максимум БЭП у пораженных растений сдвигается на утренние часы. В дальнейшем величины биопотенциалов у них падают и к концу дня становятся отрицательными.

Наибольшая разница в амплитудах БЭП здорового и больного подроста наблюдается в дневное время с 12—13 до 17—18 час. В этот

период они отличаются и наибольшей стабильностью по величине. Поэтому указанные часы наиболее благоприятны для изучения БЭП экспресс-методом разных по состоянию растений.

Биоэлектрическая активность подростка, пораженного опенком (рис. 1), аналогична. У больных растений также уменьшается величина БЭП, отсутствует длительное дневное плато биопотенциалов, их максимум сдвигается на утренние часы и т. д. В отличие от сосенок, пораженных шютте, у экземпляров подростка, больных опенком, не изменяется только распределение БЭП по высоте стволиков. Оно остается таким же, как у здоровых растений.

Это различие в биоэлектрической активности подростка, больного шютте и опенком, объясняется, по-видимому, различным характером воздействия болезней на растения. Шютте поражает хвою, уменьшая, в первую очередь, ассимиляционную деятельность сосенок. Опенком же повреждает корневую систему. Ассимиляционная способность хвои еще долгое время остается высокой. Иногда, при резком протекании болезни, хвоя не успевает даже пожелтеть и опадает зеленой после полной гибели растений. Следовательно, шютте и опенком по-разному ослабляют растения, вызывая специфические неоднородные нарушения жизненных процессов по высоте стволиков, что, в свою очередь (поскольку БЭП есть результат обмена веществ [1]), обуславливает различное вертикальное распределение БЭП.

Таким образом, поражение подростка сосны фитоболезнями приводит к существенному изменению его биоэлектрической активности, что свидетельствует о наличии связи метаболических потенциалов с жизненностью растений и возможности использования их для оценки состояния подростка. Внутренними причинами, обуславливающими изменение биоэлектрической активности пораженного подростка, являются нарушения исторически сложившихся в растениях процессов метаболизма. В этом мы видим объективную основу возможности применения БЭП для решения лесохозяйственных задач.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Биоэлектрические потенциалы. Гагрские беседы, т. 1, изд. АН Грузинской ССР, Тбилиси, 1949. [2]. Н. М. Горшенин, Г. Т. Криницкий, И. П. Савич. Влияние травяного покрова вырубок на возобновление бука европейского и методы определения жизнестойкости подростка. Журн. «Лесоведение» № 4, 1972. [3]. Р. А. Коловский. О механизме корневой конкуренции. Журн. «Лесоведение» № 1, 1968. [4]. Р. А. Коловский, В. В. Фуряев, А. А. Коловский. Биоэлектрические потенциалы сосен, поврежденных пожаром. Журн. «Лесоведение» № 5, 1971. [5]. Д. Л. Рубинштейн. Общая физиология. Медгиз, 1947. [6]. И. В. Рутковский, А. И. Лобов. Прибор для непрерывной регистрации БЭП в полевых условиях. Журн. «Электронная обработка материалов» № 4, 1970. [7]. И. В. Рутковский. Биоэлектрическая активность тополей разного физиологического состояния в суточном и сезонном ритмах. Журн. «Лесоведение» № 1, 1973. [8]. Д. В. Соколов. Опыт определения электрического напряжения в тканях древесных растений. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1960. [9]. Р. Г. Шеверножук. Биоэлектрическая активность ели в насаждении и методика ее измерения. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1968. [10]. T. Parf. Voltage gradients in tree indicator of susceptibility to insect attack. J. Forestry, v. 6, № 4, 1943.

Поступила 21 июня 1974 г.

УДК 634.0.114.13

**ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ
И ОСОБЕННОСТИ ИХ ЛЕСОКУЛЬТУРНОГО ОСВОЕНИЯ**

В. П. ЗЕНЦОВ

Брянский технологический институт

Приведены результаты исследований воздушного режима выработанных торфяников в течение двух вегетационных периодов (1970—1971 гг.). На основании изучения содержания почвенного воздуха и окислительно-восстановительного потенциала сделан вывод о неудовлетворительном воздушном режиме в условиях выработанных торфяников. Поэтому при создании лесных культур в этих условиях агротехнические мероприятия должны быть направлены на увеличение аэрации верхних горизонтов торфа.

Воздушный режим почвы — важнейший фактор, определяющий деятельность корневых систем древесных пород. Наибольшее значение для снабжения корневых систем кислородом имеет почвенный воздух. По данным Б. Г. Гейтмана и Х. А. Писарькова [4], для нормального развития растений воздухоемкость почвы должна быть в пределах 12—24% от объема пор.

Содержание почвенного воздуха зависит от скважности и влажности почвы, поэтому в условиях избыточного увлажнения воздуха в почве незначительное количество и он имеет неблагоприятный состав. Доля CO_2 в воздухе торфяных почв составляет от 0,1 до 5—8% [1—3], то есть намного больше, чем в атмосфере (0,03%); содержание же O_2 значительно меньше нормального количества в атмосферном воздухе (20,93%).

И. А. Муромцев [6], ссылаясь на исследования Бойнтонна, указывает, что при снижении содержания O_2 в почвенном воздухе до 10—15% рост корней подавляется, а при 5% вообще прекращается.

По данным Люндегорда [5], оптимальный рост корней наблюдается при концентрации CO_2 в почве не выше 1—2%. Б. В. Бабилов [1] считает, что при концентрации кислоты в почвенном воздухе 2—3% создается своеобразный биологический барьер, препятствующий проникновению корней вглубь, а при концентрации 5—7% рост корней прекращается.

В связи с тем, что лесокультурное освоение выработанных торфяников не всегда успешно, мы изучали их лесорастительные свойства. Исследования проводили в течение 1970—1971 гг. на осушенных выработанных торфяниках низинного типа «Чистое» и «Пальцо» Брянской области. Наряду с физико-химическими, водно-физическими свойствами, изучали водный и воздушный режимы.

Объемный вес определяли весовым методом с 3-кратной повторностью, удельный вес — пикнометрически с 5-кратной повторностью. Порозность вычисляли по объемному весу и удельному весу твердой фазы исследуемых почв. Содержание почвенного воздуха устанавливали по разности между порозностью и полевой влажностью почвы в объемных процентах, содержание CO_2 и O_2 определяли в полевых условиях газоанализатором ГХП-3М. Для характеристики окислительно-

восстановительных условий замеряли окислительно-восстановительный потенциал потенциометром ППМ-0,3.

Результаты исследований содержания почвенного воздуха в почвах выработанного торфяника «Чистое» представлены в табл. 1. Анализ показывает, что наибольшее содержание почвенного воздуха наблюдается в верхнем 10—20-сантиметровом торфяном слое (4—76% от объема пор). Объясняется это тем, что наибольшей изменчивости в содержании влаги подвержены самые верхние слои торфяных почв: от состояния полного насыщения (100% от полной влагоемкости) до крайнего недостатка (влажность меньше одинарной максимальной гигроскопичности). Содержание воздуха в верхних торфяных горизонтах тесно связано с количеством выпавших осадков. В горизонтах ниже 10—20 см такой связи не наблюдается, так как нижние слои торфяных почв перенасыщены влагой большую часть вегетационного периода и колебания их влажности (а следовательно, и содержания воздуха) зависят главным образом от динамики уровней грунтовых вод.

Изучение динамики полевой влажности показало, что у выработанных торфяников маломощных наиболее насыщен водой слой торфа, залегающий на глубине 20—55 см. Слои, расположенные выше и ниже, удерживают и накапливают значительно меньше влаги. В торфяно- и торфянисто-глеевых почвах наибольшее количество влаги аккумулируется в верхнем торфяном слое. Поэтому в условиях выработанных торфяников на воздушный режим существенно влияет мощность торфа. В торфянике маломощном содержание воздуха в горизонте 0—20 см выше, чем в торфянисто-перегнойно-глеевой почве, в горизонтах же на глубине 20—50 см воздуха значительно меньше.

Из табл. 1 видно, что в отдельные периоды почвенный воздух содержится в незначительном количестве или отсутствует полностью с глубины 20—30 см. Определение содержания почвенного воздуха на выработанном торфянике «Пальцо» низинного типа в 1971 г. дало аналогичные результаты (табл. 2).

Таблица 2

Лесхоз, лесничество	Квар- тал	Название почвы	Знак гори- зонта	Глубина взятия образцов, см	Скваж- ность, %	Содержание воздуха, %			
						27 июня	27 июля	27 августа	27 сентяб- ря
Карачевский лесхоз, Желтоводское лесничество	48	Торфяно- перегнойно- глеевая	T	0—10	77,6	7,1	0,6	24,2	28,6
			T	10—20	16,5	0	0	7,3	0,6
			A ₁	20—30	36,3	12,4	2,2	0	0
	48	Торфяник мощный, низинный	T ₁	0—10	83,0	34,2	0	47,9	7,0
			T ₁	20—30	77,6	0	0	0	0
			T ₂	40—50	73,4	0	0	0	0
47	То же	T ₃	70—80	76,5	0	0	0	0	
		T ₁	0—10	88,1	27,9	54,5	73,1	46,1	
		T ₁	20—30	88,5	15,3	0	40,2	34,2	
			T ₁	40—50	64,0	0	0	2,0	11,3

Довольно часты случаи, когда под слоем почвы, не содержащим воздуха, находится слой со значительным его содержанием. В большей части это связано с различной влагоемкостью торфа по вертикальному профилю. Следующая причина повышенного содержания воздуха в нижних слоях — «защемление» его во время выпадения осадков при подъеме грунтовых вод [3].

Содержание CO₂ и O₂ в почвенном воздухе существенно изменяется с глубиной по почвенному профилю. Так, например, в июне на глу-

бине 40 и 60 см концентрация CO_2 в торфянике маломощном достигала соответственно 1,6 и 2,2%, а кислорода 18,8 и 17,6%. В торфянисто-перегнойно-глеевой почве на глубине 40 см содержание в почвенном воздухе CO_2 составило 1,0% и кислорода 19,4%, а на глубине 20 см соответственно 0,2 и 20,6%. Таким образом, чем меньше мощность остаточного слоя торфа, тем лучше качественный состав почвенного воздуха.

Результаты исследования окислительно-восстановительных процессов в выработанных торфяниках показывают преобладание восстановления. Величина окислительно-восстановительного потенциала колеблется в пределах 150—250 мв. Изучение его динамики позволяет сделать вывод о неудовлетворительном воздушном режиме в условиях выработанных торфяников.

В целом отсутствие почвенного воздуха или недостаточная обеспеченность им — одна из главных причин поверхностного развития корневых систем у лесных культур. Как показали исследования, сосна не имеет главного корня, корни проникают на глубину до 30 см, а основная масса (до 80%) расположена в верхнем 10-сантиметровом слое. Поверхностное развитие корневых систем и в связи с этим ограниченный объем питания при незначительном содержании питательных веществ (аммиачного азота — 2—4 мг на 100 г почвы, подвижного фосфора до 10 мг на 100 г почвы, обменного калия до 15 мг на 100 г почвы) отрицательно сказываются на росте и развитии культур на выработанных торфяниках и могут быть главными причинами их гибели.

Поэтому при создании лесных культур на таких почвах агротехнические мероприятия должны быть направлены на увеличение аэрации верхних горизонтов торфа (до глубины 40—50 см).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. В. Бабиков. Состав воздуха торфяных почв и его влияние на рост культур сосны. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1963. [2]. Б. В. Бабиков. Влияние аэрации лесной почвы на состав почвенного воздуха. Журн. «Лесоведение» № 1, 1971. [3]. С. Э. Вомперский. Биологические основы эффективности лесоосушения. Изд-во «Наука», М., 1968. [4]. Б. Г. Гейтман, Х. А. Писарьков. Осушение сельскохозяйственных земель. Сельхозгиз, М., 1955. [5]. Б. Н. Макаров, В. Б. Мацкевич. Методы определения состава почвенного воздуха и интенсивности газообмена между почвой и атмосферой. В кн.: «Физико-химические методы исследования почв», изд-во «Наука», М., 1966. [6]. И. А. Муромцев. Активная часть корневой системы плодовых растений. Изд-во «Колос», М., 1969.

Поступила 18 апреля 1974 г.

УДК 634.0.284

К ВОПРОСУ О НАГРУЗКЕ ПОДСАЧИВАЕМЫХ ДЕРЕВЬЕВ БЕРЕЗЫ*

В. П. РЯБЧУК

Львовский лесотехнический институт

Исследованы оптимальная нагрузка и размеры подсочных отверстий при получении березового сока. Установлено, что отверстия по глубине должны быть 4—5 см, по диаметру — 1,8—2,0 см. Количество подсочных отверстий зависит от диаметра деревьев, их роста, развития и длительности подсочки.

Несмотря на широко развернувшуюся промышленную подсочку березы, в литературе до сих пор нет научно обоснованных рекомендаций нагрузки на одно дерево и параметров подсочных отверстий. Имеющиеся сведения разноречивы [1—11].

Для установления оптимальной нагрузки на дерево и параметров подсочных отверстий в Ивано-Франковском учлесхоззаге была заложена постоянная пробная площадь. Тип условий местопрорастания С₂, класс бонитета Ia, полнота 0,8, диаметр 18—35 см, высота 20—30 м, возраст 40—70 лет, состав 7Б2Бк1Гр, ед. С. Пробная площадь была разбита на две секции. На деревьях первой секции высверливали отверстия глубиной 1—6 см (не считая коры) и диаметром 1—3 см. На опытных деревьях второй секции в зависимости от диаметра высверливали от 1 до 6 отверстий.

Выход сока учитывали по каждой модели и отверстию отдельно. Выход сока интенсивно увеличивается при диаметре отверстий

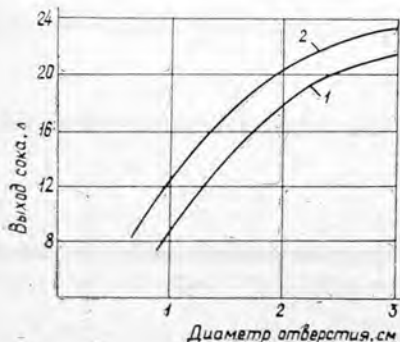


Рис. 1. Зависимость выхода сока от диаметра отверстий.

1 — выход сока при глубине отверстий 3 см; 2 — при глубине 4 см.

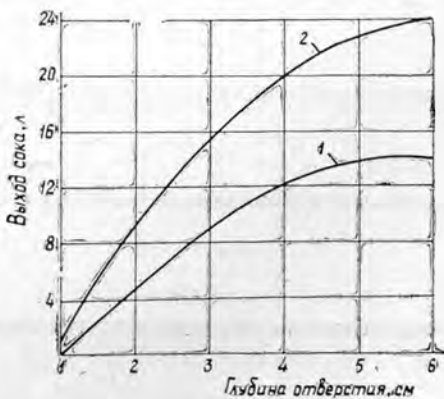


Рис. 2. Зависимость выхода сока от глубины отверстий.

1 — выход сока при диаметре отверстий 1 см; 2 — при диаметре 1,8 см.

* Работа выполнена под руководством канд. сельскохозяйственных наук Ю. Ф. Осипенко.

2—2,5 см, наибольший, как видно из рис. 1, наблюдается при диаметре отверстий 3 см. Подсочные отверстия диаметром 1,8—2,0 см сильно зарастают.

Из анализа кривых, приведенных на рис. 2, видно, что выход сока возрастает с увеличением глубины отверстий. Наибольший выход наблюдается при глубине отверстий 4—5 см.

В табл. 1 показана зависимость выхода сока от нагрузки. Диаметр подсочных отверстий составлял 1,8 см, глубина 5,0 см (не считая толщины коры).

Таблица 1

Количество лет подсочки	Диаметр деревьев, см	Количество отверстий на одном дереве, шт.	Количество деревьев в опыте, шт.	Статистические показатели			
				Выход сока		Коэффициент изменчивости, %	Показатель точности, %
				л	%		
3	20—24	1	192	30,0	100,0	30,0	1,8
3		2	87	46,2	154,0	26,3	2,8
2		3	64	51,9	173,0	29,0	3,6
3	26—30	2	312	41,5	100,0	27,4	1,5
3		3	90	74,4	176,9	27,2	2,9
2		4	46	91,5	220,5	18,9	2,8
3	32—36	3	186	57,3	100,0	21,3	1,6
2		4	56	89,3	156,0	29,4	3,9
2		5	54	123,2	215,0	13,3	1,8
2		6	52	126,2	220,0	23,1	3,2

Если выход сока с деревьев диаметром 20—24 см при одном отверстии принять за 100%, то при двух отверстиях выход составляет 154%, при трех — 174%. Отсюда можно сделать вывод о нецелесообразности сверления на одном стволе более 2—3 отверстий.

Приняв за 100% выход сока с деревьев диаметром 26—30 см при двух отверстиях, при трех отверстиях получим выход 176,9%, при четы-

Таблица 2

Год наблюдения	Диаметр деревьев, см	Количество отверстий на одном дереве	Количество деревьев в опыте, шт.	Выход сока, л	Коэффициент изменчивости, %	Показатель точности, %
1-й	20—24	2	29	51,7 ± 2,33	24,3	4,5
2-й			29	47,0 ± 1,96	25,5	4,2
3-й			29	40,0 ± 1,96	26,4	4,9
Среднее			87	46,2 ± 1,30	26,3	2,8
1-й	26—30	3	30	78,0 ± 3,36	23,6	4,3
2-й			30	68,5 ± 3,79	30,3	5,5
3-й			30	68,0 ± 3,49	29,0	5,3
Среднее			90	73,4 ± 21,1	27,2	2,9
1-й	32—36	4	28	90,0 ± 5,22	30,7	5,8
2-й			28	92,2 ± 4,44	25,5	4,8
Среднее			56	89,3 ± 3,51	29,4	3,9
1-й	32—36	5	27	124,4 ± 3,25	13,6	2,6
2-й			27	122,0 ± 3,11	13,2	2,5
Среднее			54	123,2 ± 2,24	13,3	1,8

рех — 220,5%. Таким образом, в деревьях диаметром 26—30 см следует высверливать не более 3—4 отверстий.

Если выход сока с деревьев диаметром 32—36 см при трех отверстиях принять за 100%, то при четырех отверстиях он составит 157,1%, при пяти — 215% и при шести — 220%. Следовательно, в деревьях диаметром 32—36 см нецелесообразно высверливать свыше 4—5 отверстий.

Бесспорно, что одним из биологических критериев оценки реакции деревьев (в частности, березы) на ранения, наносимые при подсочке, является количество выделяемого сока. Чрезмерно интенсивная нагрузка на растительный организм, переход через пороговый уровень, может вызвать ответную реакцию, заключающуюся в уменьшении выхода сока. Как свидетельствуют данные табл. 2, выход сока в разные годы существенно не меняется. Это объясняется, по-видимому, негодждественными погодными условиями во время соковыделения и различной продолжительностью сезона подсочки. Так, в первый год подсочки соковыделение продолжалось 36 дней, во второй — 33, в третий — 21. В целом достоверной разницы между выходом сока в разные годы не обнаружено.

Насаждения могут подвергаться как краткосрочной, так и долгосрочной подсочке. Под краткосрочной подсочкой мы подразумеваем получение сока на протяжении 1—2 лет, под долгосрочной — на протяжении 3 лет и более. Длительность подсочки березняков обуславливает нагрузку: при краткосрочной подсочке деревья нагружают на 1—2 отверстия больше, чем при долгосрочной. Проведенные исследования дают возможность предложить следующую нагрузку на дерево в зависимости от диаметра деревьев и длительности подсочки:

Таблица 3

Диаметр дерева, см	Количество отверстий при краткосрочной подсочке	Количество отверстий при долгосрочной подсочке
20—24	3	2
26—30	4	3
32—36	6	4

Предлагаемая нагрузка рекомендуется для деревьев, имеющих, как правило, хорошо развитую крону. Такие деревья дают сока значительно больше, чем деревья с менее развитой кроной [8]. Для деревьев, имеющих сравнительно слабо развитые кроны, следует устанавливать на 1—2 отверстия меньше, чем для деревьев соответствующих диаметров с хорошо развитыми кронами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ю. И. Емельянов, И. Н. Рахтеенко. Подсочка березы и получение из ее сока сахаристых веществ и винного спирта. Сборник трудов ЦНИИЛХа «Новое в подсочке леса», № 4, Гослестехиздат, Л., 1936. [2]. В. Н. Колдаев. Прижизненное использование березняков. Журн. «Лесное хозяйство» № 4, 1971. [3]. И. С. Короляк. Методы подсочки березы в лесхозагах Волыни. Тезисы докладов «Опыт комплексного использования лесосырьевых ресурсов», Ивано-Франковск, 1970. [4]. И. С. Короляк, Р. И. Томчук. Подсочка березы и состав березового сока. Реферативный журн. «Лесохимия и подсочка» № 11, 1970. [5]. И. И. Орлов. Подсочка березы и клена. Свердловское книжное изд-во, 1963. [6]. И. И. Орлов. Уральский опыт подсочки березы. Реферативный журн. «Лесохимия и подсочка» № 11, 1970. [7]. Ю. Ф. Осипенко, В. П. Рябчук. Использование зависимости сокопродуктивности березы от некоторых факторов. Тезисы докладов «Опыт комплексного использования лесосырьевых ре-

сурсов», Ивано-Франковск, 1970. [8]. Ю. Ф. Осипенко, В. П. Рябчук. Підсочка берези та залежність виходу соку від деяких факторів. Сб. «Лісівницькі дослідження на Розточчі», изд-во «Каменяр», Львів, 1972. [9]. В. О. Парахоняк. Некоторые результаты исследования подсочки березы в Прикарпатье. Тезисы докладов «Опыт комплексного использования лесосырьевых ресурсов», Ивано-Франковск, 1970. [10]. Д. А. Телишевский. Сбор и использование березового сока. Журн. «Лесное хозяйство» № 6, 1970. [11]. O. Hnizdo. Tezla brezove vody. «Lesnicka prace», 40, № 11, 1961.

Поступила 15 апреля 1974 г.

УДК 634.0.231 : 634.0.4

ВЛИЯНИЕ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ И ПТИЦ НА ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЕЛИ ШРЕНКА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

В. А. ЖИРЯКОВ

Казахский педагогический институт

В результате исследований установлено, что мышевидные грызуны и птицы наносят значительный ущерб лесопитомникам по выращиванию ели Шренка. Приводятся данные о влиянии животных на естественное возобновление ели. Предлагаются методы защиты питомников от грызунов и птиц.

Хвойные леса Тянь-Шаня, состоящие в основном из ели Шренка, имеют исключительное водоохранное, почвозащитное, водорегулирующее и хозяйственное значение. Сохранение и восстановление площади этих лесов — важнейшая народнохозяйственная задача. Поэтому проблема естественного возобновления ели Шренка издавна привлекает внимание ученых и практиков. Результаты проведенных исследований обобщены в ряде работ [5], [4], [7], [1]. Многие авторы указывают, что естественное возобновление ели Шренка протекает крайне неудовлетворительно, вследствие чего лесопокрываемая площадь сокращается [6], [3], [2].

Установлено, что одним из факторов, существенно влияющих на естественное возобновление ели Шренка, является деятельность многочисленных животных, обитающих в хвойных лесах Тянь-Шаня. Влиянию позвоночных животных подвержены все этапы естественного возобновления ели, начиная от развития и созревания семян и кончая подростом. Так, по П. С. Тюрину [10], многочисленные в поясе елового леса мышевидные грызуны уничтожают до 50% семян из сброшенных еловых шишек.

Еще больший ущерб животные наносят ели Шренка при ее искусственном возобновлении. В. П. Орлов [9] отмечает, что в питомниках Нарынского лесничества в 1962 г. птицами повреждено 42% всходов ели. Если учесть, что грунтовая всхожесть семян ели Шренка в питомниках Заилийского Алатау в лучшем случае составляет 31—34% [8], становится очевидным, что посевы в питомниках необходимо охранять от птиц и мышевидных грызунов.

Все изложенное показывает, что деятельность позвоночных животных отрицательно сказывается на результатах естественного и искусственного возобновления ели.

В связи с этим мы изучали некоторые аспекты влияния мышевидных грызунов и птиц на возобновление ели. Работа проводилась в 1969—1971 гг. в Северном Тянь-Шане (хребты Заилийский, Кунгей и Терской Алатау). Поврежденный грызунами подрост учитывали на се-

ми пробных площадях размером 1—1,5 га каждая. Характер повреждений определен на 228 экз. самосева. Исследованиям хода роста подвергнуто 20 моделей. Для определения расхищения семян грызунами заложено 13 пар пробных площадок (по 2 м² каждая) с искусственным посевом на них заданного количества семян ели. Контролем служила площадка, окопанная канавками с ловчими цилиндрами. С целью выяснения возможностей отпада еловых всходов применяли предпосевную обработку семян по методике В. П. Орлова [9] и посев на площадке со снятием травостоя и без снятия.

Мышевидные грызуны начинают поедать еловые семена при массовом опадении их на почву в октябре—ноябре. В 1969 г. только за полтора осенних месяца мышевидные грызуны и птицы уничтожили 16,3% осыпавшихся семян.

Посев семян на открытых и защищенных от доступа «мышей» площадках показал, что на последних всходов оказалось больше на $49,6 \pm 4,4\%$. У появившихся всходов некоторое время на семядолях сохраняются чехлики семени. Зверьки их охотно скусывают, и на месте всходов остаются «торчки». Отпад всходов в результате скусывания мышами на открытых площадках в среднем составил 4,5%. В дальнейшем он был равномерным на обоих участках из-за конкуренции с травостоем, недостатка солнечной радиации, влаги и других факторов.

Количество семян, уничтожаемых на посевах, зависит от времени их прорастания. Чем скорее взойдут семена, тем меньше их будет съедено грызунами. Для ускорения прорастания семян мы проводили их предпосевную обработку путем замачивания в течение суток в теплой воде (35°) и дальнейшего протравливания 0,15%-ным раствором формалина. Предпосевную обработку семян проводили за день перед посевом. При посевах в ельниках оказалось, что в вариантах с сухими семенами всходов на 17,4% меньше, чем в вариантах с обработанными.

Указанный выше значительный отпад еловых всходов в питомниках [9], по-видимому, можно объяснить тем, что птицы (особенно горлицы и голуби) в поисках пищи охотно посещают распаханную землю. Плохо заделанные семена, а впоследствии и всходы, на такой почве хорошо заметны, поэтому птицы склевывают их в первую очередь. Посев семян в площадки со снятым травостоем и с сохранением его показал, что в травяном покрове поврежденных всходов в 1,8 раза меньше. И все-таки их довольно много (8,8%). Этому способствует большая концентрация всходов на небольшом участке (1000 шт. на 1 м²), поэтому животные легко их находят. В природе массовое скопление всходов на ограниченных участках — явление довольно редкое, отыскать в травяном покрове редкие всходы трудно. Об этом свидетельствуют и полученные данные: на 1200 м² учтено 2640 всходов, из них только у 74 (2,8%) скушены семядоли.

Всходы повреждаются грызунами и птицами до момента сбрасывания чехлика семени. Следовательно, до этого времени посеvy необходимо охранять от животных.

Анализ повреждений елового подростa показал, что в возрасте 2 лет и выше он повреждается только мышевидными грызунами. Наибольший вред, причиняемый зверьками, наблюдается на тех участках леса, где преобладают полевки (табл. 1). При недостатке кормов они охотно используют в пищу кору и ветки деревьев и кустарников, а лесные мыши и тяньшанские мышовки — преимущественно семена. Степень вреда от животных зависит от их численности (табл. 1).

Наиболее характерное повреждение грызунами подростa — обгрызание коры стволика (91,2% от общего числа повреждений). Боко-

Таблица 1

Высота над уровнем моря, м	Полнота	Всего подроста, шт./га	Поврежденно подроста, %	Количество зверьков, шт./га	Виды-доминанты и % от общей численности
1640	0,3	244	—	48	Лесная мышь —93
1800	0,8	218	—	32	Лесная мышь —63
2100	Лесосека	194	3,7	64	Тяньшанская и узко-черепная полевки —86
2150	0,7	750	0,4	8	Лесная мышь и тяньшанская мышовка —100
2300	0,9	59	—	16	Тяньшанская мышовка —67
2500	0,1	750	14,0	48	Тяньшанская полевка —83
2620	Лесосека	768	7,5	28	Тяньшанская полевка —100

вые ветки повреждаются редко. Зверьки скусывают вершины побегов не старше 10-летних, при этом высота стволика в среднем не превышает 15 см. Повреждение боковых ветвей на жизнеспособности подроста сказывается незначительно, тогда как декапитация верхушечной ростовой почки влечет за собой в некоторых случаях многовершинность или искривление стволика. Кора повреждается не только у корневой шейки, а по всей высоте стволика (максимальная высота 55 см) в основном в зимний период и чаще всего только с одной стороны. Полного кольцевания стволика не отмечено. Поэтому и отпад подроста из-за обгрызания коры несущественный (1,4%).

Мышевидные грызуны повреждают и еловые культуры. Нами обследованы три участка этих культур, высаженных трехлетними саженцами.

В первый год после посадки грызунами повреждено 3,3% саженцев. Главное повреждение, так же, как и у естественного подроста, — обгрызание коры стволика (1,9% от общего числа саженцев). У культур также отмечена декапитация вершин (0,9%). Частичный отпад саженцев (0,5%) происходит из-за оголения корней. В зимний период мыши в поисках корма продельвают на поверхности почвы ходы, обнажая корневую систему. Даже незначительное оголение корней в молодом возрасте приводит если не к гибели, то к суховершинности [11].

Установлено, что поврежденные саженцы несколько отстают как по приросту ствола в высоту, так и по приросту боковых ветвей (табл. 2).

Таблица 2

Статистические показатели	Высота саженцев, см		Прирост саженцев в высоту за последний год, мм		Прирост боковых побегов, мм	
	неповрежденных	поврежденных	неповрежденных	поврежденных	неповрежденных	поврежденных
$M \pm m$	24,7 ± 0,6	22,8 ± 1,3	39,0 ± 2,7	36,0 ± 3,5	30,2 ± 0,3	25,0 ± 0,3
$C_y, \%$	8,7	1,8	21,3	27,4	5,3	6,9
$P, \%$	2,4	5,9	0,9	9,7	1,0	1,2

Таким образом, отпад еловых всходов, вызванный деятельностью мышевидных грызунов и птиц, в природе значительно меньше, чем при посевах в питомниках. Основной вред, причиняемый естественному возобновлению ели Шренка грызунами и птицами, выражается в уничтожении большей части почвенного запаса семян. Вред, причиняемый

подросту мышами, к летальным исходам обычно не приводит, а только несколько задерживает рост и развитие самосева.

При выращивании посадочного материала в питомниках животные приносят наиболее значительный ущерб, особенно в первый год после высева семян. Для снижения размера этого вреда необходимо проводить предпосевную обработку семян, что ускоряет их прорастание и в конечном итоге уменьшает вероятность уничтожения.

После появления всходов и до момента сбрасывания ими чехликов семени (около трех недель) нужно предохранять посевы от грызунов и птиц. С мышевидными грызунами необходимо бороться методом отравленных приманок (1 кг измельченного черного хлеба, 35 г фосфида цинка и немного растительного масла), при этом повреждаемость всходов снижается почти на 80%. Один раз в неделю приманку раскладывают в искусственные норы (1 кг на 1 га). На это затрачивается около 3 час. Оптимальные сроки посева семян — конец апреля — начало мая. В это время численность мелких млекопитающих минимальна. При раннем сроке посева семян всходы появляются, когда численность грызунов низка. Химическая борьба с этими животными при их низкой плотности наиболее результативна. Птиц можно отпугивать криками опасности, записанными на магнитофонную пленку, а также выставлять вырезанные из фанеры силуэты человека. Эти методы борьбы следует планировать на конец мая — начало июня. К профилактическим мероприятиям, направленным на снижение численности мышей, можно отнести ликвидацию захламленности, удаление травостоя и кустарников, находящихся поблизости от питомника. Как показали проведенные нами опыты, выкашивание травы и вырубка кустарников снижает численность грызунов на 80%. При естественном возобновлении проводить какие-либо меры борьбы с мышевидными грызунами нецелесообразно. Практически невозможно обработать огромные площади. В этом случае лучше использовать биологическую защиту от грызунов. Для этого необходимо усилить охрану хищников от истребления. В местах, где естественный процесс возобновления ели Шренка протекает неудовлетворительно, желательно высаживать 3—4-летние саженцы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. А. Ахметов. Биоэкологические основы содействия естественному возобновлению темнохвойных лесов Джунгарского Алатау. Автореферат кандидатской диссертации, Алма-Ата, 1966. [2]. П. А. Ган. Экологические основы интродукции в поясе еловых лесов Тянь-Шаня. Изд. АН Киргизской ССР, Фрунзе, 1970. [3]. Д. Е. Гуриков. Плодоношение ели тяньшанской в условиях Таучиликского лесхоза. Сб. «Научная конференция по рационализации лесного хозяйства и агролесомелиорации Казахстана», Алма-Ата, 1958. [4]. Д. Е. Гуриков. Биоэкологические особенности естественного возобновления тяньшанской ели. Автореферат кандидатской диссертации, Алма-Ата, 1960. [5]. В. Н. Данилик. Естественное возобновление ели тяньшанской в Пржевальском лесхозе. Автореферат кандидатской диссертации, Ташкент, 1957. [6]. Н. К. Камчибеков. Естественное возобновление ели тяньшанской в условиях Нарынского и Атбашинского хребтов. Труды Института ботаники и растениеводства Киргизского ФАН СССР, вып. I (V), Фрунзе, 1954. [7]. Н. К. Камчибеков. Некоторые вопросы естественного возобновления ели тяньшанской в условиях Центрального Тянь-Шаня. Труды Киргизской ЛОС, вып. III, Фрунзе, 1962. [8]. П. В. Коробко. Повышение грунтовой всхожести семян ели Шренка и защита посевов от птиц под пленочным покрытием. Журн. «Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана» № 3, 1970. [9]. В. П. Орлов. Выращивание ели тяньшанской в горных питомниках Киргизии. Фрунзе, 1968. [10]. П. С. Тюрин. Белка-телеутка в ельниках Тянь-Шаня. Журн. «Природа» № 3, 1958. [11]. А. М. Фрязинов. Исследование причин суховершинности тяньшанской ели. Автореферат кандидатской диссертации, Алма-Ата, 1951.

УДК 634.0.228

ВОЗРАСТНОЕ СТРОЕНИЕ СОСНОВЫХ И ЛИСТВЕННИЧНЫХ ЛЕСОВ БАССЕЙНА о. БАЙКАЛ

И. М. ВЕРХУНОВ

Институт леса и древесины СО АН СССР

Рассмотрены закономерности возрастного строения светлохвойных лесов о. Байкал, связанные с условиями местопроизрастания, экзогенными и антропогенными факторами. Освещены существующие взаимосвязи диаметров и возрастов деревьев в этих древостоях, показана степень варьирования признаков в изученных насаждениях. Приведены данные исследования 32 участков со сплошной рубкой деревьев.

Возрастное строение светлохвойных лесов бассейна о. Байкал изучено недостаточно. В литературных источниках [1—3], [5—10] можно найти сведения о разновозрастности рассматриваемых насаждений. Однако в этих работах слабо отражены закономерности возрастной структуры, определяемые условиями местопроизрастания, экзогенными и антропогенными факторами. Исследователи не рассматривают морфологических особенностей разновозрастных древостоев, варьирования и взаимосвязей таксационных показателей в них. Это отрицательно сказывается на совершенствовании лесоучетных работ и обоснований ряда лесохозяйственных мероприятий в этих объектах.

Мы изучали возрастную структуру сосняков и лиственничников различных лесохозяйственных районов региона (по классификации Института леса и древесины СО АН СССР) на 32 участках со сплошной рубкой деревьев, а также в ходе маршрутных исследований закладкой пробных площадей со срубкой модельных деревьев. Были выделены следующие типы возрастного строения древостоев [11]: одновозрастные, условно одновозрастные, условно разновозрастные и разновозрастные.

В зависимости от характера размещения возрастных групп и поколений по площади различают равномерно-, группово- и куртинно-разновозрастные древостой. К первой категории относятся насаждения с относительно равномерным смещением деревьев разного возраста. Две последние категории присущи лишь сосновым формациям, произрастающим в сухих типах леса (сосняки мертвопокровные, лишайниковые, ксерофитно-разнотравные, брусничные и другие типы леса световых склонов и песчаных отложений). Группово-разновозрастные древостой характеризуются групповым смещением деревьев разного возраста, когда площади отдельных возрастных групп достигают нескольких десятков квадратных метров. В куртинно-разновозрастных сосняках куртины спелых и перестойных деревьев чередуются с куртинами молодняка, средневозрастных и приспевающих деревьев. Площади куртин обычно колеблются в пределах 0,02—1,7 га. Древостой в куртинах условно одновозрастные и условно разновозрастные.

Характеристика распределения деревьев по возрасту в равномерно-разновозрастных насаждениях дана в табл. 1. Основные статистические показатели возрастного строения указанных древостоев приведены в табл. 2.

Таблица 1

№ пробной площади	Тип леса, класс бонитета	Состав древостоя	Общее число деревьев на 1 га	Распределение деревьев, %									
				неэксплуатационного возраста, лет			эксплуатационного возраста, лет						
				до 1.0	101-120	121-140	141-160	161-180	181-200	201-240	241-280	281-320	более 320
Прибайкальский район													
23	Сосняк ольховниково-рододендроново-брусничный, III	7СЗЛ + К	858	55,1	0,2	2,7	24,6	5,0	2,7	5,0	1,8	1,6	1,3
20	Сосняк злаково-разнотравный, III	8С2Л	525	5,0	37,3	0,4	—	5,3	30,4	17,9	—	0,8	2,9
Горно-лесостепной (Уда-Селенгинский) район													
2	Сосняк рододендроново-брусничный, III	8С2Л, ед. Б	377	34,4	26,6	5,0	2,4	1,6	—	2,1	10,1	13,0	4,8
3	То же	9С1Л	501	56,0	—	1,4	9,4	26,6	5,0	0,8	0,8	—	—
31	Сосняк ольховниково-рододендроново-брусничный, III	7СЗЛ + Б	294	2,4	29,2	11,2	4,8	20,4	15,0	15,0	1,0	1,0	—
7	Лиственничник ольховниково-рододендроновый, III	I ярус: 7ЛЗС + Б II ярус: 8Б1Л1С	237	17,4	26,8	8,4	12,9	22,0	10,4	—	1,1	1,0	—
8	Лиственничник разнотравный, II	I ярус: 10Л II ярус: 5Л2С2Б1Ос	280	76,8	7,1	—	—	3,9	3,9	6,1	1,8	0,4	—
Горно-таежный остепненный (Хилок-Чикойский) район													
14	Сосняк рододендроново-брусничный, IV	8С2Л, ед. Б	487	16,4	19,7	32,6	6,8	13,8	4,1	3,5	1,9	1,2	—
17	Сосняк бруснично-разнотравный, III	9С1Л	351	50,6	3,4	0,9	0,6	2,8	—	—	15,7	25,1	0,9
9	Лиственничник рододендроново-зеленомошный, III	8Л1С1Б	441	44,5	14,0	39,0	2,3	—	—	0,2	—	—	—
10	Лиственничник рододендроново-бруснично-багульниковый, III	7Л2С1Б, ед. Ос	475	44,9	37,0	17,4	0,4	0,3	—	—	—	—	—

№ пробной площади	Коэффициенты изменчивости		Теснота связи между $d_{1,3}$ и A		Уравнение регрессии между $d_{1,3}$ и A
	A	$d_{1,3}$	r	η	
Прибайкальский район					
23	56,3	68,4	0,836	0,881	$d_{1,3} = - 6,66 + 0,228 A - 0,0001 A^2$
20	34,4	36,3	0,600	0,688	$d_{1,3} = 17,79 + 0,099 A + 0,0001 A^2$
Горно-лесостепной (Уда-Селенгинский) район					
2	64,6	56,2	0,854	0,892	$d_{1,3} = 2,96 + 0,222 A - 0,0002 A^2$
3	53,1	57,9	0,886	0,902	$d_{1,3} = - 1,20 + 0,264 A - 0,0002 A^2$
31	28,7	31,3	0,621	0,687	$d_{1,3} = - 2,31 + 0,332 A - 0,0004 A^2$
7	32,6	31,0	0,621	0,673	$d_{1,3} = 1,40 + 0,383 A - 0,0008 A^2$
8	41,1	46,2	0,707	0,725	$d_{1,3} = 2,30 + 0,205 A + 0,0002 A^2$
Горно-таежный остепненный (Хилок-Чинкойский) район					
14	29,5	47,6	0,738	0,768	$d_{1,3} = - 15,01 + 0,345 A - 0,0004 A^2$
17	55,6	48,2	0,848	0,874	$d_{1,3} = - 4,92 + 0,366 A - 0,0006 A^2$
9	22,2	51,9	0,793	0,824	$d_{1,3} = - 68,14 + 1,339 A - 0,004 A^2$
10	23,8	40,3	0,765	0,796	$d_{1,3} = - 45,36 + 1,123 A - 0,003 A^2$

Древостой эти исключительно разновозрастные; варьирование их диаметров и возрастов далеко выходит за схему классификации древостоев по типам возрастного строения (С. С. Шанина и И. В. Семечкина). По сравнению с разновозрастными светлохвойными лесами других регионов [4] в них существует более тесная коррелятивная зависимость между диаметрами стволов $d_{1,3}$ и возрастом деревьев A (корреляционное отношение η — до 0,90), передаваемая уравнением регрессии

$$d_{1,3} = a_0 + a_1 A + a_2 A^2.$$

В таких древостоях более тонкомерные деревья — молодые, что важно при проведении выборочных рубок.

Исследованиями установлена закономерная коррелятивная связь возрастного строения светлохвойных лесов с частотой и интенсивностью лесных пожаров, которые, в свою очередь, определяются условиями местопроизрастания — лесорастительным районом, а в пределах него — группой типов леса, приуроченной к определенным почвенно-климатическим условиям.

Выявляется, что в Забайкалье число лесных пожаров резко возросло за последнее столетие, что связано с промышленным освоением территории. Наиболее сильные пожары были отмечены в 1878, 1889 и 1915 гг., их следы сохранились в насаждениях всех районов. В пределах же более однородных районов число пожаров, одновременно охватывающих значительные территории, составило от 4 до 14.

В сосняках на более сухих и теплых экотопах общее число пожаров возрастает в 2—3 раза по сравнению с лиственничниками на теневых экспозициях с влажными мерзлотными почвами и колеблется в пределах 11—42 в сосняках, 5—14 в лиственничниках.

Максимальное число пожаров в отдельных районах приходится на группу ксерофитно-разнотравных, лишайниковых и брусничных сосняков, произрастающих в наиболее сухих условиях местопроизрастания. Далее по интенсивности и частоте повреждения пожарами следуют сосняки рододендроновые, ольховниково-рододендроновые, разнотравные и ольховниковые. В таком же порядке возрастает разновозрастность древостоев.

Лиственничники региона отличаются более простым возрастным строением. Этому способствуют суровые климатические условия произрастания на влажных длительно-мерзлотных почвах теневых экспозиций и, как следствие, меньшая повреждаемость пожарами. Среди этих формаций преобладают условно одновозрастные и условно разновозрастные древостои. Относительно большее число пожаров характерно для лиственничников брусничной группы, произрастающих в сухих и теплых условиях сосновых экотопов. Здесь встречаются в большей мере разновозрастные и условно разновозрастные древостои.

В Прибайкальском районе выпадает до 600 мм осадков в год. Климат умеренно континентальный, прохладный до холодного, влажный до избыточно влажного. Леса горят сравнительно мало. Сосняки на южных склонах представлены ольховниково-рододендроновым, разнотравным и брусничным, а лиственничники на северных склонах — багульниково-зеленомошным и рододендрово-зеленомошным типами леса. Преобладают условно разновозрастные и условно одновозрастные насаждения. В сухих типах леса на световых склонах встречаются разновозрастные и редко — куртинно-разновозрастные сосняки.

В горно-черневом (Хамар-Дабанском) районе количество осадков достигает 1400 мм. Климат умеренно континентальный, умеренно прохладный, избыточно влажный. Пожары возникают очень редко. Небольшой по вертикали пояс сосняков и лиственничников имеется лишь в восточной и западной частях Хамар-Дабана. Древостои их условно одновозрастные и условно разновозрастные.

В горно-лесостепном (Уда-Селенгинском) районе сумма осадков не превышает 200—350 мм. Климат резко континентальный до экстремально континентального, умеренно теплый до теплого, недостаточно влажный до засушливого. Леса горят очень часто. В лесостепном поясе господствуют сосняки ксерофитно-разнотравные, а в лесном поясе по склонам световых экспозиций — разнотравные и брусничные, теневых экспозиций — рододендроновые и рододендрово-ольховниковые. По северным склонам широко распространены лиственничники рододендрово-брусничные. В сосняках на сухих почвах световых склонов и песчаных отложений межгорных котловин широко распространены группово- и куртинно-разновозрастные древостои. На значительных площадях встречаются равномерно-разновозрастные сосновые и лиственничные насаждения.

В горно-таежном остепненном (Хилок-Чикойском) районе осадки составляют около 300 мм в год. Климат резко континентальный, умеренно прохладный до прохладного, умеренно влажный до недостаточно влажного. Пожары довольно часты. Сосняки расположены в нижней части лесного пояса на южных склонах, принадлежат к рододендроновой, брусничной, низкотравной группам типов леса, с равномерным, редко куртинным смешением возрастных поколений. Лиственничники рододендроновые и брусничные на этих же высотах по склонам теневых экспозиций на горных мерзлотно-таежных почвах условно одновозрастные, условно разновозрастные и реже — разновозрастные. Для них характерно наличие в составе древостоя деревьев старшего, перестойного поколения.

В горно-таежном (Менза-Джидинском) районе осадки равны 400—600 мм в год. Климат резко континентальный до континентального, прохладный до умеренно прохладного, влажный. Пожары сравнительно редки. Пояс лесостепи представлен лиственничниками разнотравными на горных дерново-лесных почвах. В горно-лесном лиственничном подпоясе на южных склонах на горных дерново-лесных почвах произрастают лиственничники бруснично-разнотравной, а на северных

склонах на длительно-сезонно-мерзлотных почвах — зеленомошной групп типов леса. Небольшие площади по границе с лесостепным поясом занимают сосняки рододендроновые и разнотравные. Древоостой представлены условно одновозрастными и условно разновозрастными типами строения. Лишь на световых склонах небольшими площадями встречаются разновозрастные сосновые насаждения.

Особенности возрастного строения светлохвойных лесов бассейна о. Байкал получили отражение в порайонной характеристике древостоев и Правилах рубок главного пользования, разработанных Институтом леса и древесины СО АН СССР для лесов региона.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. П. Бонишко. Леса Прибайкалья. Материалы к изучению лесов Дальнего Востока, вып. 1, Чита, 1923. [2]. А. И. Бузыкин. О возрастном строении сосновых древостоев Восточного Прибайкалья. Сб. «Разновозрастные леса Сибири, Дальнего Востока и Урала и ведение хозяйства в них», Красноярск, 1967. [3]. А. И. Бузыкин. Леса Бурятской АССР. Сб. «Леса СССР», т. 4, изд-во «Наука», М., 1969. [4]. П. М. Верхунов. Генезис и возрастное строение современных сосновых лесов Сибири. Сб. «Лесоводственные исследования в лесах Сибири», вып. 2, Красноярск, 1970. [5]. А. Гайдук, А. Борисов. Леса Витимского края Иркутской губернии. Петроград, 1916. [6]. П. К. Красильников. Почвы и растительность Горемыкского сельского совета Северо-Байкальского района. Труды СОПСа, серия восточно-сибирская, вып. 4, М.—Л., 1937. [7]. И. Н. Лигачев. Возрастное строение сосновых лесов Забайкалья. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1964. [8]. И. Ф. Новосельцева. Леса Читинской области. Сб. «Леса СССР», т. 4, изд-во «Наука», М., 1969. [9]. А. В. Побединский. О возрастном строении сосновых лесов Восточной Сибири. Сб. «Рубки и возобновление в лесах Сибири», Красноярск, 1963. [10]. А. В. Побединский. Сосновые леса Средней Сибири и Забайкалья. Изд-во «Наука», М., 1965. [11]. Справочное пособие по таксации и устройству лесов Сибири. Красноярское книжное изд-во, 1966, 29.

Поступила 11 мая 1973 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 634.0.372

О ПРЕДЕЛАХ ВЫНОСЛИВОСТИ НЕСУЩИХ КАНАТОВ

Н. М. БЕЛАЯ, А. Г. ПРОХОРЕНКО

Львовский лесотехнический институт

Исследования несущего каната диаметром 25,5 мм ГОСТ 2688—69 в широком диапазоне изменений натяжения и поперечной нагрузки позволили получить кривую выносливости каната. Вводятся понятия о предельной и ограниченной выносливости несущих канатов, определяемых комплексом напряжений растяжения, изгиба и контакта. Показано, что оптимальный запас прочности несущего каната — величина переменная и зависит от величины поперечной нагрузки. Приводятся рекомендации по выбору запасов прочности несущих канатов подвесных лесотранспортных установок в зависимости от давления на каток и числа катков в грузовой каретке.

Исследования работы несущих канатов, выполненные в разное время различными авторами, показали, что основными факторами, определяющими выносливость канатов, являются запас прочности каната, величина поперечной нагрузки и характер ее распределения между катками грузовых кареток. Однако полученные данные о выносливости канатов выражали различные закономерности для одних и тех же канатов [1], [3], [4], [6], [7].

Анализ опытов, проведенных ранее, и собственные исследования авторов за последние 10 лет позволили предположить наличие общей закономерности изменения выносливости несущих канатов от основных эксплуатационных факторов. Однако эту зависимость нужно было установить.

Для решения поставленной задачи были проведены серии испытаний каната 25,5-Г-Н-160-В ГОСТ 2688—69, получившего наибольшее распространение в условиях лесозаготовки и используемого в качестве несущего на подвесных лесотранспортных установках. Исследования проводили на пробегной машине с длиной хода грузовой каретки $l = 1200$ мм. Грузовые каретки применяли с одним и двумя катками диаметром $D = 180$ мм. Ободы катков были выполнены из закаленной стали с твердостью $H_{RC} = 50 \div 52$ единиц и имели радиус выточки $r = 0,55 d_k$. Сочетание такой твердости материала обода с пределом прочности проволоки $\sigma_{вп} = 160$ кг/см² не оказывает существенного влияния на изменение выносливости каната, так как катки выдерживают достаточное количество проходов по несущему канату без образования рифления на поверхности обода. Рифление способствует значительному повышению выносливости несущего каната [6], и это влияние в поставленных опытах необходимо было исключить. Интенсивность работы несущего каната была минимальной, что позволило получить результаты, приближенные к производственным [2].

Режимы испытаний изменяли в широком диапазоне: натяжение каната — $9 \leq T \leq 22$ Т и поперечная нагрузка на каток — $250 \leq V \leq 2000$ кг.

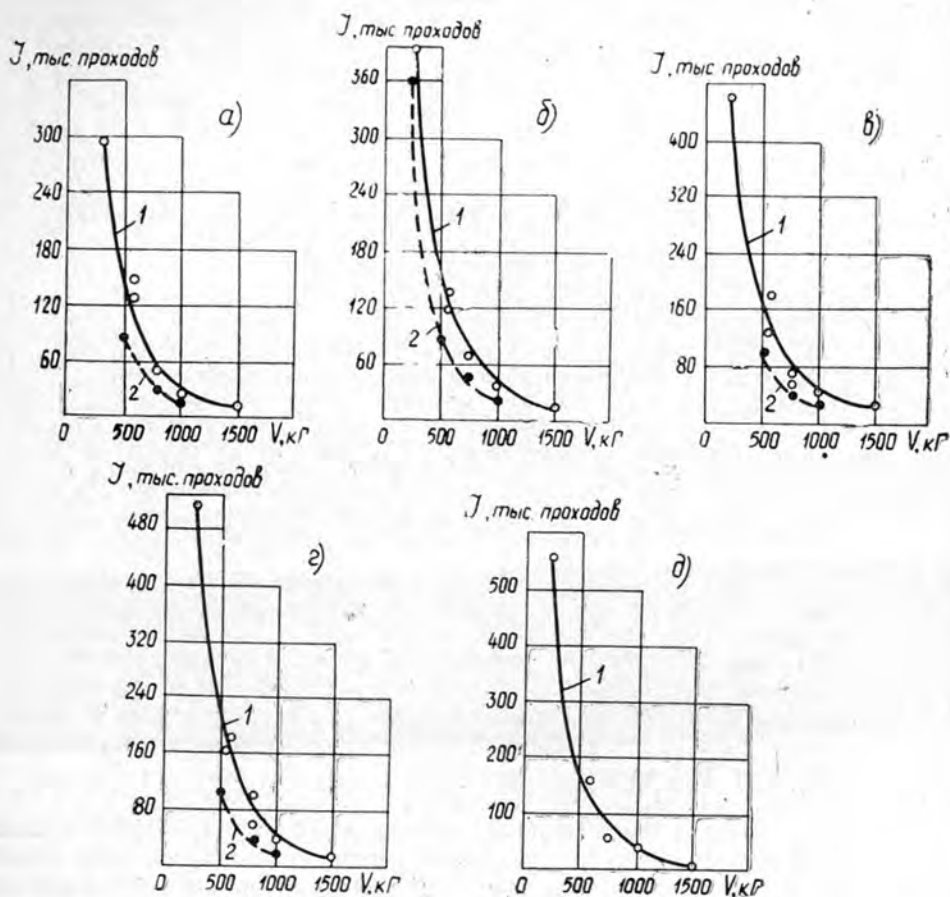


Рис. 1. Графики зависимости выносливости каната от величины поперечной нагрузки при различных натяжениях T (или запасах прочности n).

$a - T = 9T; n = 3,68; б - T = 12T, n = 2,76; в - T = 16T, n = 2,08; г - T = 20T, n = 1,66; д - T = 22T, n = 1,5; 1 - \text{один каток}; 2 - \text{два катка}.$

При малых давлениях на каток ($V = 250 \text{ кг}$) и больших натяжениях ($T \geq 16,0T$) продолжительность испытания одного образца каната составляла от 1,5 до 2,0 месяцев непрерывной работы пробегных машин, поэтому на результатах опытов не могло не сказываться влияние температуры окружающей среды в зимний и летний периоды, что для каната ГОСТ 2688—69 могло иметь значение [5], [6].

Результаты исследований представлены в виде графиков (рис. 1, $a - д$), где выносливость каната I показана как функция от величины поперечной нагрузки V для различных натяжений T (или запасов прочности n).

Из графиков следует, что как для одного, так и для двух катков наблюдается однотипный характер зависимости $I = f(V)$, причем с уменьшением поперечной нагрузки V как при малых ($T = 9T$), так и при больших ($T = 22,0T$) натяжениях выносливость каната резко возрастает. Так, из рис. 1, $г$ следует, что при уменьшении нагрузки на ка-

ток от 1500 до 250 кг, при $T = 20,0 T$, число проходов каретки возрастает от 10 до 500 тыс., то есть увеличивается в 50 раз.

Все кривые на графиках (рис. 1) по форме подобны кривой Велера, характеризующей усталостную прочность металлов при нагружениях, циклически изменяющихся во времени. Если для характеристики работы несущих канатов воспользоваться приемами оценки усталостной прочности металлов, то можно заключить, что наибольшее значение числа проходов каретки I_{max} , которое обеспечивается при заданном отношении T/V , является, очевидно, пределом выносливости (или пределом усталостной прочности) для каната данной конструкции и размеров. Назовем его $I_{пред}$ — предел долговременного сопротивления каната. Очевидно, что при значениях T и V , соответствующих $I_{пред}$, канат может работать неограниченно долго.

Представление о пределе долговременного сопротивления несущего каната $I_{пред}$ открывает широкие перспективы для более эффективного использования стальных канатов и приближает возможность создания таких конструкций установок и механизмов, где канат был бы не только равнопрочным элементом, но и по срокам эксплуатации соответствовал бы всем другим деталям и механическим узлам.

В настоящее время несущие канаты подвесных лесотранспортных установок выбраковываются по ряду других причин, не связанных с усталостным разрушением: вследствие коррозии, механических повреждений, в связи с окончанием эксплуатации установки на одном месте и др., поэтому несущий канат необходимо рассчитывать на ограниченную выносливость, пределы которой определяются кривой Велера.

Показатели выносливости несущих канатов, представленные на графиках (рис. 1, $a-d$), еще не позволяют судить об объеме транспортной работы несущего каната в определенный промежуток времени или за время эксплуатации каната до полного его износа. Для производства и практики проектирования подвесных лесотранспортных установок удобнее предельное значение выносливости несущих канатов представить в виде определенного количества грузовой работы или объема полезного груза A , который может быть перевезен по несущему канату (тыс. тонн) за определенный период, требуемый по условиям эксплуатации.

На графике (рис. 2) приведен лучок кривых, представленных в виде функции $A = f(V, m, l)$ со смещенными (для наглядности) по горизонтальной оси показателями поперечной нагрузки для каждого натяжения T . Величина A характеризует количество грузовой работы, которая может быть выполнена с помощью несущего каната при m катков в каретке, на длине пути транспортирования l , принимаемой равной единице.

График (рис. 2) дает наглядное представление о вполне устойчивом характере закономерности изменения количества работы, выполняемой с помощью каната, при заданных определенных параметрах T , V и m . Очевидно, эта закономерность определяет также характер изменения напряженного состояния материалов контактирующей пары канат — каток под воздействием циклически изменяющихся нагрузок. Количество грузовой работы, выполняемой несущим канатом при постоянном натяжении, с уменьшением поперечной нагрузки резко повышается как при одном, так и при двух катках. Следовательно, при проектировании ходовых частей грузовых кареток во всех случаях следует снижать величину давления на каток.

Представленные на рис. 2 кривые позволяют также определить оптимальное значение натяжения при заданной поперечной нагрузке

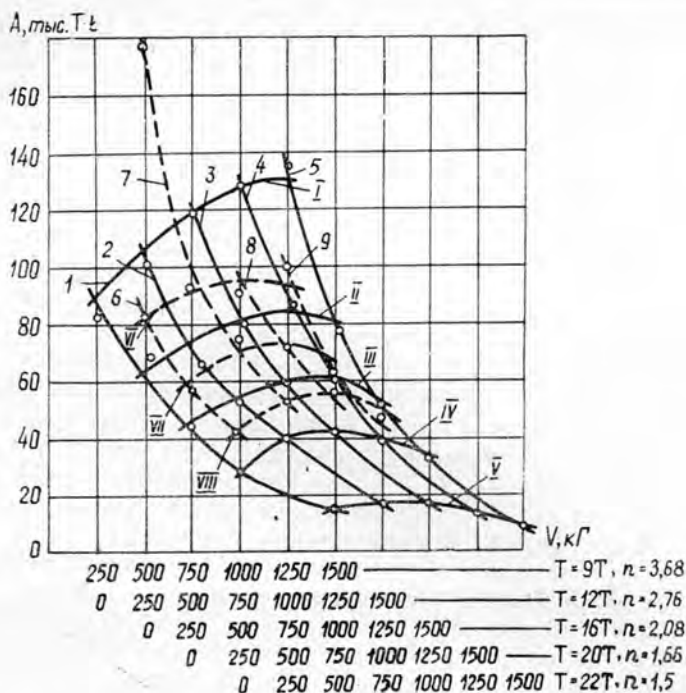


Рис. 2. Графики зависимости количества грузовой работы от величины поперечной нагрузки и количества катков в каретке.

1, 2, 3, 4, 5 — кривые изменения грузовой работы при натяжениях соответственно $T = 9; 12; 16; 20$ и $22 T$ и каретке с одним катком ($m = 1$); 6, 7, 8, 9 — кривые изменения грузовой работы при натяжениях $T = 9, 0; 12; 16$ и $20 T$ и каретке с двумя катками ($m = 2$); I, II, III, IV и V — кривые изменения грузовой работы при постоянных поперечных нагрузках, соответственно равных $V = 250; 500; 750; 1000$ и 1500 кг и диапазоне изменения натяжения в пределах $9,0 < T < 22,0 T$, $m = 1$; VI, VII, VIII — то же при $V = 500; 750; 1000$ кг; $9 < T < 20 T$, $m = 2$.

для исследуемого каната. Например, при $V = 250$ кг оптимальное натяжение составит около $T = 22,0 T$, а при $V = 750 \div 1000$ кг $T = 16 \div 17 T$.

Наблюдая по графику характер роста грузовой работы с уменьшением поперечной нагрузки на каток, можно сказать, что при определенном значении V грузовой работа A может быть неограниченно большой. Например, при двухкатковой каретке и нагрузке на каток $V = 265$ кг, кривая 7 показывает резкое повышение возможной работы несущего каната.

Кривые 1—9, выражающие зависимость $A = f(V, m, l)$, по характеру подобны, а кривые I—VIII, характеризующие зависимость $I = f(n)$, имеют различную степень крутизны подъема. Чем меньше значение V , тем круче кривая, определяющая работу каната, и тем больший диапазон изменения натяжения T находится в пределах этой кривой, следовательно, тем большим может быть выбор оптимального значения поперечной нагрузки и соответствующего ей запаса прочности каната.

Анализируя приведенные графики, можно заключить, что вообще нельзя говорить об оптимальном значении запаса прочности для несущих канатов. Единого, общего, оптимального запаса прочности не существует даже для каната одной конструкции. Можно назначать оптимальный запас прочности несущего каната, зная заведомо величину

поперечной нагрузки на каток; при этом чем меньше V , тем больше эффект от установления оптимального значения запаса прочности. Так, например, для поперечной нагрузки $V = 250 \text{ кг}$ оптимальное значение запаса прочности каната $d_k = 25,5 \text{ мм}$ ГОСТ 2688—69 будет в пределах $1,5 \leq n \leq 2,0$. Этот случай относится к подвесным лесотранспортным установкам большой длины, для которых правильный выбор запаса прочности несущего каната обеспечивает не только большой экономический эффект, но и значительно облегчает конструкцию механических узлов и эксплуатацию установки.

При больших значениях поперечной нагрузки ($V = 750 \div 1000 \text{ кг}$) влияние величины запаса прочности на общую выносливость каната менее существенно. Колебания величины грузовой работы как функции $A = f(n)$ незначительны. Этот случай работы несущего каната характерен для кабель-крановых установок, работающих на нижних складах лесозаготовительных предприятий. Оптимальное значение запаса прочности для того же каната здесь будет составлять $3,0 \leq n \leq 4,0$.

Из дальнейшего анализа приведенных графиков можно также заключить, что растягивающие напряжения σ_p , очевидно, оказывают значительно меньшее влияние на выносливость каната, чем местные напряжения от изгиба σ_n и контакта σ_k , которые являются результатом воздействия на канат поперечной нагрузки и источником усталостного разрушения материала проволок. При этом характерно, что в зависимости от величины поперечной нагрузки значения σ_n и σ_k изменяются. Так, при малых величинах V значение σ_k остается практически постоянным, величина же σ_n , которая зависит от натяжения каната, изменяется в широких пределах, поэтому оказывает большее влияние на выносливость каната. С увеличением поперечной нагрузки σ_n изменяется незначительно и начинает возрастать σ_k . Конечно, на выносливость канатов оказывает влияние и ряд других факторов (конструкция каната, сочетание твердостей материалов каната и обода катка и др.) [6]. Под влиянием этих второстепенных факторов положение кривых $I = f(V)$ для различных T и $A = f(V, m, I)$ может несколько измениться, однако общая закономерность зависимости выносливости канатов $I = f(T, V)$ остается постоянной.

Итак, выносливость несущих канатов определяется приведенным напряженным состоянием материала проволок в зоне контакта канат — каток и зависит от комплекса напряжений σ_p , σ_n , σ_k . Каждому пределу выносливости каната соответствует вполне определенное напряженное состояние материала проволок. Следовательно, задача расчета канатов на выносливость должна заключаться в определении комплексных или приведенных напряжений в зоне движения каретки по канату.

Полученные экспериментальные кривые усталостного износа несущего каната 25,5-Г-Н-160-В ГОСТ 2688—69 позволяют по напряженному состоянию материала каната выбрать соответствующие значения натяжения каната T (или запаса прочности n) и поперечной нагрузки V и обеспечить требуемый срок службы каната для конкретных условий эксплуатации. Иначе говоря, имея заданный или требуемый срок службы несущего каната, можно с помощью полученных графиков определить все основные параметры будущей подвесной установки: натяжение каната и его размеры, поперечную нагрузку и конструкцию ходовых частей грузовых кареток, а значит, и размеры всех других, требующихся механических деталей и узлов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. М. Белая. Выбор канатов подвесных лесотранспортных установок и определение запасов их прочности. Труды ЦНИИМЭ, вып. 118, отдел научно-технической информации, Химки, 1971. [2]. Н. М. Белая, А. Г. Прохоренко. О влиянии режимов работы пробных машин на показатели долговечности канатов. Сб. «Стальные канаты», вып. 9, изд-во «Техника», Киев, 1972. [3]. А. И. Дукельский. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. Машгиз, М.—Л., 1951. [4]. К. М. Масленников. Результаты исследований и расчет канатов на прочность и долговечность. Труды ВНИИПТМАШ, вып. 7, М., 1962. [5]. А. Г. Прохоренко. Исследование выносливости несущих канатов двойной свивки. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1969. [6]. А. Г. Прохоренко. Пути повышения сроков службы несущих канатов подвесных лесотранспортных установок. Сб. «Лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность», вып. 7, изд-во «Будівельник», Киев, 1970. [7]. Th. Wyss. Stahldrahtseile der Transport-und Förderanlagen ins besondere der Standseil und Schwebebahnen. Schweiz. Druck-und Verlagshaus A. C., Zürich, 1956.

Поступила 24 апреля 1974 г.

УДК 634.0.372

МЕТОД РАСЧЕТА НЕСУЩЕГО КАНАТА МНОГОПРОЛЕТНОЙ ПОДВЕСНОЙ УСТАНОВКИ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ ЧИСЛОМ ГРУЗОВ

И. И. СЛЕПКО, А. А. ПУСТОВОЙТОВ

Львовский лесотехнический институт

Получено уравнение общего состояния несущего каната многопролетной подвесной установки с учетом податливости концевых опор. Приведены выражения для определения величины грузовых факторов при произвольном числе сосредоточенных грузов, действующих на канат, и для определения натяжения каната.

Общая теория расчета гибких нитей с малыми стрелками провеса разработана В. К. Качуриным [3]. Расчету несущих канатов многопролетных подвесных лесотранспортных установок с маятниковым движением груза посвящены работы Н. М. Белой [1], [2].

В данной статье приведена методика расчета несущего каната многопролетной подвесной лесотранспортной установки с любым числом грузов, произвольно расположенных в пролетах, в предположении, что промежуточные опоры податливы или что трение каната на промежуточных опорах отсутствует (рис. 1).

В качестве концевых опор несущих канатов временных подвесных лесотранспортных установок используют пни или растущие деревья, которые характеризуются большой податливостью. Смещение опор, изменение температуры и поперечной нагрузки приводит к изменению натяжения и длины несущего каната, так как он является статически неопределимой системой.

Рассматривая геометрическую сторону задачи, получим

$$\Delta L = L_1 - L_0^*, \quad (1)$$

где ΔL — абсолютное удлинение каната;

L_0 и L_1 — длина каната многопролетной установки под действием соответственно монтажных и полезных грузов.

* Здесь и далее индекс «1» относится к несущему канату, нагруженному монтажными и полезными грузами, индекс «0» — к несущему канату, нагруженному монтажными нагрузками.

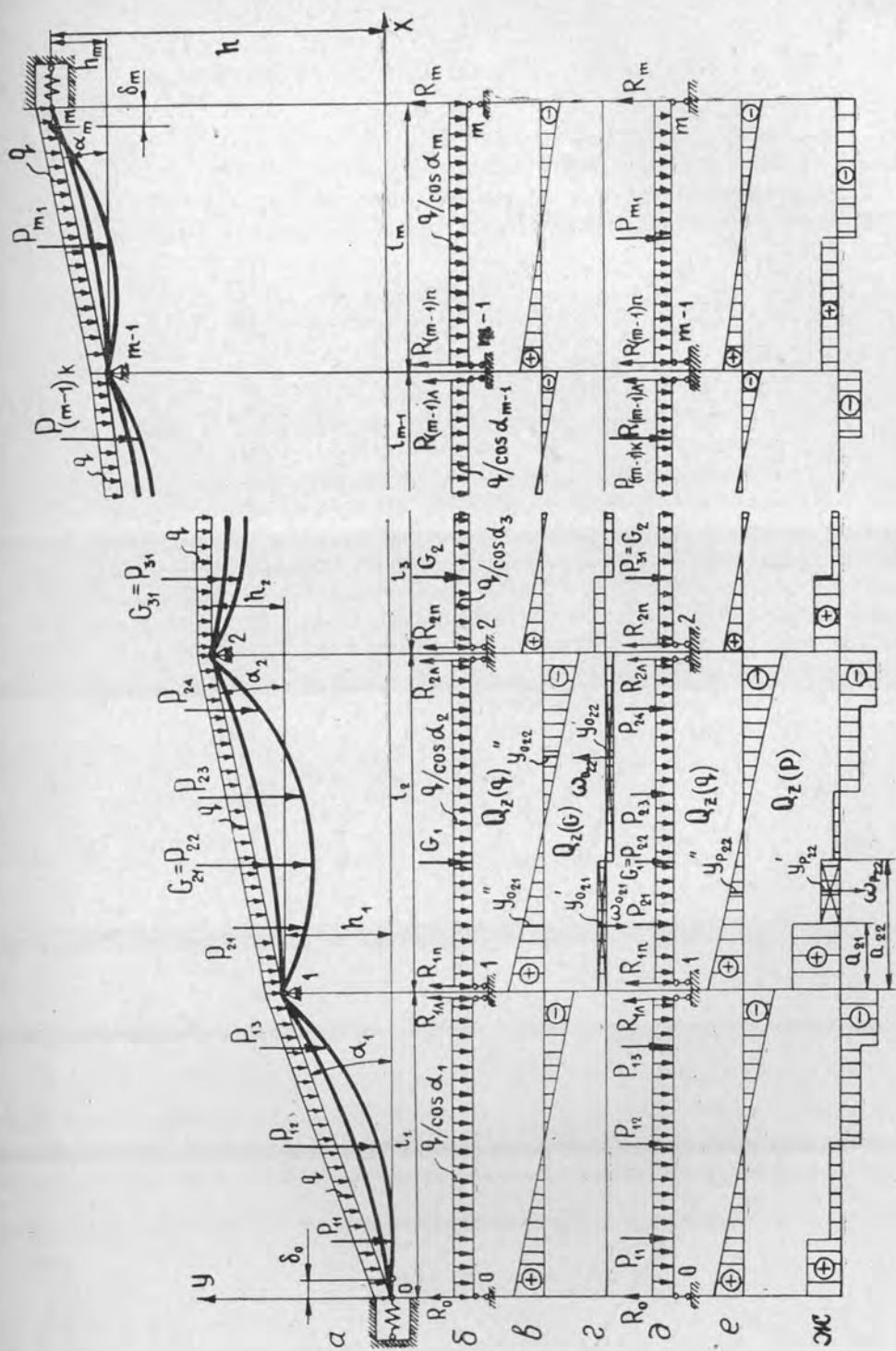


Рис. 1.

Длина несущего каната многопролетной лесотранспортной установки

$$L = \sum_{i=1}^m L_i, \quad (2)$$

где m — число пролетов установки;

L_i — длина каната в i -том пролете.

При расположении опор на разных уровнях длина каната в i -том пролете приближенно равна [3]

$$L_i = \frac{l_i}{\cos \alpha_i} + \frac{\cos^3 \alpha_i}{2H_i^2} \int_0^{l_i} Q_i^2 dx, \quad (3)$$

где l_i — длина i -того пролета;

α_i — угол наклона i -того пролета к горизонту;

H_i — горизонтальная составляющая натяжения каната в i -том пролете;

Q_i — перерезывающая сила в балке на двух опорах с пролетом, равным l_i ; и нагруженной так же, как канат в i -том пролете (рис. 1 в, д).

Учитывая, что $H_i \approx T_i \cos \alpha_i$ (где T_i — натяжение каната в i -том пролете) и предполагая, что натяжение по длине каната при фиксированном положении груза постоянно (так как трение каната на промежуточных опорах отсутствует), на основании выражений (2), (3) получим общую длину каната:

а) при действии монтажных нагрузок

$$L_0 = \sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i} + \frac{1}{2T_0^2} \sum_{i=1}^m \cos \alpha_i \int_0^{l_i} Q_{oi}^2 dx; \quad (4)$$

б) при действии монтажных и полезных грузов с учетом податливости конечных опор

$$L_1 = \sum_{i=1}^m \frac{l_i - \delta_{i-1} - \delta_i}{\cos \alpha_i} + \frac{1}{2T_1^2} \sum_{i=1}^m \cos \alpha_i \int_0^{l_i} Q_i^2 dx, \quad (5)$$

где δ_{i-1} и δ_i — смещение $(i-1)$ -й и i -той опор.

Так как смещение δ_i i -той опоры для i -того пролета положительно, то для $(i+1)$ -го пролета оно отрицательно. Углы наклона хорд смежных пролетов отличаются незначительно, поэтому можно принять, что

$$\frac{\delta_i}{\cos \alpha_i} \approx -\frac{\delta_i}{\cos \alpha_{i+1}}.$$

На основании этого выражения получим

$$\sum_{i=1}^m \frac{\delta_{i-1} + \delta_i}{\cos \alpha_i} = \frac{\delta_0}{\cos \alpha_1} + \frac{\delta_m}{\cos \alpha_m},$$

где δ_0 и δ_m — смещение крайних опор (рис. 1, а).

Предполагая, что опоры упруго податливые, имеем

$$\delta_i = k_i (T_1 - T_0) \cos \alpha_i; \quad (6)$$

где k_i — коэффициент податливости i -той опоры, $м/кг$.

Введем обозначения

$$K = k_0 + k_m; \quad A_i = \int_0^{l_i} Q_i^2 dx,$$

тогда на основании выражений (4) и (5) уравнение совместимости деформаций (1) примет вид

$$\Delta L = \frac{1}{2T_1^2} \sum_{i=1}^m A_{1i} \cos \alpha_i - \frac{1}{2T_0^2} \sum_{i=1}^m A_{0i} \cos \alpha_i - K(T_1 - T_0). \quad (7)$$

Рассматривая физическую сторону задачи в предположении, что применим закон Гука, получим

$$\Delta L = \frac{T_1 - T_0}{EF} \sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i} + \alpha_t \Delta t \sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i}, \quad (8)$$

где EF — жесткость каната на растяжение;

α_t — коэффициент линейного расширения материала каната;

Δt — приращение температуры.

На основании выражений (7) и (8) имеем

$$T_1 - T_0 = \frac{EF}{l_n} \left[\frac{1}{2T_1^2} \sum_{i=1}^m A_{1i} \cos \alpha_i - \frac{1}{2T_0^2} \sum_{i=1}^m A_{0i} \cos \alpha_i - \alpha_t \Delta t \sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i} \right], \quad (9)$$

где

$$l_n = \sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i} + KEF.$$

Используя выражение приведенного модуля упругости [1]

$$E_n = \frac{E}{1 + EF \frac{K}{\sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i}}},$$

приводим уравнение (9) к виду

$$T_1 - T_0 = E_n F \left[\frac{1}{2T_1^2} \frac{\sum_{i=1}^m A_{1i} \cos \alpha_i}{\sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i}} - \frac{1}{2T_0^2} \frac{\sum_{i=1}^m A_{0i} \cos \alpha_i}{\sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i}} - \alpha_t \Delta t \right]. \quad (9a)$$

При действии на канат произвольного числа грузов определение величины грузовых факторов A_1 и A_0 методом непосредственного интегрирования приводит к сложным математическим зависимостям. Используя принцип независимости действия сил, который применим к прогибам каната, мы получили выражения для определения величины грузовых факторов аналитическим и графо-аналитическим методом для

однопролетной нити с произвольным числом сосредоточенных грузов:
а) аналитический метод

$$A = \int_0^l Q^2 dx = \frac{q^2 l^3}{12 \cos^2 \alpha} + \sum_{k=1}^{m+1} \left\{ \left[\sum_{j=1}^n P_j \left(1 - \frac{a_j}{l}\right) - \sum_{j=1}^k P_{j-1} \right] (a_k - a_{k-1}) \left[\sum_{j=1}^n P_j \left(1 - \frac{a_j}{l}\right) - \sum_{j=1}^k P_{j-1} + \frac{q}{\cos \alpha} (l - a_k - a_{k-1}) \right] \right\}, \quad (10)$$

где q — вес 1 пог. м каната;

l — длина пролета;

n — число сосредоточенных грузов в пролете;

P_j — вес j -того сосредоточенного монтажного или полезного груза;

a_j — расстояние по горизонтали от точки приложения груза до левой опоры;

a_{k-1} и a_k — расстояние от левой опоры до начала и конца k -того сечения с постоянной перерезывающей силой;

б) графо-аналитический метод

$$A = \int_0^l Q^2 dx = \frac{q^2 l^3}{12 \cos^2 \alpha} + \sum_{k=1}^{n+1} \omega'_k (y'_k + 2y''_k), \quad (11)$$

где ω'_k — площадь k -того участка эпюры поперечных сил от сосредоточенных грузов;

y''_k — ордината под центром тяжести площади k -того участка эпюры поперечных сил от сосредоточенных грузов на эпюре сил от собственного веса;

y'_k — ордината k -того участка эпюры поперечных сил от сосредоточенных грузов.

На основании выражений (10), (11) получим

$$\begin{aligned} \text{а) } \sum_{i=1}^m A_{0i} \cos \alpha_i &= \frac{q^2}{12} \sum_{i=1}^m \frac{l_i^3}{\cos \alpha_i} + \sum_{i=1}^m \left(\sum_{ik=i1}^{in+1} \left\{ \left[\sum_{ij=i1}^{in} G_{ij} \left(1 - \frac{a_{ij}}{l_i}\right) - \sum_{ij=i1}^{ik} G_{ij-1} \right] (a_{ik} - a_{ik-1}) \left[\sum_{ij=i1}^{in} G_{ij} \left(1 - \frac{a_{ij}}{l_i}\right) - \sum_{ij=i1}^{ik} G_{ij-1} + \frac{q}{\cos \alpha_i} (l_i - a_{ik} - a_{ik-1}) \right] \right\} \right) \cos \alpha_i; \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m A_{1i} \cos \alpha_i &= \frac{q^2}{12} \sum_{i=1}^m \frac{l_i^3}{\cos \alpha_i} + \sum_{i=1}^m \left(\sum_{ik=i1}^{in+1} \left\{ \left[\sum_{ik=i1}^{in} P_{ij} \left(1 - \frac{a_{ij}}{l_i}\right) - \sum_{ij=i1}^{ik} P_{ij-1} \right] (a_{ik} - a_{ik-1}) \left[\sum_{ij=i1}^{in} P_{ij} \left(1 - \frac{a_{ij}}{l_i}\right) - \sum_{ij=i1}^{ik} P_{ij-1} + \frac{q}{\cos \alpha_i} (l_i - a_{ik} - a_{ik-1}) \right] \right\} \right) \cos \alpha_i, \end{aligned} \quad (13)$$

где G_{ij} — вес j -того сосредоточенного монтажного груза, расположенного в i -том пролете (рис. 1);

P_{ij} — вес j -того сосредоточенного груза, расположенного в i -том пролете (рис. 1);

a_{ij} — расстояние от точки приложения сосредоточенного j -того груза к левой опоре i -того пролета (рис. 1, з);

a_{ik-1} и a_{ik} — расстояния от левой опоры i -того пролета до начала и конца k -того сечения i -того пролета с постоянной нагрузкой (рис. 1, з);

$$б) \sum_{i=1}^m A_{0i} \cos \alpha_i = \frac{q^2}{12} \sum_{i=1}^m \frac{l_i^3}{\cos \alpha_i} + \sum_{i=1}^m \left[\sum_{ik=1}^{in+1} \omega_{0ik} (y'_{0ik} + 2y''_{0ik}) \right] \cos \alpha_i; \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^m A_{1i} \cos \alpha_i = \frac{q^2}{12} \sum_{i=1}^m \frac{l_i^3}{\cos \alpha_i} + \sum_{i=1}^m \left[\sum_{ik=1}^{in+1} \omega_{1ik} (y'_{1ik} + 2y''_{1ik}) \right] \cos \alpha_i, \quad (15)$$

где $\omega_{0ik}, \omega_{1ik}$ — соответственно площадь k -того участка эпюры поперечных сил от монтажных и любых сосредоточенных грузов, расположенных в i -том пролете (рис. 1, з, э);

y'_{0ik}, y'_{1ik} — соответственно ордината k -того участка эпюры поперечных сил от монтажных и любых сосредоточенных грузов, расположенных в i -том пролете (рис. 1, з, э);

y''_{0ik}, y''_{1ik} — соответственно ордината под центром тяжести площади k -того участка эпюры поперечных сил от монтажных и любых сосредоточенных грузов на эпюре сил от собственного веса в i -том пролете (рис. 1, в, е).

Решая уравнение (9) относительно конечного T_1 и монтажного T_0 натяжения, получим кубическое уравнение для многопролетной нити с произвольным числом сосредоточенных грузов

$$T_1^3 - T_1^2 \left[T_0 - E_n F \left(\frac{1}{2T_0^2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^m A_{0i} \cos \alpha_i}{\sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i}} + \alpha_i \Delta t \right) \right] - \frac{E_n F}{2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^m A_{1i} \cos \alpha_i}{\sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i}} = 0; \quad (16)$$

$$T_0^3 - T_0^2 \left[T_1 - E_n F \left(\frac{1}{2T_1^2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^m A_{1i} \cos \alpha_i}{\sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i}} + \alpha_i \Delta t \right) \right] - \frac{E_n F}{2} \cdot \frac{\sum_{i=1}^m A_{0i} \cos \alpha_i}{\sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i}} = 0. \quad (17)$$

Приращение температуры определяется выражениями:

в уравнении (16)

$$\Delta t = t_d - t_m;$$

в уравнении (17)

$$\Delta t = t_{min} - t_m,$$

где t_m — температура во время монтажа;
 t_n — действительная температура, отвечающая натяжению T_1 ;
 t_{min} — минимальная возможная температура.
 Решая по методу Кардана, получим

$$T_s = \frac{a_r}{3} \left\{ 1 + \sqrt[3]{U} \left[\sqrt[3]{1 + \sqrt{1 - \frac{1}{U^2}}} + \sqrt[3]{1 - \sqrt{1 - \frac{1}{U^2}}} \right] \right\}, \quad (1)$$

$$\text{где } U = 1 + \frac{27C_s}{2a_r^3};$$

$$a_r = T_r - E_n F \left(\frac{1}{2T_r^2 \sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i}} \sum_{i=1}^m A_{r,i} \cos \alpha_i \pm \alpha_i \Delta t \right);$$

$$C_s = \frac{E_n F}{2 \sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i}} \sum_{i=1}^m A_{s,i} \cos \alpha_i;$$

r, s равно 0 или 1.

Для многопролетной подвесной лесотранспортной установки с маятниковым движением груза уравнения общего состояния каната для определения действительного и необходимого монтажного натяжения каната примут вид

$$T_1^3 - T_1^2 \left[T_0 - \frac{E_n F}{\sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i}} \left(\frac{q^2}{24T_0^2} \sum_{i=1}^m \frac{l_i^3}{\cos \alpha_i} + \alpha_i \Delta t \sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i} \right) \right] - \frac{E_n F}{2 \sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i}} \left[\frac{q^2}{12} \sum_{i=1}^m \frac{l_i^3}{\cos \alpha_i} + P(P \cos \alpha_k + q l_k) \left(1 - \frac{a_k}{l_k} \right) a_k \right] = 0; \quad (19)$$

$$T_0^3 - T_0^2 \left(T_1 - \frac{E_n F}{\sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i}} \left\{ \frac{1}{2T_1^2} \left[\frac{q^2}{12} \sum_{i=1}^m \frac{l_i^3}{\cos \alpha_i} + P(P \cos \alpha_k + q l_k) \left(1 - \frac{a_k}{l_k} \right) a_k \right] - \alpha_i \Delta t \sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i} \right\} \right) - \frac{E_n F q^2}{24 \sum_{i=1}^m \frac{l_i}{\cos \alpha_i}} \sum_{i=1}^m \frac{l_i^3}{\cos \alpha_i} = 0, \quad (20)$$

где P — вес пачки бревен с кареткой;
 l_k — длина пролета, в котором расположен груз;
 a_k — расстояние груза от левой опоры k -того пролета;

$$T_1' = \frac{T_p}{[n]} - q \left(\frac{h_k}{2} + \sum_{i=k+1}^m h_i \right),$$

здесь T_p — разрывное усилие каната по ГОСТу «Канаты стальные»;
 $[n]$ — допускаемый коэффициент запаса прочности; $[n] = 1,7 \div 2,2$ [2].

Максимальное расчетное натяжение каната имеет место при расположении груза посередине наибольшего пролета

$$T_{max} = T_1 + q \left(\frac{h_k}{2} + \sum_{i=k+1}^m h_i \right), \quad (21)$$

где h_k и h_i — превышение опор, причем (рис. 1, а);

$$h_i = l_i \operatorname{tg} \alpha_i;$$

T_1 — натяжение каната, которое можно определить из уравнения (19) при $a_k = \frac{l_k}{2}$.

Полученное выражение позволяет определить необходимое монтажное натяжение несущего каната либо натяжение от полезной нагрузки для многопролетных подвесных установок с произвольным числом сосредоточенных грузов в пролете с учетом податливости концевых опор.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. М. Белая. Исследование работы подвесных канатных лесотранспортных установок и перспективы их развития и совершенствования. Сб. «Проблемы комплексных лесных предприятий в Карпатах», изд-во «Карпаты», Ужгород, 1969. [2]. Н. М. Белая, А. Г. Прохоренко. Канатные лесотранспортные установки. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964. [3]. В. К. Качурин. Теория висячих систем. Госиздат литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, М.—Л., 1962.

Поступила 22 апреля 1974 г.

УДК 629.11.012.814

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА

Н. И. БИБЛЮК, С. И. МЕДВИДЬ

Львовский лесотехнический институт

Изложены результаты экспериментального исследования степени влияния свойств опорной поверхности, нелинейности характеристик упругих элементов и связей между подрессоренными массами автомобиля и распуска на величину и характер изменения вертикальных ускорений свободных колебаний подрессоренных масс лесовозного автопоезда.

При аналитическом исследовании плавности хода, долговечности, устойчивости, а также динамического воздействия на дорогу лесовозный автопоезд заменяется эквивалентной расчетной моделью. При ее составлении в зависимости от требований, предъявляемых к точности расчета, игнорируют те или иные второстепенные свойства системы на основании предварительного изучения степени их влияния на реальный колебательный процесс.

Для установления степени влияния свойств опорной поверхности, нелинейности характеристик упругих элементов и затухания, а также связей между подрессоренными массами на вертикальные колебания автопоезда нами были проведены экспериментальные исследования свободных колебаний лесовозного автопоезда в производственных условиях на горных дорогах с покрытием различного типа. Исследования проводили с автопоездами на базе автомобиля ЗИЛ-157 и распусков 1-Р-5 (при сортиментной) и 2-Р-8 (при хлыстовой вывозке).

Опытные участки были выбраны на грунтовой дороге (ус) с модулем деформации $E = 90 \text{ кг/см}^2$, грунтогравийной (ветка) — $E = 100 \text{ кг/см}^2$, гравийной (магистраль) — $E = 600 \text{ кг/см}^2$ и асфальте (дорога общего пользования) — $E = 800 \text{ кг/см}^2$.

Интенсивность колебаний масс автопоезда оценивали по величине вертикальных ускорений, которые измеряли с помощью индуктивных акселерометров [1]. Свободные колебания возбуждались при переезде колесами автопоезда через пороговую неровность высотой 20 см со скоростью 3—4 км/час. Каждый опыт повторяли не менее 10 раз.

При обработке осциллограмм определяли период и отношение амплитуд для каждых двух соседних отклонений кривых свободных колебаний, лежащих по одну сторону от линии равновесия. В дальнейшем по этим данным вычисляли частоты и коэффициенты затухания и строили кривые их зависимости от среднего значения амплитуд двух смежных отклонений. Кроме этого, по первому отклонению определяли максимальные значения ускорений свободных колебаний способом нахождения улучшенной средней арифметической величины.

Образцы осциллограмм свободных колебаний представлены на рис. 1. Из рассмотрения кривых можно заключить, что при сортиментной вывозке свободные колебания рамы и оси автомобиля и рессорного роспуска быстро затухают и слагаются из составляющих с низкой и высокой частотами, обусловленных колебаниями подрессоренных и непрессоренных масс. При этом высокочастотные колебания оси мало влияют на характер колебаний рамы автомобиля и одноосного роспуска.

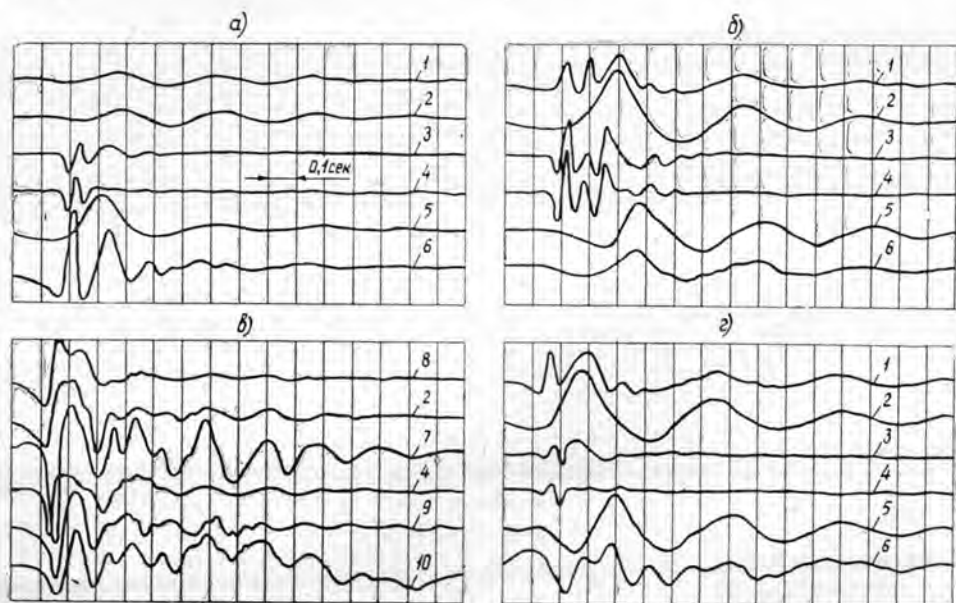


Рис. 1. Образцы осциллограмм свободных колебаний.

а — автомобиля на грунтовой дороге; б — одноосного роспуска на грунтовой дороге; в — двухосного роспуска на грунтовой дороге; г — одноосного роспуска на гравийной дороге; 1 — оси одноосного роспуска; 2 — рамы роспуска; 3 и 4 — грунта на глубине 30 и 15 см; 5 — рамы автомобиля над задней рессорой; 6 — задней оси автомобиля; 7 и 8 — передней и задней оси двухосевого роспуска; 9 и 10 — пакета хлыстов на расстоянии от комля 5 и 15 м.

Кривые свободных колебаний безрессорного роспуска (рис. 1, в), имеют сложный характер, им свойственно малое затухание, обусловленное только трением в шине и пакете хлыстов. Анализ приведенных многокомпонентных кривых показал, что они состоят из кривых свободных колебаний роспуска, на которые накладываются низко- и высокочастотные колебания пакета хлыстов.

Для выявления частот колебаний пакета хлыстов мы записывали кривые свободных колебаний в нескольких точках по длине пакета при полностью заблокированных рессорах и шинах. В результате обработки полученных кривых по методике, изложенной в работе [2], было выявлено пять частот (в диапазоне значений круговой частоты от 0 до 120 $1/сек$), три из которых (60, 31 и 6,6) явно отражаются на характере кривых свободных колебаний роспуска (рис. 1, в).

Свободные колебания массы грунта, как видно из рис. 1, обуславливаются, в основном, колебаниями неподрессоренных масс автопоезда. Амплитуды ускорений грунта существенно зависят от типа дорожной одежды и быстро затухают по глубине. Так, при переезде неровности колесами одноосного роспуска средняя арифметическая величина наибольших амплитуд ускорений для грунтовой дороги на глубине 15 см от поверхности составила 6,24 $м/сек^2$, на глубине 30 см — 1,03 $м/сек^2$, а для гравийной дороги — соответственно 0,64 и 0,18 $м/сек^2$, то есть почти в 10 и 6 раз меньше, чем для грунтовой.

Колебания подрессоренной массы автомобиля при вывозке сортиментов отражаются на колебаниях подрессоренной массы роспуска незначительно (рис. 1, а). Однако колебания роспуска (рис. 1, б, в и г) вызывают значительные колебания автомобиля, которые по амплитуде могут превосходить колебания, возникающие при переезде неровностей самими колесами автомобиля. Так, при переезде пороговой неровности задними колесами автомобиля максимальные значения ускорений рамы одноосного роспуска составили 8—15% от ускорений рамы автомобиля. При переезде неровности колесами роспуска ускорения рамы автомобиля составили 58—79% от ускорений рамы роспуска.

В случае хлыстовой вывозки колебания подрессоренной массы одного из звеньев автопоезда (автомобиля или роспуска) вызывают равнозначные (по величине вертикальных ускорений) колебания подрессоренной массы другого звена, что свидетельствует о наличии значительной взаимной связи между колебаниями автомобиля, роспуска и пакета хлыстов.

Выполненные исследования выявили существенную зависимость параметров свободных колебаний от типа дорожной одежды. Средние арифметические величины максимальных амплитуд ускорений подрессоренных масс автопоезда при возбуждении свободных колебаний на грунтовой дороге оказались в 1,21—1,48 раза выше, чем на грунто-гравийной, и в 1,11—1,21 раза выше, чем на дорогах с твердым покрытием (гравийной и асфальте). Повышение величины ускорений на грунтовой дороге связано с увеличением общей жесткости системы автомобиль (роспуск) — шина — дорога (рис. 2, а, в, д), обусловленным значительным возрастанием жесткости шины на деформируемой опорной поверхности [3].

Максимальные ускорения свободных колебаний подрессоренных масс автопоезда на грунтогравийной дороге на 16—18% и на гравийной на 7—9% ниже, чем на асфальте. Это связано с уменьшением жесткости системы автомобиль (роспуск) — шина — дорога (рис. 2, а, в, г) вследствие снижения жесткости покрытия (при неизменной жесткости шин).

Как видно из рис. 2, значения частот и особенно коэффициентов затухания свободных колебаний масс лесовозного автопоезда значительно изменяются с изменением амплитуды колебаний, что свидетельствует о существенной нелинейности рассматриваемой колебательной системы. Частота свободных колебаний рамы при изменении амплитуды от максимальных до минимальных значений, полученных в условиях

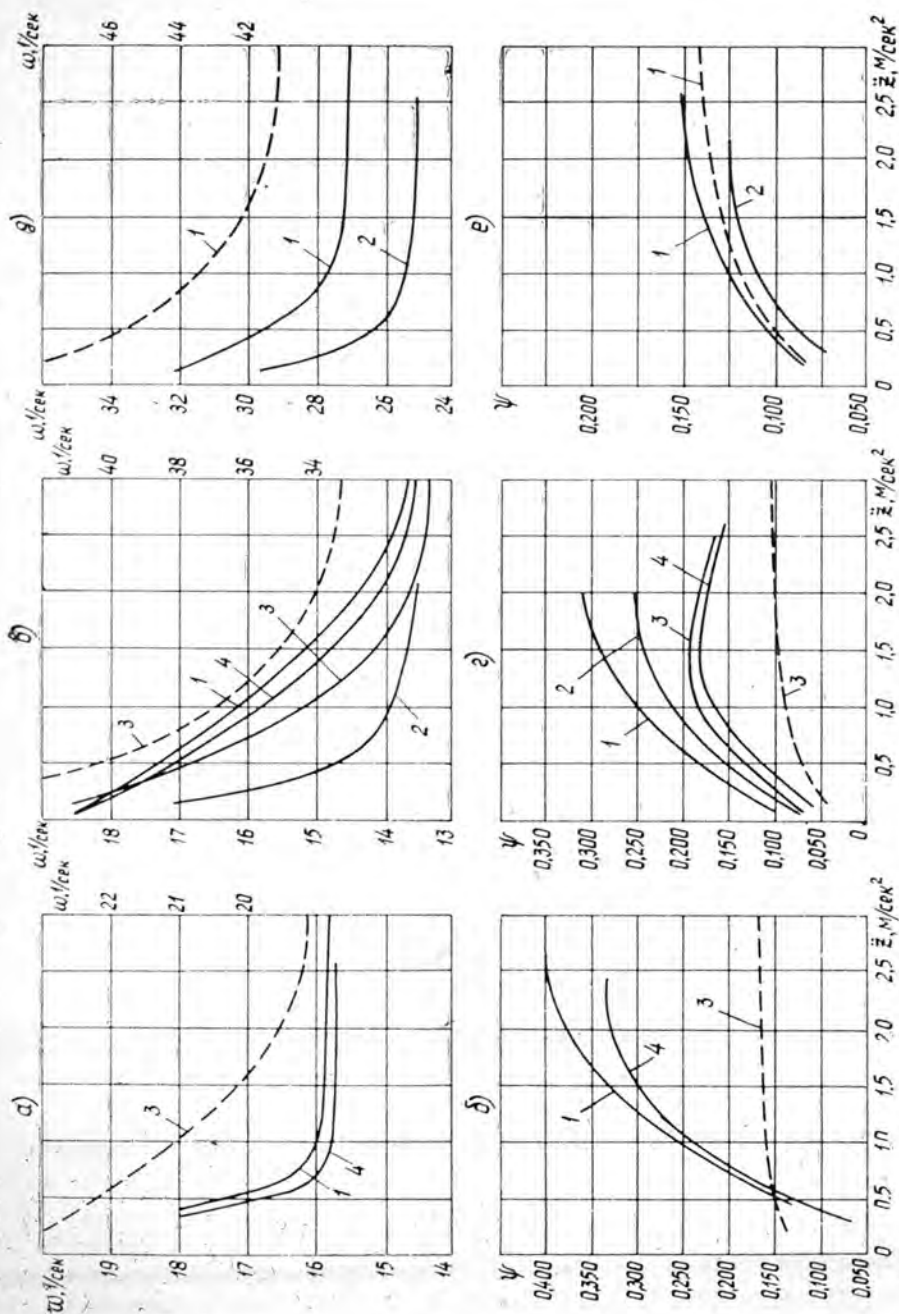


Рис. 2. Зависимость собственной частоты колебаний ω и относительного коэффициента затухания ψ от амплитуды ускорений.

эксперимента, увеличивается для автомобиля и одноосного (рессорного) роспуска в 1,09—1,35 и двухосного (безрессорного) роспуска в 1,11—1,16 раза, а коэффициент относительного затухания уменьшается соответственно в 2,12—2,32 и 1,45—1,66 раза.

Анализ полученных данных показал, что на нелинейность системы автомобиль (роспуск) — шина — дорога основное влияние оказывают нелинейные характеристики рессор и в меньшей мере — шин и пакета

а и б — рамы автомобиля над задней рессорой; в и г — рамы одноосного роспуска; д и е — рамы двухосного роспуска; сплошные линии — нагруженные сортаментами (хлыстами); штриховые — без груза; 1 — грунтовая дорога; 2 — грунтогранитная; 3 — гранитная; 4 — асфальт.

хлыстов. Нелинейные характеристики рессор обусловлены наличием межлистового трения в рессорах, что приводит к частичному их блокированию, которое увеличивается по мере уменьшения амплитуды колебаний [5]. При этом частота свободных колебаний системы увеличивается, а затухание уменьшается (рис. 2, *a—z*). В конце процесса рессоры полностью блокируются, и колебания происходят только на шинах.

Тип дорожного покрытия существенно влияет не только на частоту, а значит и жесткость колебательной системы, но и на коэффициент затухания (рис. 2, *b, z, e*). Наибольшие значения коэффициента затухания (0,16—0,40) были получены для грунтовой дороги. Для грунто-гравийной дороги он на 14—20% меньше, чем для грунтовой, и на 16—47%, чем для гравийной и асфальтированных дорог. Уменьшение коэффициента затухания с увеличением жесткости покрытия объясняется меньшим поглощением энергии у более жестких покрытий на их необратимую деформацию [4]. Наиболее интенсивное затухание соответствует первым отклонениям, когда происходит максимальная часть необратимой деформации грунта. Установлено также значительное расхождение в значениях коэффициентов затухания при ходе сжатия и отдачи, особенно на грунтовой дороге.

На основании выполненных исследований можно сделать следующие выводы.

При аналитических исследованиях колебания задней части автомобиля необходимо рассматривать совместно с колебаниями роспуска.

Колебания роспуска при сортиментной вывозке могут рассматриваться независимо от колебаний автомобиля (ожидаемая погрешность при этом не должна превышать 8—15%), при хлыстовой — совместно с колебаниями автомобиля и пакета хлыстов.

В исследованиях, требующих высокой точности вычислений, следует учитывать изменение жесткости и затухания в реальной колебательной системе при изменении амплитуды колебаний, которое может быть весьма существенным (особенно в диапазоне малых амплитуд — рис. 2).

При изучении вертикальных колебаний на грунтовых дорогах расчетная модель колебательной системы лесовозного автопоезда должна учитывать упругие и демпфирующие свойства опорной поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. И. Библиук, М. А. Библиук, В. В. Яремин. К вопросу о методике экспериментальной оценки плавности хода лесовозных автопоездов. Сб. «Лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность», вып. 9, изд-во «Будівельник», Киев, 1972. [2]. Н. И. Библиук, Б. Г. Перетятко. Экспериментальное исследование собственных частот хлыста как предмета транспортирования. Сб. «Лесное хозяйство, лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность», вып. 2, изд-во «Будівельник», Киев, 1974. [3]. А. К. Бируля. Исследование удара пневматика о дорожное покрытие. Труды ДОРНИИ, вып. 3, М., 1941. [4]. В. А. Поросятковский. Параметры колебаний шины на грунте. Сб. «Автомобильный транспорт», вып. 10, изд-во «Техника», Киев, 1973. [5]. Р. В. Ротенберг. Подвеска автомобиля. Изд-во «Машиностроение», М., 1972.

Поступила 26 февраля 1974 г.

УДК 62-231.1

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОВОРОТА АВТОВОЗА

П. Ф. МАРЧЕНКО

Архангельский лесотехнический институт

Изложены выводы уравнений для определения скоростей и ускорений различных точек автовоза как пространственной системы с учетом боковой упругости шин.

При исследовании поворота автомобилей за расчетную схему принимают плоскую модель, имеющую одно переднее управляемое и одно заднее ведущее колесо. Кинематические параметры каждого из колес определяются как средние, а динамические — как суммарные параметры обоих колес одной оси автомобиля. Эта модель обычно приводит к количественному расхождению между теоретическими и реальными кинематическими параметрами поворота автомобиля при $B/L > 0,5$.

У автовозов, как известно, $B/L = 0,6 \div 0,9$ и все колеса управляемые. В этом случае, очевидно, целесообразно рассматривать автовоз как пространственную модель. Настоящая статья посвящена определению кинематических параметров поворота автовоза, к которым можно отнести линейные и угловые скорости, ускорения, кинематические радиусы кривизны траектории точек над колесами и центра тяжести автовоза, смещение полюса поворота машины.

Рассмотрим замедленное движение автовоза на повороте в общем случае (рис. 1). При жестких в боковом направлении колесах положение автовоза в процессе поворота по отношению к неподвижной системе координат определялось бы только величиной углов поворота управляемых колес. Мгновенный центр поворота в этом случае располагался бы в точке O_c , а его положение характеризовалось бы величиной R_c . В действительности пневматические шины обладают боковой эластичностью и под действием боковых сил колеса катятся под углом δ (углом увода) к плоскости вращения. При наличии δ положение автовоза будет определяться также и боковыми силами, действующими на колеса, а положение мгновенного центра поворота O_k — величинами R_k и X_k .

При качении ведущих колес в процессе поворота без пробуксовки отношение их поступательных скоростей

$$\frac{v_{B2}}{v_{H2}} = \frac{\sin(\theta_{H2} + \delta_{H2})}{\sin(\theta_{B2} + \delta_{B2})} \quad (1)$$

Проекция поступательных скоростей колес на продольную и боковую оси автовоза соответственно равны

$$\left. \begin{aligned} v_{B2} \cos(\theta_{B2} + \delta_{B2}) &= v_{B1} \cos(\theta_{B1} - \delta_{B1}) = v_{PB}; \\ v_{H2} \cos(\theta_{H2} + \delta_{H2}) &= v_{H1} \cos(\theta_{H1} - \delta_{H1}) = v_{PH}; \\ v_{B2} \sin(\theta_{B2} + \delta_{B2}) &= v_{H2} \sin(\theta_{H2} + \delta_{H2}) = v_{G_2}; \\ v_{B1} \sin(\theta_{B1} - \delta_{B1}) &= v_{H1} \sin(\theta_{H1} - \delta_{H1}) = v_{G_1}. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Проекция поступательной скорости центра тяжести

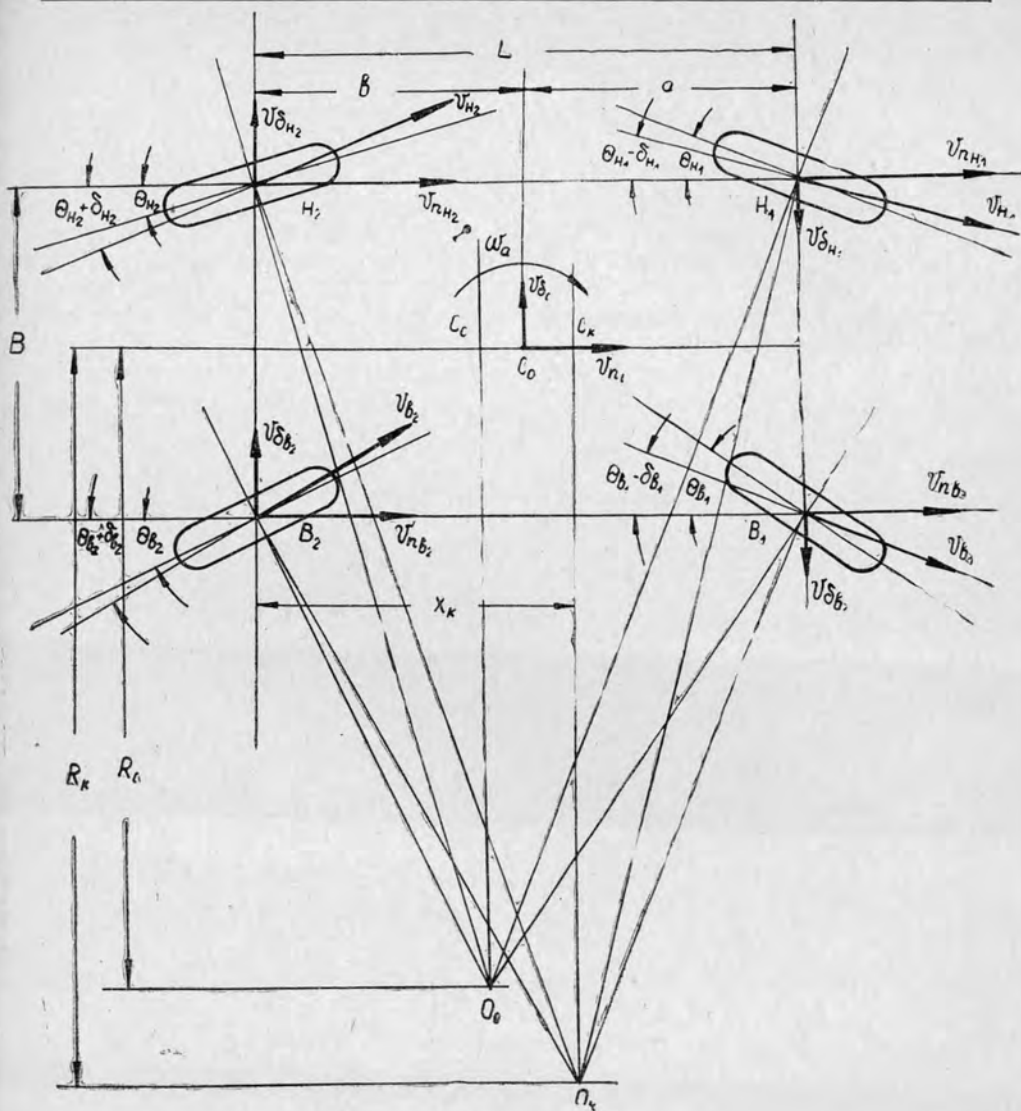


Рис. 1.

$$\left. \begin{aligned} v_{nc} &= \frac{v_{nH} + v_{nB}}{2}; \\ v_{bc} &= \frac{av_{\delta_2} - bv_{\delta_1}}{L}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Из уравнений (2) получим

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg}(\theta_{B2} + \delta_{B2}) &= \frac{v_{\delta_2}}{v_{nB}}; & \operatorname{tg}(\theta_{H2} + \delta_{H2}) &= \frac{v_{\delta_2}}{v_{nH}}; \\ \operatorname{tg}(\theta_{B1} - \delta_{B1}) &= \frac{v_{\delta_1}}{v_{nB}}; & \operatorname{tg}(\theta_{H1} - \delta_{H1}) &= \frac{v_{\delta_1}}{v_{nH}}. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Кинематический радиус поворота автовоза R_k

$$\left. \begin{aligned} R_k &= \frac{L}{\operatorname{tg}(\Theta_{n2} + \delta_{n2}) + \operatorname{tg}(\Theta_{n1} - \delta_{n1})} - \frac{B}{2}; \\ R_k &= \frac{L}{\operatorname{tg}(\Theta_{b2} + \delta_{b2}) + \operatorname{tg}(\Theta_{b1} - \delta_{b1})} + \frac{B}{2}. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Складывая уравнения (5) и учитывая (4), получим зависимость R_k от линейных скоростей

$$R_k = \frac{L}{2} \cdot \frac{v_{пв} + v_{пн}}{v_{\delta_1} + v_{\delta_2}} = \frac{Lv_{пс}}{v_{\delta_1} + v_{\delta_2}}. \quad (6)$$

Угловая скорость поворота автовоза ω_a

$$\left. \begin{aligned} \omega_a &= \frac{v_{пн} - v_{пв}}{B}; \\ \omega_a &= \frac{v_{\delta_1} + v_{\delta_2}}{L}. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Дифференцируя уравнения (7) с использованием выражений (2), получим

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\omega_a}{dt} &= \frac{1}{B} \left[\frac{dv_{n2}}{dt} \cos(\Theta_{n2} + \delta_{n2}) - \frac{dv_{b2}}{dt} \cos(\Theta_{b2} + \delta_{b2}) + \right. \\ &\quad \left. + v_{b2} (\omega'_{кв2} - \omega'_{кв1}) \right]; \\ \frac{d\omega_a}{dt} &= \frac{1}{L} \left[\frac{dv_{b2}}{dt} \sin(\Theta_{b2} + \delta_{b2}) + \frac{dv_{b1}}{dt} \sin(\Theta_{b1} - \delta_{b1}) + \right. \\ &\quad \left. + v_{пв} (\omega'_{кв2} + \omega'_{кв1}) \right], \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

здесь $\omega'_{кв2}$; $\omega'_{кв1}$ — угловые скорости поворота внутренних колес или изменение углов поворота и увода этих колес во времени.

Смещение полюса поворота автовоза в направлении продольной оси

$$X_k = \frac{L \operatorname{tg}(\Theta_{b2} + \delta_{b2})}{\operatorname{tg}(\Theta_{b2} + \delta_{b2}) + \operatorname{tg}(\Theta_{b1} - \delta_{b1})}. \quad (9)$$

Выражая тангенс углов через проекции линейных скоростей из уравнений (4) и используя выражение (7), найдем

$$X_k = \frac{Lv_{\delta_2}}{v_{\delta_2} + v_{\delta_1}} = \frac{v_{\delta_2}}{\omega_a}. \quad (10)$$

Продифференцировав последнее выражение, будем иметь

$$\left. \begin{aligned} \frac{dX_k}{dt} &= \frac{1}{\omega_a^2} \left[\frac{dv_{b2}}{dt} \sin(\Theta_{b2} + \delta_{b2}) + v_{b2} \omega'_{кв2} - \frac{d\omega_a}{dt} v_{\delta_2} \right]; \\ \frac{dX_k}{dt} &= \frac{1}{\omega_a^2} \left[\frac{dv_{\delta_2}}{dt} \omega_a - \frac{d\omega_a}{dt} v_{\delta_2} \right]. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Радиусы кривизны траекторий качения колес автовоза ρ_k можно выразить через углы поворота и увода колес.

При замене тангенсов и синусов углов из уравнений (4) и (2), с учетом (7) получим

$$\left. \begin{aligned} \rho_{KB2} &= L \frac{v_{B2}}{v_{b_1} + v_{b_2}} = \frac{v_{B2}}{\omega_a}; & \rho_{KH2} &= L \frac{v_{H2}}{v_{b_1} + v_{b_2}} = \frac{v_{H2}}{\omega_a}; \\ \rho_{KB1} &= L \frac{v_{B1}}{v_{b_1} + v_{b_2}} = \frac{v_{B1}}{\omega_a}; & \rho_{KH1} &= L \frac{v_{H1}}{v_{b_1} + v_{b_2}} = \frac{v_{H1}}{\omega_a}. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Для определения продольного $j_{пс}$ и бокового $j_{бс}$ ускорений центра тяжести автовоза выразим их через проекции ускорений центра тяжести на оси x и y неподвижных координат. За положительное направление ускорений будем считать направление в сторону движения и от центра поворота O_k . Угол между продольной осью автовоза и осью x обозначим через β . Для замедленного движения, когда поступательная скорость центра тяжести уменьшается, можно записать

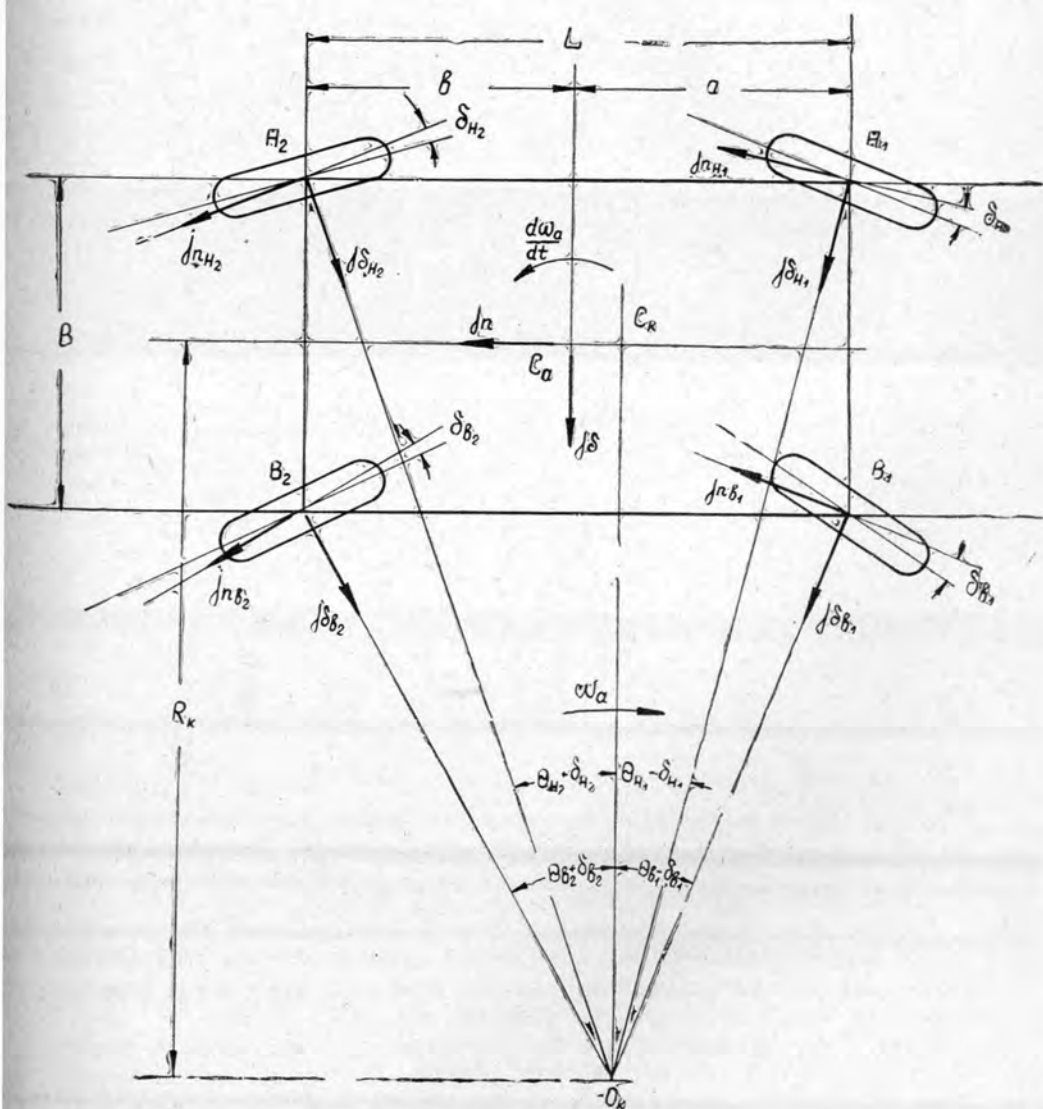


Рис. 2.

$$\left. \begin{aligned} j_{nc} &= \frac{dv_x}{dt} \cos \beta - \frac{dv_y}{dt} \sin \beta; \\ j_{6c} &= \frac{dv_y}{dt} \cos \beta - \frac{dv_x}{dt} \sin \beta, \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

где v_x ; v_y — проекции скорости центра тяжести на оси неподвижных координат.

С другой стороны,

$$\left. \begin{aligned} v_x &= v_{nc} \cos \beta + v_{6c} \sin \beta; \\ v_y &= v_{6c} \cos \beta - v_{nc} \sin \beta. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Если величины v_{nc} и v_{6c} выразим через их значения из уравнений (3) с учетом (2), то получим зависимость v_x и v_y от линейных скоростей движения центра колес автовоза.

Продифференцировав полученные выражения для общего случая движения и подставив значения $\frac{dv_x}{dt}$ и $\frac{dv_y}{dt}$ в уравнения (13), будем иметь

$$\left. \begin{aligned} j_{nc} &= \frac{1}{2} \left[\frac{dv_{n2}}{dt} \cos (\Theta_{n2} + \delta_{n2}) + \frac{dv_{b2}}{dt} \cos (\Theta_{b2} + \delta_{b2}) \right] + \\ &\quad + v_{6c} \omega_a - v_{6a} \frac{\omega'_{кн2} + \omega'_{кв2}}{2}; \\ j_{6c} &= \frac{1}{L} \left[b \frac{dv_{b1}}{dt} \sin (\Theta_{b1} - \delta_{b1}) - a \frac{dv_{b2}}{dt} \sin (\Theta_{b2} + \delta_{b2}) \right] + \\ &\quad + v_{nc} \omega_a + v_{пв} \frac{b\omega'_{кв1} - a\omega'_{кв2}}{L}. \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

При исследовании некоторых вопросов управляемости и устойчивости автовозов как пространственной модели необходимо знать ускорения масс в точках над колесами. Ускорения в этих точках можно определить, если воспользоваться тем же методом, что и при выводе уравнений (15).

Тангенциальные ускорения (действующие по касательной к траектории качения колес) можно записать так (рис. 2):

$$\left. \begin{aligned} j_{пн2} &= \frac{dv_{n2}}{dt}; & j_{пв2} &= \frac{dv_{b2}}{dt}; \\ j_{пн1} &= \frac{dv_{n1}}{dt}; & j_{пв1} &= \frac{dv_{b1}}{dt}. \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Нормальные ускорения (действующие вдоль радиусов ρ_k) при входе в поворот

$$\left. \begin{aligned} j_{6н2} &= v_{n2} (\omega_a - \omega'_{кн2}); & j_{6в2} &= v_{b2} (\omega_a - \omega'_{кв2}); \\ j_{6н1} &= v_{n1} (\omega_a + \omega'_{кн2}); & j_{6в1} &= v_{b1} (\omega_a + \omega'_{кв1}). \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

При выходе из поворота ω'_k изменяет направление. За положительное направление ускорений (рис. 2) принято: для j_n — в сторону движения, для j_6 — от мгновенного центра поворота.

Приведенные уравнения позволяют провести аналитические исследования кинематических параметров автовоза как пространственной системы в процессе поворота, то есть определить перемещения, скорости и ускорения различных точек автовоза при заданных режимах движе-

ния; при замере перемещений, угловых скоростей, ускорений и радиусов колес расчетным путем получить кинематические параметры автовоза в процессе поворота.

Поступила 30 апреля 1974 г.

УДК 625.1

НАЧАЛЬНЫЕ НЕРОВНОСТИ РЕЛЬСО-ШПАЛЬНОЙ РЕШЕТКИ

С. И. МОРОЗОВ, М. В. ПОПОВ

Архангельский лесотехнический институт

Излагаются результаты экспериментов по определению неровностей пути лесовозных УЖД в горизонтальной и вертикальной плоскостях и даются рекомендации по нормативным значениям стрел прогибов неровностей.

Начальные неровности рельсо-шпальной решетки оказывают определенное влияние на величину критической силы, приводящей к выбросу пути. По данным С. П. Першина [2], на железных дорогах широкой колеи стрелы прогибов начальных неровностей рельсов в горизонтальной плоскости составляют 2—2,5 мм при средней длине 5—6 м. Для железных дорог колес 750 мм, применяемых для вывозки леса, нет достоверных данных о размерах начальных неровностей.

Для определения параметров начальных неровностей верхнего строения пути лесовозных узкоколейных железных дорог на прямых участках мы использовали материалы обмера рельсо-шпальной решетки на четырех участках Нюбской и Конецгорской УЖД Архангельской области*, характеристика которых приведена в табл. 1.

При измерении горизонтальных неровностей на каждом участке теодолитом провешивали условную ось пути, вдоль которой располагали шнур длиной 40 м. Шнур натягивали винтовой растяжкой, перпендикулярно к нему размещали мерную линейку. Штырь, расположенный в середине линейки, соприкасали со шнуром. На линейке имелись два ползунка, перемещением которых до упора с внутренней гранью головки рельсов правой и левой нити определяли расстояние от рельсов до условной оси пути. Суммарная величина расстояний равнялась ширине колес в данном сечении пути. Вертикальные неровности измеряли с помощью нивелира и рейки, которую устанавливали на головку рельса. Измерения проводили через интервал 1 м с точностью ± 1 мм. Всего сделано 2000 замеров в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Полученные данные позволили определить: положение оси каждого рельса в вертикальной и горизонтальной плоскостях, величину отклонений рельса от его оси (неровность рельсовой нити), неровность рельсо-шпальной решетки.

Для определения положения оси рельса (прямая линия) исходили из предположения, что сумма квадратов отклонений рельса от его оси должна быть минимальной. Способ наименьших квадратов дает систему двух нормальных уравнений для определения коэффициентов A и B искомой оси рельса

$$\begin{aligned} nA + B\Sigma x &= \Sigma y; \\ A\Sigma x + B\Sigma x^2 &= \Sigma xy, \end{aligned}$$

* Работа выполнена сотрудниками кафедры сухопутного транспорта леса Архангельского лесотехнического института.

№ участка	Расположение участка	Протяженность, м	Рельсы		Шпала	
			Тип	Длина, м	Тип	Толщина, см
1	Нюбская УЖД, 9-й километр	500	P18	8	III	12
2	Нюбская УЖД, 17-й километр	500	P24	8	III	12
3	Концегорская УЖД, 15-й километр	500	P24	40	III	12
4	Концегорская УЖД, 15-й километр	500	P24	8	III	12

Примечание. Путь в плане — прямая; уложен без подкладок и противоуго-

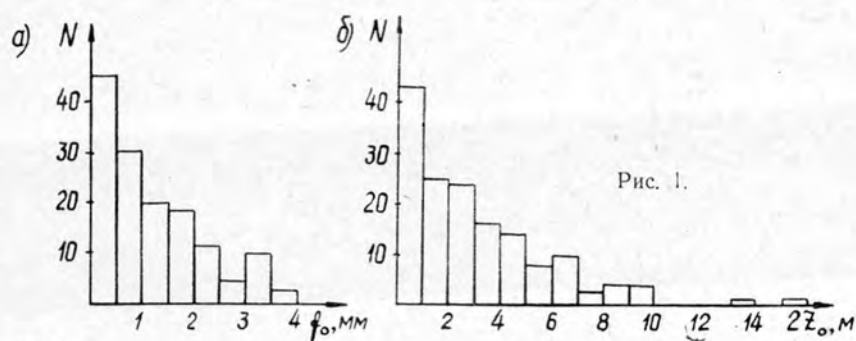


Рис. 1.

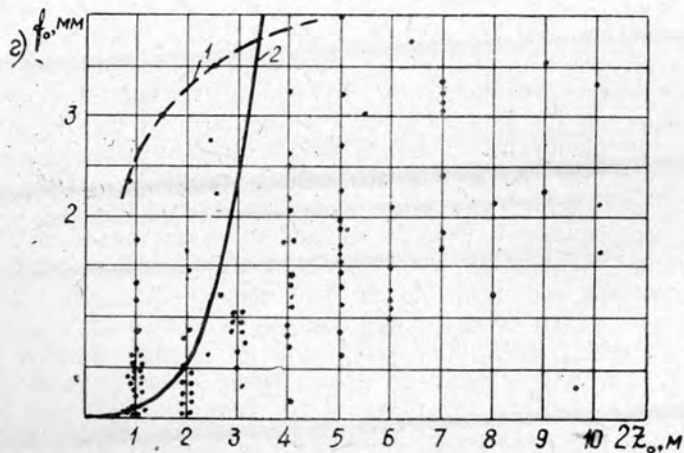
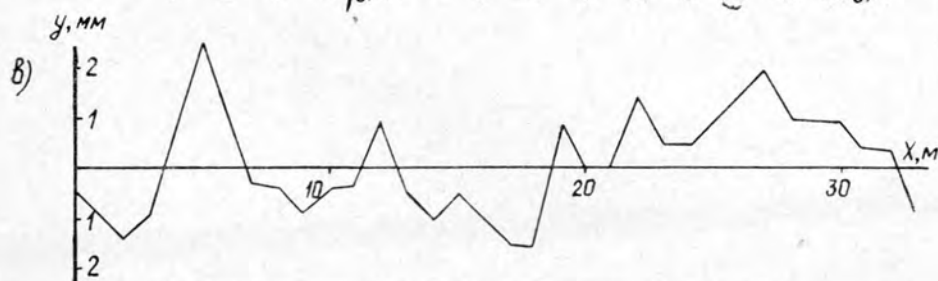


Таблица 1

Лы		Балласт	Земляное полотно	Скрепление	Продольный уклон, ‰
Количество					
на участке, шт.	на звено, шт.				
1074	15—19	Мелкозернистый слабоуплотненный песок	Невысокая насыпь. Водоотвод удовлетворительный	Костыльное, 2 шт. на шпале	1—2
1020	11—17	—	Невысокая насыпь. Застой воды	—	1—2
839	—	Мелкозернистый слабоуплотненный песок с примесью гравия	—	—	1—2
879	12—18	—	—	—	1—2

нов; стыковые скрепления — плоские накладки.

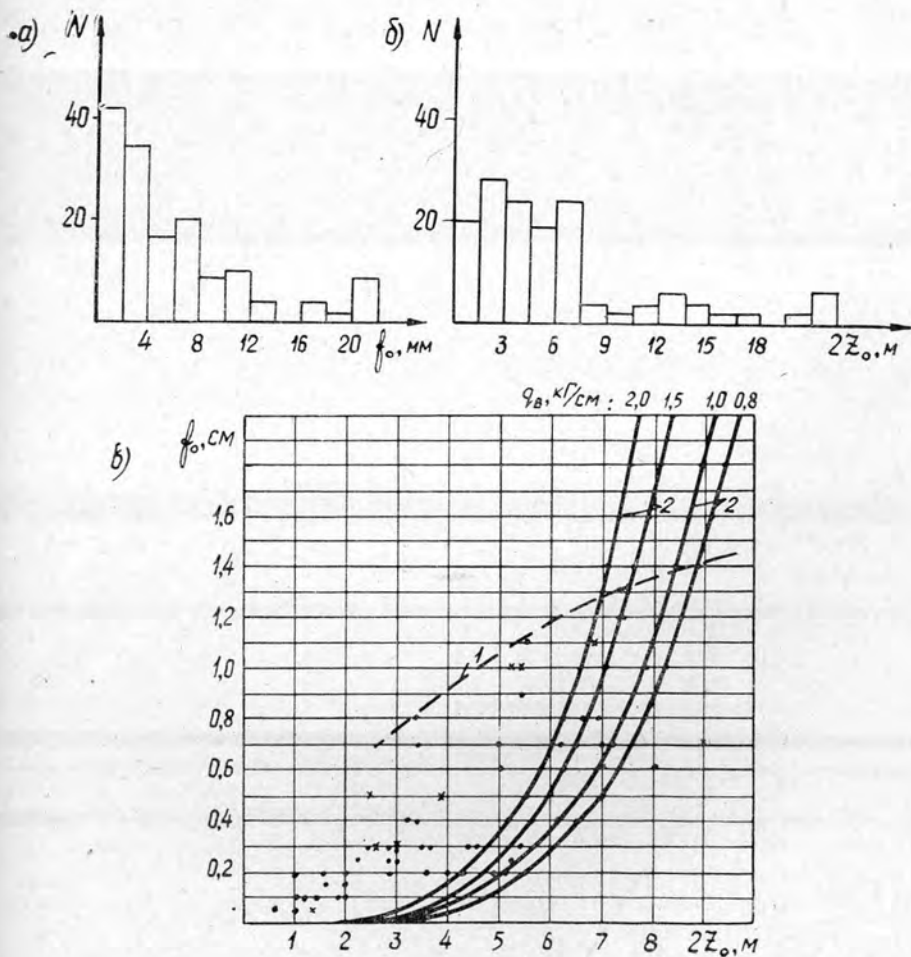


Рис. 2.

где n — число замеров на данном участке;
 y — фактическое расстояние от шнура до рельса;
 x — текущая абсцисса.

При обработке данных измерений вертикальных неровностей предварительно исключали уклон пути и высоту стояния нивелира, поэтому под величиной y понимали расстояние от некоторого условного уровня до поверхности головки рельса.

После определения коэффициентов A и B для каждого участка получили два уравнения оси рельса (в горизонтальной и вертикальной плоскостях) в виде

$$y_0 = A + Bx.$$

Разность между измеренными и рассчитанными по уравнению значениями y определяет ординату неровности рельса в данном сечении

$$f_p = y - y_0.$$

Неровность рельсо-шпальной решетки находили как полусумму ординат неровностей отдельных рельсов.

$$f_0 = \frac{f_{p,l} + f_{p,p}}{2},$$

где $f_{p,l}$ и $f_{p,p}$ — соответственно ординаты неровностей левого и правого рельсов.

Для определения длины неровностей и стрел их прогибов вычерчивали кривые, изображающие фактическое положение оси рельсо-шпальной решетки по отношению к идеальному прямолинейному положению (рис. 1, в). Полученные данные использовали для построения гистограмм и поля распределений (рис. 1, а, б, г — горизонтальные неровности, рис. 2 — вертикальные неровности).

Гистограммы частот стрел прогибов и длин неровностей показывают, что их распределение является пуассоновским, так как наибольшее число точек расположено в начале координат. Таким образом, на лесовозных УЖД преобладают неровности, имеющие небольшую длину и стрелу прогиба. Это закономерно для неровностей как в горизонтальной плоскости, так и в вертикальной. При расчетах пути на устойчивость необходимо рассматривать неблагоприятные условия, когда критическая сила имеет максимальное значение, поэтому определение характеристик распределения в данном случае не имеет смысла. Мы использовали другой способ, основанный на применении приближенной теоретической зависимости между длиной начальной неровности и стрелой ее прогиба в случае, когда критическая сила минимальна [1]

$$s_0 = 2z_0 = 141 \sqrt[3]{\frac{f_0 I}{q}},$$

где f_0 — стрела прогиба начальной неровности;

s_0 — длина неровности;

I — момент инерции рельсо-шпальной решетки в горизонтальной или вертикальной плоскости ($I = 2I_p$);

I_p — момент инерции рельса;

q — интенсивность равномерно распределенных сил поперечного сопротивления.

Кривые, выражающие зависимость s_0 (f_0), наносили на поле распределений (кривые 2 на рис. 1, г, 2, в), которое, в свою очередь, ограничивали кривой 1 — геометрическим местом максимальных стрел про-

гибов. Точки пересечения этих кривых определяли расчетные значения стрел прогибов и длин начальных неровностей для наиболее неблагоприятных условий. Найденные таким образом значения f_0 и s_0 приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ участка	Вертикальная неровность		Горизонтальная неровность	
	Стрела прогиба, мм	Длина, см	Стрела прогиба, мм	Длина, см
1	13,8	820	3,70	330
2	14,5	870	5,35	400
3	14,0	850	4,00	380
4	12,5	790	3,45	375

Полученные результаты показывают, что расчетные вертикальные неровности имеют стрелы прогибов примерно в 3—3,5 раза выше, чем расчетные горизонтальные неровности, а длина первых больше примерно в 2 раза. Различия в размерах стрел прогибов и длин неровностей на отдельных участках свидетельствуют о том, что их величина зависит от качества содержания путей. В то же время тип и длина рельса практически не влияют на размеры неровностей. Во всяком случае, такой зависимости не установлено. Вполне возможно, что это влияние находится за пределами точности выполненных расчетов. Гораздо большее значение могут иметь условия и объем работ по содержанию пути.

По сравнению с неровностями пути дорог широкой колеи горизонтальные неровности пути узкой колеи отличаются меньшей длиной и большей стрелой прогиба. Для расчетов пути УЖД на устойчивость за расчетную величину можно принять $f_{0r} = 5$ мм, $s_{0r} = 400$ см.

При расчете перемещений пути в вертикальной плоскости в процессе потери устойчивости необходимо знать зависимость между длиной начальной неровности и стрелой ее прогиба. Имеющийся материал позволил составить линейные корреляционные уравнения $f_{0B}(s_0)$ и $s_0(f_{0B})$, приведенные в табл. 3.

Таблица 3

№ участка	Корреляционные уравнения (f_{0B} , см, s_0 , см)		Коэффициент корреляции	Средняя ошибка коэффициентов регрессии	
	I	II		σ_1	σ_2
2	$s_0 = 135 + 812 f_{0B}$	$f_{0B} = 0,0262 + 0,00088 s_0$	0,84	0,883	0,784
3	$s_0 = 147 + 760 f_{0B}$	$f_{0B} = 0,0255 + 0,00087 s_0$	0,81	0,892	0,763
4	$s_0 = 151 + 771 f_{0B}$	$f_{0B} = 0,0247 + 0,00091 s_0$	0,84	0,887	0,781

Хотя коэффициент корреляции во всех случаях довольно близок к единице, что указывает на тесную корреляционную связь, ошибка в вычислении s_0 и f_{0B} по этим формулам довольно значительна из-за большого разброса точек.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. И. Морозов. Влияние начальной неровности на устойчивость пути. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1971. [2]. С. П. Першин. Температурные воздействия на рельсовый путь и его влияние на его устройство и условия эксплуатации. Труды МИИТа, вып. 318, 1969.

Поступила 21 марта 1974 г.

УДК 621.86.0:6

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЫЧАЖНЫХ ПЕРЕКЛАДЧИКОВ

Н. В. ЛИВШИЦ, Б. Е. МЕНЬШИКОВ.

Уральский лесотехнический институт

Рассмотрены технологические возможности рычажных перекладчиков, отличающихся размерами и профилем рабочей поверхности рычагов. Выявлены условия перемещения груза без подъема, переворачивания и прижима к плоскости перемещения. Получены аналитические зависимости наибольшего пути перемещения груза для различных рычажных перекладчиков.

Перегрузочные операции играют существенную роль в обеспечении бесперебойной работы лесного нижнего склада. Для большинства перегрузочных операций характерно поперечное перемещение груза на сравнительно короткие расстояния. Эти операции могут быть выполнены с помощью различных перегрузочных устройств: сбрасывателей, сталкивателей, рычажных механизмов, поперечных транспортеров и т. д.

Важное условие для применения перегрузочного устройства — возможность выполнения им ряда технологических требований при перегрузке разнообразных лесных грузов: перемещение на необходимое расстояние; движение груза по определенному профилю перемещения; перегрузка через определенные промежутки времени при периодическом или непрерывном поступлении груза; соединение или разделение груза по потокам.

Этим требованиям в значительной мере удовлетворяют простые рычажные механизмы, представляющие собой группу приводных рычагов, движущихся в вертикальной плоскости. В зависимости от условий работы рычаги совершают различного вида движения (круговое, шаговое, возвратно-качательное и т. д.). Рычажные механизмы занимают небольшие производственные площади, достаточно производительны, просты в устройстве, легко могут быть настроены для работы в различных производственных условиях.

Рассмотрим некоторые технологические возможности различных рычажных перекладчиков, отличающихся размерами и профилем рабочей поверхности. Рычажный перекладчик должен обеспечить перемещение груза без подъема, переворачивания и прижима к плоскости перемещения. Эти условия обеспечиваются определенной величиной угла встречи α и угла предельного контакта α' . Угол встречи α представляет собой угол между рычагами и нормалью к плоскости перемещения груза в начальный момент контакта, а предельный угол контакта α' — угол между плоскостью перемещения и нормалью к рычагу в момент окончания движения груза.

Величины α и α' зависят от ряда факторов и, как показывают расчеты для лесных штучных грузов с плоской опорной поверхностью, максимально допустимое значение угла α колеблется от $\frac{\pi}{6}$ до $\frac{7}{18}\pi$, а минимально допустимое значение угла α' — от 0 до $\frac{1}{8}\pi$.

Для упрощения задачи во всех рассматриваемых случаях принимаем постоянными: расстояние от плоскости перемещения до оси поворота рычагов H (рис. 1) и угол $\alpha' = 0$; это гарантирует условия, при которых не будет прижима груза. Кроме того, в расчетах не учитываем влияние формы и размеров перемещаемого груза.

Профиль рабочей поверхности рычагов переключателя может быть криволинейным, прямолинейным и прямолинейно-ломаным. Если точка a (рис. 1) находится на пересечении вертикали, проходящей через ось поворота рычагов, с плоскостью перемещения груза, то в зависимости от направления передвижения груза по отношению к этой точке криволинейный профиль может быть выполнен по вогнутой или выпуклой кривым различного вида. Наиболее простыми формами криволинейной рабочей поверхности рычагов являются левая и правая эвольвенты окружности радиуса H к точке a . Эвольвентный профиль (рис. 1, позиции I и II) обеспечивает постоянство углов $\alpha = \alpha' = 0$ на всем пути перемещения груза, который определяется по формуле

$$L_э = H\varphi, \quad (1)$$

где φ — угол поворота рычагов;

H — расстояние от плоскости перемещения груза до оси поворота рычагов.

Для криволинейных профилей рабочей поверхности рычагов путь перемещения груза по сравнению с эвольвентными профилями может быть увеличен для вогнутых профилей ($L > L_э$) и уменьшен для выпуклых ($L < L_э$), если эти профили обеспечивают значение $\alpha = \alpha' > 0$.

Наибольшее увеличение или уменьшение пути перемещения груза в этих случаях будет при сохранении предельно допустимого значения $\alpha = \alpha' > 0$ на всем пути перемещения груза.

В общем случае путь перемещения груза рычагами криволинейного профиля при сохранении постоянных значений углов α и α' может быть определен по формуле

$$L = kH\varphi, \quad (2)$$

где k — коэффициент, зависящий от профиля криволинейной поверхности рычагов и величины углов α и α' .

Как видно из формулы (2), путь перемещения груза зависит от величины угла поворота рычагов φ и коэффициента k . Значение угла φ выбирается таким образом, чтобы при повороте рычаги не выходили за габариты устройства. Для вогнутого профиля рычагов при размещении оси поворота рычагов в крайнем нижнем положении $\varphi \leq \frac{\pi}{2}$. Для выпуклого профиля рабочей поверхности угол поворота рычагов φ может быть больше $\frac{\pi}{2}$, однако величина его ограничена допустимым значением угла α . Предельное по этим условиям начальное положение выпуклого профиля рычагов показано на рис. 1 пунктиром.

Величина коэффициента k в зависимости от профиля криволинейной поверхности рычагов при различных значениях углов α и α' приведена на рис. 2.

Из рассмотренного следует, что криволинейные профили рабочей поверхности рычагов дают возможность изменять величину пути перемещения груза в широких пределах. Для прямолинейного и прямолинейно-ломаного профилей рабочей поверхности рычагов (рис. 3) наибольший путь перемещения груза можно определить по следующей общей формуле:

$$L = \pm H \operatorname{tg} \alpha \pm x(1 - \cos \varphi), \quad (3)$$

где H — расстояние от плоскости перемещения груза до оси поворота рычагов;

α — угол встречи рычагов с грузом;

φ — угол поворота рычагов; при $\alpha' = 0$ обычно $\varphi = \alpha$;

x — величина смещения оси поворота рычагов от вертикали aO' .

В этой формуле знак плюс соответствует смещению оси поворота рычагов в направлении перемещения груза. Если ось поворота рычагов смещается в сторону, противоположную направлению перемещения груза, то возможны два случая: при смещении оси поворота до точки O'_2 (рис. 3) второе слагаемое берется со знаком минус; при смещении оси поворота за точку O'_2 с знаком минус принимается первое слагаемое.

При определении наибольшего пути перемещения груза возможны несколько частных случаев, обусловленных конструкцией рабочих органов переключника и положением оси поворота рычагов.

1. Ось поворота рычагов совпадает с их рабочей поверхностью, то есть $x = 0$ (рис. 3, позиция I). Для этого случая

$$L = H \operatorname{tg} \alpha. \quad (4)$$

2. Ось поворота рычагов смещена в направлении движения груза (рис. 3, позиция II). Величина смещения существенно влияет на характер работы переключника. При $x < \frac{H}{\sin \alpha}$ и $\varphi = \alpha$ в работе участвует только верхняя часть рычагов, в этом случае путь перемещения может быть определен по формуле (3). Если $x > \frac{H}{\sin \alpha}$, то $\varphi = \frac{\pi}{2}$ и груз перемещается нижней частью рычагов. Однако это смещение не может быть больше предельной величины, определяемой по условию соблюдения допустимого угла встречи α , то есть $x \leq \frac{H}{\cos \alpha}$.

Таким образом, если $\frac{H}{\sin \alpha} < x \leq \frac{H}{\cos \alpha}$, то путь перемещения груза может быть определен по формуле (3) при $\varphi = \frac{\pi}{2}$

$$L = H \operatorname{tg} \alpha + x. \quad (5)$$

Следовательно, в случае смещения оси поворота рычагов в сторону движения груза величина пути по сравнению с прямолинейными рычагами и осью поворота, совпадающей с рабочей поверхностью, увеличивается. Это можно использовать тогда, когда необходимо перемещать груз на значительное расстояние, при тех же габаритах переключника по высоте.

3. Ось поворота рычагов смещена в сторону, противоположную движению груза до точки O'_2 (рис. 3, позиция III). Характер работы такого переключника зависит от длины рычагов. Если они расположены выше плоскости перемещения на величину не менее $H(1 - \cos \varphi)$, то величина пути груза определяется по общей формуле (3).

В случае, когда рычаги не выступают над поверхностью перемещения, величина пути зависит от величины смещения оси поворота рычагов от точки O . Если смещение оси поворота $x \leq \frac{H \operatorname{tg} \alpha}{1 + \cos \alpha}$, то путь также находится по формуле (3), так как $\varphi = \alpha$,

При $x > \frac{H \operatorname{tg} \alpha}{1 + \cos \alpha}$ $\varphi < \alpha$; $\alpha' \neq 0$, поэтому путь перемещения может быть определен по формуле

$$L = 2(H \operatorname{tg} \alpha - x). \quad (6)$$

Свойство уменьшения пути движения груза рычагами такого типа, а при $x > \frac{H \operatorname{tg} \alpha}{H \cos \alpha}$ и пути рычагов над поверхностью перемещения, может быть использовано в случаях, когда по условиям работы требуется круговое или шаговое движение рычагов переключика при небольшом расстоянии перемещения и многорядном поступлении груза.

4. Ось поворота рычагов смещена в сторону, противоположную движению груза, за точку O'_2 до точки O'_3 (рис. 3, позиция IV). В этом случае для выполнения условия предельного угла контакта α' необходимо, чтобы длина выступающей части рычагов над плоскостью перемещения была не менее

$$(x - H \operatorname{tg} \alpha) \sin \alpha + H(1 - \cos \alpha). \quad (7)$$

Путь перемещения груза определяется по формуле (3) с отрицательным значением первого слагаемого. Груз не будет перемещаться рычагами, если ось поворота смещена в сторону, противоположную направлению движения груза на расстояние $x \gg \frac{H \operatorname{tg} \alpha}{1 - \cos \alpha}$, то есть за точку O'_3 .

Поступила 14 января 1974 г.

УДК 621.311.4

О ПРИМЕНЕНИИ РЕГУЛЯТОРОВ МОЩНОСТИ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТАНОВОК ПО ТОКУ И ПО НАПРЯЖЕНИЮ НА ПОДСТАНЦИЯХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

И. Б. ПОТАПОВСКИЙ, В. Д. ДЕНИСЛАМОВ

Уральский лесотехнический институт

Дан анализ регуляторов мощности компенсирующих установок по величине тока в нагрузке и по напряжению на шинах подстанции применительно к промышленным предприятиям с переменной нагрузкой. Сделан вывод, что подобные регуляторы нерационально использовать на подстанциях лесопромышленных предприятий, так как они не способствуют заметно повышению коэффициента мощности.

В связи с возрастающим потреблением электроэнергии на лесопромышленных предприятиях острее ставится вопрос о наиболее полном использовании установленных мощностей электроподстанций и экономном расходе электроэнергии. Один из основных показателей рационального использования электроэнергии промышленными предприятиями — коэффициент мощности $\cos \varphi$, который в электрических сетях предприятий лесной промышленности весьма мал и колеблется в пределах $0,5 \div 0,7$. В результате леспромхозы вынуждены выплачивать штрафы в виде надбавок к тарифу в размере от 25 до 85% платы за электроэнергию.

Для повышения мощности используют компенсирующие устройства. Однако при групповой или централизованной компенсации, которая позволяет исключить возможность появления неучтенных потерь электроэнергии, в результате использования компенсаторов в часы

слабой нагрузки, предприятия энергосбыта требуют применения автоматического регулирования мощности компенсирующих устройств.

Для автоматического управления мощностью компенсаторов на подстанциях предприятий многих отраслей промышленности наиболее широкое применение нашли регуляторы, реагирующие на величину тока в нагрузке или на напряжение на шинах подстанции. Однако специфические особенности производства лесопромышленных предприятий (широкие пределы изменения тока в нагрузке и случайный характер его изменений) не позволяют использовать эти регуляторы, так как их применение не способствует заметному повышению коэффициента мощности.

Ниже приводится анализ регуляторов по току в нагрузке и по напряжению на шинах подстанции применительно к лесопромышленным предприятиям, на которых, согласно данным, полученным при исследованиях в Талицком, Залазнинском и Афанасьевском леспромхозах, ток в нагрузке изменяется в пределах $0,21 \div 1$ ном (где 1 ном — номинальный ток в нагрузке). Так как величина тока в нагрузке зависит от коэффициента мощности, то при анализе в качестве аргумента (независимой переменной) принимается активная составляющая тока в нагрузке.

Регуляторы, реагирующие на величину тока в нагрузке, как правило, формируют команду на включение компенсирующей установки в том случае, когда ток в нагрузке достигнет заданного верхнего порогового значения I_{n1} . При величине тока ниже заданного нижнего порогового значения I_{n2} формируется команда на отключение компенсирующей установки. При этом ширина зоны нечувствительности регулятора определяется разностью пороговых значений токов, то есть

$$\Delta I_n = I_{n1} - I_{n2}.$$

Известно, что ток, протекающий через сопротивление токоприемников предприятия, представляющее, как правило, комплексную нагрузку, может быть выражен как

$$I_a = I_n \cos \varphi_n, \quad (1)$$

где I_n — модуль комплексного тока в нагрузке;

I_a — активная составляющая тока в нагрузке;

φ_n — угол фазового сдвига тока в нагрузке относительно напряжения на шинах подстанции.

На основании уравнения (1) можно записать

$$\cos \varphi_{n1} = \frac{I_a}{I_{n1}}; \quad (2)$$

$$\cos \varphi_{n2} = \frac{I_a}{I_{n2}}; \quad (3)$$

$$\Delta \cos \varphi_n = I_a \left(\frac{1}{I_{n2}} - \frac{1}{I_{n1}} \right), \quad (4)$$

где $\cos \varphi_{n1}$ — пороговое значение коэффициента мощности, при котором формируется команда на включение компенсаторов;

$\cos \varphi_{n2}$ — пороговое значение коэффициента мощности, при котором формируется команда на отключение компенсаторов;

$\Delta \cos \varphi_n$ — ширина зоны нечувствительности регулятора по коэффициенту мощности.

Регуляторы, реагирующие на величину напряжения на шинах подстанции, формируют команду на включение компенсирующей установки

в том случае, когда напряжение на шинах подстанции достигает нижнего заданного порогового значения U_{n1} . Команда на отключение компенсирующей установки формируется при достижении верхнего порогового значения U_{n2} . Ширина зоны нечувствительности регулятора определяется разностью пороговых значений

$$\Delta U_n = U_{n2} - U_{n1}.$$

Для определения зависимости чувствительности регулятора по $\cos \varphi$ от активной составляющей тока в нагрузке воспользуемся известной формулой

$$U_n = U_1 - \sqrt{3} I_n (R_n \cos \varphi_n + X_n \sin \varphi_n), \quad (5)$$

где U_n — напряжение на шинах подстанции;
 U_1 — напряжение в начале линии электропередачи;
 R_n — активное сопротивление линии электропередачи;
 X_n — индуктивное сопротивление линии электропередачи.

Если активное сопротивление линии электропередачи значительно больше индуктивного (что характерно для многих леспромхозов, где из-за сравнительно небольшого потребления электрических мощностей сечение проводов линий электропередачи невелико), регуляторы данного типа не могут быть использованы, так как напряжение на шинах подстанции при неизменной величине напряжения в начале линии электропередачи зависит только от активной составляющей тока в нагрузке.

При соизмеримых активном и индуктивном сопротивлениях линии электропередачи уравнение (5) может быть записано в следующем виде:

$$U_n = U_1 - \sqrt{3} I_a R_n - \sqrt{3} I_a X_n \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi_n}}{\cos \varphi_n}, \quad (6)$$

отсюда

$$\cos \varphi_{n1} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{U_1 - U_{n1}}{\sqrt{3} I_a X_n} - \frac{R_n}{X_n} \right)^2}}; \quad (7)$$

$$\cos \varphi_{n2} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{U_1 - U_{n2}}{\sqrt{3} I_a X_n} - \frac{R_n}{X_n} \right)^2}}; \quad (8)$$

$$\Delta \cos \varphi_n = \cos \varphi_{n2} - \cos \varphi_{n1}. \quad (9)$$

При рассмотрении уравнений (2) ÷ (4) и (7) ÷ (9) становится очевидным следующее:

с уменьшением активной составляющей тока в нагрузке чувствительность регуляторов обоих типов по коэффициенту мощности ухудшается;

ширина зоны нечувствительности регуляторов по коэффициенту мощности уменьшается со снижением активной составляющей тока в нагрузке и при $I_a = 0$ $\Delta \cos \varphi_n = 0$;

для регулятора, реагирующего на величину тока в нагрузке, максимальная величина тока должна быть ограничена значением I_{n2} с целью обеспечения устойчивой работы системы компенсации и исключения возможности формирования команды на включение компенсаторов при опережающем угле фазового сдвига;

для регулятора, реагирующего на величину напряжения на шинах подстанции, функционирование только при индуктивном характере на-

грузки может быть обеспечено, если максимальная величина активной составляющей тока ограничена значением $\frac{U_{n1} - U_{n2}}{\sqrt{3} R_n}$;

характер изменения чувствительности регуляторов, реагирующих на величину напряжения на шинах подстанции, зависит от параметров линии электропередачи и в каждом конкретном случае различен;

команды на отключение компенсирующих установок регуляторы обоих типов формируют при отстающем угле фазового сдвига.

Графические зависимости пороговых значений коэффициента мощности от величины активной составляющей тока в нагрузке для регуляторов обоих типов представлены на рис. 1 и 2.

Анализируя изложенное, можно сделать вывод, что регуляторы, реагирующие на величину тока в нагрузке и на величину напряжения на шинах подстанции, позволяют предотвратить перегрузку сети и в

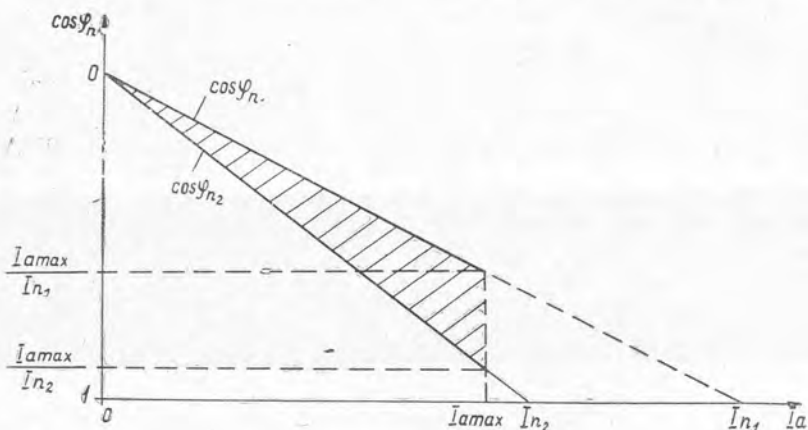


Рис. 1. График зависимости $\cos \varphi_n$ от I_a при $I_{n1} = \text{const}$ и $I_{n2} = \text{const}$ для регуляторов мощности компенсирующих установок по току в нагрузке.

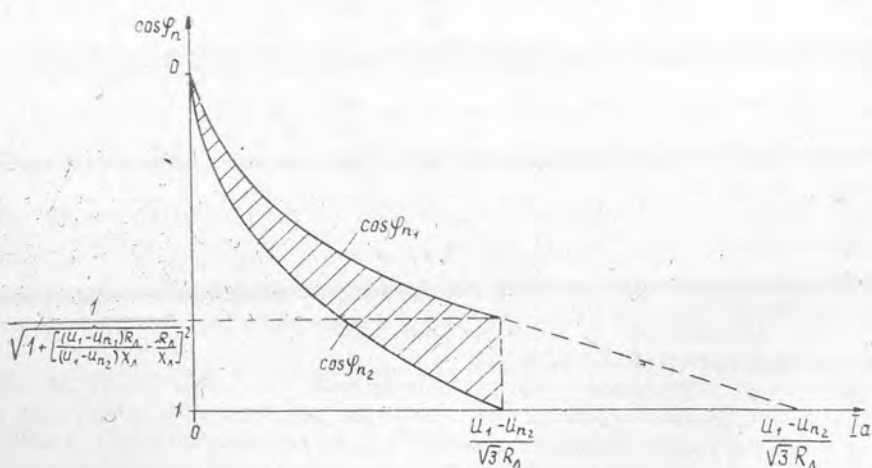


Рис. 2. График зависимости $\cos \varphi_n$ от I_a при $U_{n1} = \text{const}$, $U_{n2} = \text{const}$, $R_n = \text{const}$ и $X_n = \text{const}$ для регуляторов мощности компенсирующих установок по напряжению на шинах подстанции.

случае, когда компенсаторы подключены на стороне низкого напряжения, — перегрузку трансформаторов, установленных на подстанции промышленного предприятия. Однако если величина потребляемой предприятием мощности изменяется в широких пределах, что характерно для лесопромышленных предприятий, то в результате выявленной зависимости $\cos \varphi_n$ от активной составляющей тока в нагрузке регуляторы подобного типа мало способствуют повышению коэффициента мощности.

Следовательно, если исходить из интересов потребителей электроэнергии, установка рассмотренных регуляторов на подстанциях предприятий лесной промышленности нецелесообразна, так как это не обеспечивает заметного снижения штрафов за низкий $\cos \varphi$.

Поступила 1 апреля 1974 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 621.933.6

УПРУГИЕ ВАЛЬЦЫ МЕХАНИЗМОВ ПОДАЧ
ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ

В. Я. ФИЛЬКЕВИЧ

Ленинградская лесотехническая академия

Получено периодическое решение дифференциального уравнения движения бревна и посылочных вальцов для случая изменения сил отбоя пил в лесопильных рамах по закону прямоугольного импульса. Рассмотрены условия, оправдывающие применение подпружиненных вальцов в лесопильных рамах с непрерывно-постоянными подачами.

В лесопильных рамах с кривошипно-ползунными механизмами резания и непрерывно-постоянными подачами бревен в процессе пиления возникают так называемые силы отбоя, оказывающие вредное влияние на работу лесопильной установки.

На устранение этого недостатка существующих конструкций лесопильных рам затрачено много усилий, тем не менее у нас и за рубежом продолжают поиски новых решений путем создания механизмов непрерывно-переменных подач (ЛТА) и использования рычажно-шарнирных механизмов резания (ЦНИИМОД, ВНИИДМАШ).

Среди различных механических, гидравлических и электромеханических устройств, применяемых в лесопилении для устранения или частичного уменьшения вредного действия сил отбоя, особое место занимают подпружиненные вальцы, которые в дальнейшем будем называть упругими (рис. 1).

Упругие вальцы, предложенные проф. Б. Тунелла, были использованы фирмой «Содерхамн» в лесопильной раме конструкции «Максимус». Они состоят из внутренней ведущей части 1, жестко закрепленной на валу 2, и внешней ведомой части 3, соединяющейся с ведущей частью пружинами 4.

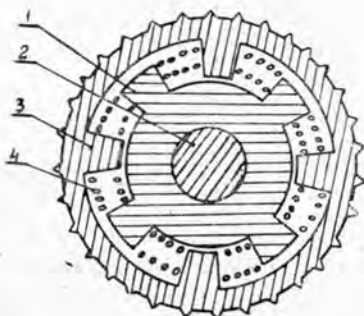


Рис. 1. Схема упругого вальца.

Принципиальное отличие упругих вальцов от других устройств, применяемых для «сглаживания» пиков сил отбоя, состоит в том, что после прекращения действия сил отбоя работа, затраченная на деформацию упругого элемента вальца, почти полностью возвращается в форме кинетической энергии движения бревна в сторону подачи; кроме того, упругие вальцы компактны, в них отсутствуют кинематические пары повышенного износа.

Однако включение дополнительного упругого элемента в систему механизма подачи имеет и свои недостатки, связанные с необходимостью

стью достаточно точной настройки элемента, которая обеспечивает, с одной стороны, непрерывное контактирование зубьев вальцов с древесиной и плавное движение бревна и, с другой, — допустимые потери подачи.

Так как давление, воспринимаемое зубьями пил, равно реакции со стороны вальцов, пропорциональной величине упругого перемещения и скорости деформации, то исследование работы упругих вальцов сводится к изучению характера ее изменения в зависимости от механических параметров механизма подачи.

С достаточной точностью движение бревна можно исследовать на модели, состоящей из двух приведенных масс: ведущей массы m_1 механизма подачи и ведомой массы m_2 бревна с поддерживающей тележкой; приведенные массы связаны между собой упругой связью с приведенной жесткостью

$$C = 2C_2 \left(\frac{C_H}{C_H + C_2} + \frac{C_B}{C_B + C_2} \right), \quad (1)$$

где C_2 — жесткость упругих элементов вальцов;
 C_H и C_B — приведенные жесткости упругих связей нижнего и верхнего вальцов с бревном.

К массам m_1 и m_2 приложены соответственно движущая сила P_d , которую будем считать постоянной, и сила сопротивления $P(t)$, зависящая от времени.

Силу давления бревна на зубья пил принимаем равной динамической реакции вальцов

$$P = (x_1 - x_2) C. \quad (2)$$

Перемещение x_1 и x_2 приведенных масс вальцов и бревна находим из уравнений

$$\begin{aligned} m_1 x_1'' + C(x_1 - x_2) - P_d &= 0; \\ m_2 \ddot{x}_2 - C(x_1 - x_2) + P(t) &= 0 \end{aligned}$$

или, обозначая

$$\begin{aligned} x &= x_1 - x_2; \\ Q(t) &= \frac{P_d}{m_1} + \frac{P(t)}{m_2}; \end{aligned} \quad (3)$$

$$k^2 = \frac{C(m_1 + m_2)}{m_1 m_2}, \quad (4)$$

получим

$$x'' + k^2 x = Q(t). \quad (5)$$

Решение уравнения (5) для вынужденных колебаний

$$x = \frac{1}{k} \int_0^t Q(\tau) \sin k(t - \tau) d\tau,$$

где τ — переменная интегрирования.

Силы отбоя $P(t)$ изменяются периодически с периодом, равным времени одного оборота коленчатого вала $T = \frac{2\pi}{\omega}$ (где ω — угловая скорость вращения вала).

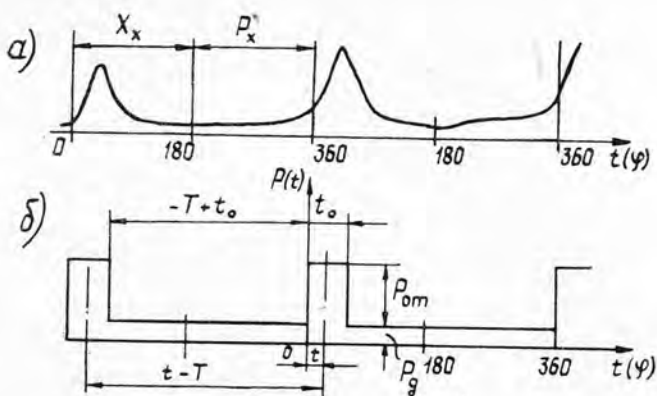


Рис. 2.

Периодическое решение уравнения (5) только для вынужденных колебаний

$$x = \frac{1}{2k} \left[\int_{t-T}^t Q(\tau) \cdot \sin k(t-\tau) d\tau + \operatorname{ctg} \frac{kT}{2} \int_{t-T}^t Q(\tau) \cos k(t-\tau) d\tau \right]. \quad (6)$$

Форма решения уравнения (6) зависит от характера изменения возмущающей силы $Q(\tau)$.

На рис. 2, а показана осциллограмма горизонтальных сил сопротивления движению бревна (по А. С. Коргушову) за холостой и рабочий ходы пильной рамки. Эти силы заметно растут в конце рабочего хода и достигают максимального значения в первой четверти холостого хода пильной рамки. Характер изменения горизонтальных сил зависит от наклона пил, существенно влияющего на продолжительность действия сил отбоя; высоты пропила; подачи на зуб; породы древесины и ее влажности; состояния валцов и др.

Учитывая, что многие параметры движения приведенных масс оценивают весьма приблизительно (например, жесткость упругой связи бревна с валцом), можно сложную кривую горизонтальных сил заменить более простой. Известно, что при одинаковых максимальных значениях возмущающих сил и одинаковой продолжительности их действия величина деформации упругой связи тем больше, чем больше крутизна фронта импульса силы, поэтому аппроксимируем экспериментальную кривую горизонтальных сил графиком в форме прямоугольного импульса, что обеспечит надежность результатов исследования (рис. 2, б).

Начало действия сил отбоя совместим с началом координат в крайнем нижнем положении пильной рамки, тогда на участках диаграммы сил $0 < t < t_0$ и $t_0 < t < T$ (где t_0 — время действия сил отбоя) силы сопротивления

$$P(t) = P_d + P_{от}; \quad P(t) = P_d.$$

Используя уравнение (6), найдем расчетные формулы упругих перемещений x_1 и x_{II} системы «механизм подачи — бревно» для каждого из участков диаграммы сил

$$x_1 = - \frac{P_{от} \cdot \sin \frac{k}{\omega} \pi (1 - \lambda)}{k^2 m_2 \sin \frac{k}{\omega} \pi} \cos \frac{k}{\omega} (\varphi - \lambda \pi) + \frac{P_d}{C} + \frac{P_{от}}{k^2 m_2}; \quad (7)$$

$$x_{11} = \frac{P_{от} \cdot \sin \frac{k}{\omega} \lambda \pi}{k^2 m_2 \sin \frac{k}{\omega} \pi} \cdot \cos \frac{k}{\omega} [\pi (1 + \lambda) - \varphi] + \frac{P_d}{C}, \quad (8)$$

где $\varphi = \omega t$ — угол поворота кривошипа коленчатого вала, отсчитываемый от крайнего нижнего положения пильной рамки;

$$\lambda = \frac{t_0}{T}.$$

Как видно из уравнений (7) и (8), резонансное состояние механизма подачи наступает при частоте k собственных колебаний системы, кратной частоте ω возмущающей силы отбоя. В этих случаях следует ожидать работу механизма подачи крайне неспокойной, а скорость движения бревна, его остановку и даже движение в сторону, обратную подаче, неравномерными. Возможность получения подобной частоты следует учитывать при проектировании механизмов подач как с жесткими, так и с упругими вальцами.

Умножая значение упругой деформации на величину жесткости C и заменяя k^2 из равенства (4), получим уравнение силы, воспринимаемой зубьями пил,

$$P = - \frac{P_{от} \cdot m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{\sin \frac{k}{\omega} \pi (1 - \lambda)}{\sin \frac{k}{\omega} \pi} \cdot \cos \left[\frac{k}{\omega} (\varphi - \lambda \pi) \right] + \frac{P_d (m_1 + m_2) + P_{от} \cdot m_1}{m_1 + m_2}. \quad (9)$$

Из отношения силы P к силе, статически нагружающей систему,

$$P_{ст} = \frac{P_d (m_1 + m_2) + P_{от} \cdot m_1}{m_1 + m_2},$$

определяем коэффициент амортизации

$$k_A = \left| 1 - \frac{\sin \frac{k}{\omega} (\pi - \lambda) \cdot \cos \frac{k}{\omega} \lambda \pi}{D \cdot \sin \frac{k}{\omega} \pi} \right|, \quad (10)$$

где

$$D = 1 + \frac{P_d (m_1 + m_2)}{P_{от} \cdot m_1}.$$

Целесообразность применения упругих вальцов в качестве амортизаторов ударных нагрузок от сил отбоя оценивают неравенством $k_A < 1$.

Применительно к данным лесопильной рамы РД75-2 на рис. 3 показан график зависимости коэффициента амортизации от отношения частот $\frac{k}{\omega}$. Как видно, условие $k_A < 1$ выполняется в сравнительно узком диапазоне отношения частот $\frac{k}{\omega}$, что связано с необходимостью строго соблюдать заданные величины жесткостей упругих связей механизма подачи. Выполнение этого требования в условиях рамной рас-

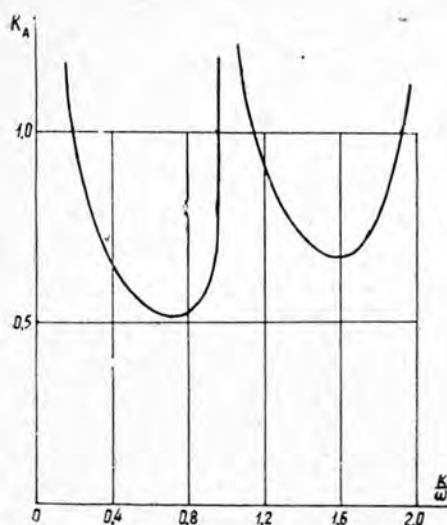


Рис. 3.

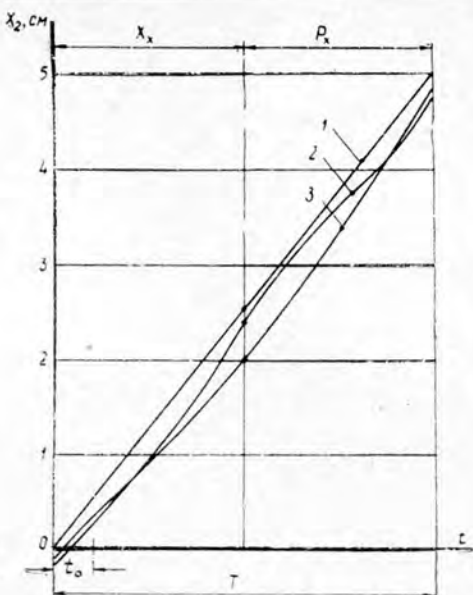


Рис. 4.

пиловки бревен с крайне неоднородной поверхностью сопряжено с преодолением известных трудностей.

Укажем еще на одно обстоятельство, в значительной мере ограничивающее использование упругих вальцов. Дело в том, что собственная частота k системы зависит от жесткости C и уменьшается вместе с ней, поэтому применение коэффициентов амортизации с $\frac{k}{\omega} < 1$, то есть упругих вальцов с большой податливостью, связано с большими потерями подачи бревна и вряд ли целесообразно.

Уравнения (7) и (8) позволяют с достаточной для практических расчетов точностью определить закон движения бревна. Полагая, что движение приведенной массы механизма подачи происходит с постоянной скоростью

$$x_1 = vt = \frac{\Delta}{2\pi} \varphi,$$

и имея в виду, что $x_2 = x_1 - x$, получим для участков диаграммы сил, соответствующих времени $0 < t < t_0$ и $t_0 < t < T$,

$$x_2^I = \frac{\Delta}{2\pi} \varphi + \frac{P_{от} \cdot \sin \frac{k}{\omega} \pi (1 - \lambda)}{k^2 \cdot m_2 \sin \frac{k}{\omega} \pi} \cos \frac{k}{\omega} (\varphi - \lambda \pi) - \left(\frac{P_{л}}{C} + \frac{P_{от}}{m_2 k^2} \right); \quad (11)$$

$$x_2^{II} = \frac{\Delta}{2\pi} \varphi - \frac{P_{от} \cdot \sin \frac{k}{\omega} \lambda \pi}{k^2 m_2 \sin \frac{k}{\omega} \pi} \cos \frac{k}{\omega} [\pi(1 + \lambda) - \varphi] - \frac{P_{л}}{C}. \quad (12)$$

Графики перемещений бревна, подсчитанные по уравнениям (11) и (12) применительно к данным рамы РД 75-2, показаны на рис. 4. Как видно, при отношении $\frac{k}{\omega} = 0,8$ (кривая 3) потери подачи значи-

тельно больше, чем при $\frac{k}{\omega} = 1,3$ (кривая 2); прямая 1 показывает теоретический путь бревна.

Следует обратить внимание, что для механизмов подачи с фракционными вариаторами

$$1,2 < \frac{k}{\omega} < 1,5;$$

это соответствует коэффициенту амортизации $k_A < 0,7$ (рис. 3). Значит, вследствие упругости звеньев механизма подачи зубья пил воспринимают примерно $2/3$ величины силы отбоя. Однако уменьшение жесткости упругой связи бревна с вальцами, например, из-за изношенности зубьев вальцов или засоренности их опилками, может привести к снижению частоты k до пределов, при которых отношение $\frac{k}{\omega}$ будет приближаться к резонансным значениям коэффициента амортизации, что резко ухудшит работу механизма подачи.

При выводе уравнений движения бревна, упругих деформаций, коэффициента амортизации и др. мы делали различные допущения о характере изменения сил отбоя, продолжительности их действия, но тем не менее полученные расчетные формулы устанавливают зависимости между основными механическими параметрами, определяющими успешную работу механизма подачи и целесообразность применения упругих вальцов.

Поступила 25 января 1974 г.

УДК 674.055 : 621.925

О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА СИЛУ РЕЗАНИЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ АБРАЗИВНЫМИ КРУГАМИ

А. И. ЯЦЮК, И. М. ЗАЯЦ, А. В. ЯКУБОВСКИЙ, В. Н. ЧУРЗИН,
С. М. ПЛОЩАНСКИЙ

Львовский лесотехнический институт

Приведены результаты исследования влияния скоростей резания и подачи, твердости круга, зернистости абразива и породы древесины на составляющие силы резания. Получены аналитические зависимости влияния некоторых факторов на составляющие силы резания. Даны рекомендации по практическому использованию результатов исследования в промышленности.

Исследования проводили при шлифовании древесины хвойных пород вдоль волокон в радиальной плоскости. Влажность древесины $8 \pm 2\%$, размеры образцов $500 \times 45 \times 45$ мм. Изучали влияние глубины резания, скоростей резания и подачи, твердости круга, зернистости абразива и породы древесины на составляющие силы резания. Для измерения последних использован двухкомпонентный тензометрический динамометр. Силовые параметры записывали на фотобумагу при помощи осциллографа OT-24-51 без предварительного усиления.

Опытами установлено, что глубина резания и зернистость абразива существенно влияют на составляющие силы резания (рис. 1). С увеличением глубины резания составляющие силы резания возрастают, имея в первом приближении зависимость, близкую к линейной. Этот

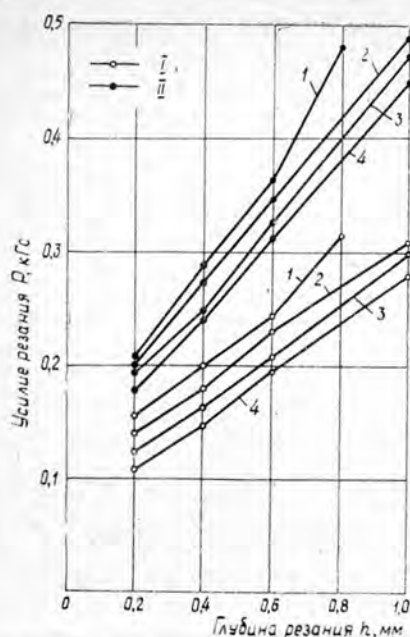


Рис. 1. Зависимость составляющих силы резания от глубины резания при шлифовании.

I — зернистость круга $z = 40$; 2 — $z = 50$; 3 — $z = 63$; 4 — $z = 80$; I — P_T ; II — P_R .
(Материал абразива — стекло; твердость круга $H_K = 1282$ кс/см²; структура № 7; скорость резания $v = 35$ м/сек; скорость подачи $U = 10$ м/мин; древесина — сосна).

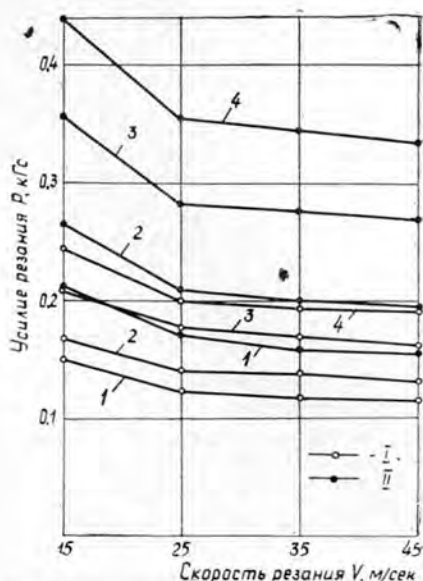


Рис. 2. Зависимость составляющих силы резания от скорости резания.

I — подача на 1 оборот круга $U_0 = 1,64$ мм/об; 2 — $U_0 = 2,84$; 3 — $U_0 = 5,10$; 4 — $U_0 = 6,60$ мм/об
I — P_T ; II — P_R . (Твердость круга $H_K = 1282$ кс/см²; структура № 7 зернистость абразива $z = 50$; материал абразива — стекло; глубина резания $h = 0,2$ мм).

рост можно объяснить повышением нагрузки, действующей на активно работающие зерна круга, за счет увеличения толщины стружки, снимаемой активными зернами.

Увеличение зернистости абразива приводит к уменьшению составляющих силы резания, что объясняется снижением общей нагрузки, действующей на режущий инструмент за счет уменьшения количества активно работающих граней зерен на единице рабочей поверхности круга.

При математической обработке зависимостей радиальной P_R и тангенциальной P_T составляющих силы резания от глубины шлифования и зернистости абразива получаем выражения

$$P_{R_{h,z}} = (0,448 - 0,0014z)h - 0,0006z + 0,15; \quad (1)$$

$$P_{T_{h,z}} = (0,284 - 0,0011z)h - 0,00093z + 0,14; \quad (2)$$

где z — номер зернистости абразива;
 h — глубина резания, мм.

Выражения (1) и (2) справедливы для определения радиальной и тангенциальной составляющих силы резания при шлифовании древесины сосны вдоль волокон в радиальной плоскости кругами твердостью 1282—1322 кс/мм²; структура № 7; скорость резания $v = 35$ м/сек; скорость подачи $U = 10$ м/мин ($U_0 = 3,00$ мм/об).

Влияние скорости резания на силы P_R и P_T определяли при разных подачах на 1 оборот круга (рис. 2). Из этого рисунка видно, что

при скорости резания 15 м/сек составляющие силы резания имеют наибольшее значение. При скоростях резания больше 25 м/сек составляющие силы резания изменяются незначительно и в первом приближении их можно считать постоянными. Этим еще раз подтверждаются выводы [1], [4] о том, что при малых скоростях резания разрушение древесины происходит в зоне упругих и пластических деформаций, в связи с чем составляющие силы резания имеют большие значения. С увеличением же скорости резания пластические деформации не успевают развиваться и разрушение древесины происходит в зоне упругих деформаций, следовательно, силы резания уменьшаются. Увеличение подачи на 1 оборот круга приводит к линейному возрастанию составляющих силы резания.

Данные рис. 2 описываются выражениями

$$P_{R_{v, U}} = \frac{U_0}{0,605v^{0,00362} e^{-0,745}} + \frac{1}{0,118v^{0,0062} e^{-0,712}}; \quad (3)$$

$$P_{T_{v, U}} = \frac{U_0}{1,052v^{0,0076} e^{-0,672}} + \frac{1}{0,583v^{0,0014} e^{-0,318}}, \quad (4)$$

где v — скорость резания, м/сек;

U_0 — подача на 1 оборот круга, мм/об.

С помощью выражений (3) и (4) получены коэффициенты, учитывающие интенсивность изменения составляющих силы резания от скорости резания и подачи на 1 оборот круга. Численные значения этих коэффициентов приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Скорость резания v , м/сек	15	20	25	30	35	40	45
Коэффициент a_v	1,25	1,15	1,07	1,05	1,00	0,98	0,96

Таблица 2

Подача на 1 оборот круга U_0 , мм/об	2	3	4	5	6	7
Коэффициент a_{U_0}	0,82	1,00	1,18	1,35	1,53	1,71

Опытами установлено, что при всех прочих равных условиях шлифования твердость круга оказывает влияние на составляющие силы резания. На рис. 3 показана зависимость составляющих силы резания от твердости круга при постоянных скоростях резания и подачи и разных глубинах шлифования. Эти данные свидетельствуют, что с повышением твердости круга составляющие силы резания возрастают, имея зависимость, близкую к линейной. Этот рост можно объяснить следующим. Для принятых в исследованиях глубин шлифования и скорости резания взята скорость подачи, соответствующая работе исследуемых кругов примерно в режиме самозатачивания, и, как было указано в ряде работ [2], [3], при работе круга в этом режиме последний самозатачивается за счет откалывания отдельных кусочков от зерен и выкрашивания целых зерен. При этом также имеет место некоторое снижение режущей способности круга вследствие притупления режущих граней зерен. С повышением твердости круга интенсивность его притупления возрастает, что способствует увеличению трения в зоне резания и, следовательно, повышению сил резания. Установлено также, что с

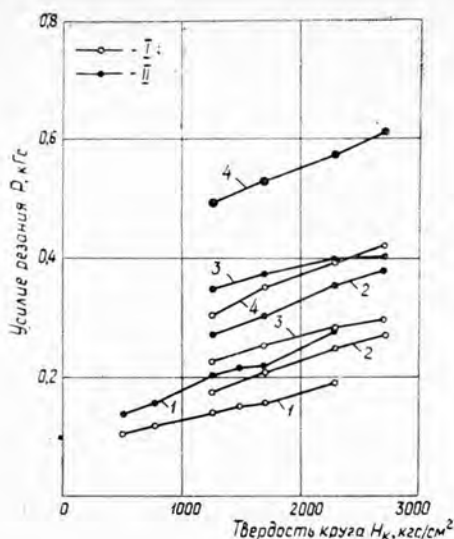


Рис. 3. Зависимость составляющих силы резания от твердости круга структуры № 7 зернистостью 50.

1 — глубина резания $h = 0,2$ мм;
 2 — $h = 0,4$; 3 — $h = 0,6$; 4 — $h = 1,0$ мм; I — PT; II — PR.
 (Скорость резания $v = 35$ м/сек;
 скорость подачи $U = 10$ м/мин).

возрастанием твердости круга количество активно работающих граней зерен на единице его рабочей поверхности увеличивается и силы, действующие на каждое из активных зерен при одной и той же глубине резания, несколько уменьшаются, однако общие усилия, действующие на круг, возрастают.

Нами получены численные значения коэффициента, учитывающего твердость круга (табл. 3).

Таблица 3

Твердость круга $H_k, \text{кгс/см}^2$	500	700	900	1100	1300	1500	1700	1900	2100	2300	2500
Коэффициент a_k	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	1,07	1,13	1,20	1,25	1,32	1,38

Исследования влияния породы древесины на силовые параметры проводили при шлифовании древесины сосны, ели и пихты. Опытами установлено, что порода древесины влияет на численные значения составляющих силы резания. Как и следовало ожидать, с повышением механических характеристик обрабатываемой древесины силы резания возрастают.

Численные значения коэффициента, учитывающего породу древесины, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Порода древесины	Сосна	Ель	Пихта
Коэффициент a_n	1,00	0,78	0,58

Принимая выражения (1) и (2) за основу и вводя в них коэффициенты, учитывающие влияние различных факторов, а также ширину шлифованной поверхности, получим общие уравнения для определения

составляющих силы резания при шлифовании древесины абразивными кругами

$$P_R = b[(0,448 - 0,0014z)h - 0,0006z + 15]a_v a_{U_0} a_k a_n; \quad (5)$$

$$P_T = b[(0,284 - 0,11z)h - 0,0009z + 0,14]a_v a_{U_0} a_k a_n, \quad (6)$$

где b — ширина шлифования, мм;
 z — номер зернистости абразива;
 h — глубина шлифования, мм;
 a_v — коэффициент, учитывающий скорость резания;
 a_{U_0} — коэффициент, учитывающий подачу на 1 оборот круга;
 a_k — коэффициент, учитывающий твердость круга;
 a_n — коэффициент, учитывающий породу древесины.

Из рис. 1—3 видно, что во всех случаях шлифования радиальная составляющая силы резания имеет несколько большую тенденцию к возрастанию по сравнению с тангенциальной составляющей. В связи с этим коэффициенты, учитывающие влияние различных факторов на радиальную и тангенциальную составляющие силы резания при всех прочих равных условиях шлифования, отличаются друг от друга. Однако это различие незначительно и с достаточной для практики точностью коэффициенты можно считать одинаковыми. Приведенные в табл. 1—4 коэффициенты имеют средние численные значения.

Следовательно, выражения (5) и (6) можно использовать для определения силовых параметров при различных производственных условиях шлифования древесины хвойных пород абразивными кругами.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. Л. Бершадский. Резание древесины. Гослесбумиздат, М., 1958. [2]. И. М. Заяц. Режимы шлифования древесины абразивными кругами. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1970. [3]. И. М. Заяц. Оптимальный режим шлифования древесины хвойных пород абразивными кругами. Журн. «Мебель» № 9, 1970. [4]. Ю. М. Иванов. Предел пластического течения древесины. Стройиздат, Л., 1948.

Поступила 12 июня 1974 г.

УДК 674.023 : 634.0.865

РЕЖУЩИЕ СВОЙСТВА ОДИНОЧНОГО АБРАЗИВНОГО ЗЕРНА И ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

В. Г. ЛЮБИМОВ

Львовский лесотехнический институт

Приводятся экспериментальные данные, которые показывают, что скорость резания при обработке одиночным зерном и кругом оказывают противоположное влияние на суммарную длину пути резания. Удельная производительность одиночного зерна во много раз выше, чем шлифовального круга.

В статье приведены экспериментальные данные, полученные при резании древеснослоистого пластика ДСП-В и поделочного органического стекла одиночным зерном и шлифовальным кругом. В качестве абразивного зерна использовали стеклянный конус при вершине $\beta = 95^\circ$ и радиусом округления вершины $\rho = 8 \div 10$ мкм. В качестве шлифовального инструмента применяли круги с абразивными зёрнами из стекла диаметром 190—196 мм, твердостью 800—1200 кг/см² и зернистостью 50 [3]. Эксперименты по резанию конусом и шлифованию

абразивными кругами проводили на горизонтально-фрезерном станке модели 6П80Г и плоско-шлифовальном станке модели 371-М1. Конус, вставленный в специальную оправку, закрепляли с помощью болта в гнезде текстолитового диска. Скорость резания при обработке конусом изменялась от 0,95 до 30 м/сек, средняя толщина среза — от 8,8 до 14,1 мкм. Скорость резания при шлифовании кругом изменялась от 1,5 до 30 м/сек и скорость подачи образца — от 1 до 20 мин. Глубина резания составляла 0,1 мм. Обработывали образцы длиной 280 мм и шириной 15 мм. Износ конуса и шлифовального круга измеряли микронным индикатором с ценой деления 1 мкм. За критерий стойкости принимали радиальный износ $\delta = 25$ мкм, по величине которого определяли путь резания, проходимый как конусом, так и шлифовальным кругом. По данным размерного износа и объема снятого материала за период стойкости вычисляли удельную производительность конуса и круга.

Проходимый конусом путь резания

$$L_3 = n\tau s \text{ м,}$$

где n — число оборотов диска, сек;

τ — время резания, сек;

s — длина дуги контакта конуса с обрабатываемым материалом, м;

$$s = \sqrt{tD},$$

где t — глубина резания, мм;

D — диаметр окружности, описываемой вершиной конуса при резании, мм.

При обработке одиночным зерном (конусом) среднюю толщину среза a_{cp} определяли по формуле

$$a_{cp} = \frac{ul}{v} \sqrt{\frac{t}{D}},$$

где u — скорость подачи образца, м/сек;

l — длина окружности, описываемой вершиной одиночного зерна при резании, мм;

v — скорость резания, м/сек;

t — глубина резания, мм;

D — диаметр окружности, описываемой вершиной одиночного зерна, мм.

На рис. 1 приведена зависимость пройденного пути от скорости резания для постоянной толщины среза $a_{cp} = 12,5$ мкм и глубины резания $t = 0,1$ мм при обработке древеснослоистого пластика и органического стекла одиночным зерном (конусом). На рис. 2 зависимость $L = f(u)$ показана для случая шлифования этих материалов кругами при постоянной подаче на один оборот круга $s_0 = 6,7$ мм/об и глубине резания 0,1 мм. При обработке одиночным зерном с повышением окружной скорости пройденный путь резания уменьшается, а при обработке кругом, наоборот, повышается. Значит, в этих случаях скорость резания оказывает противоположное влияние на стойкость зерна и круга. Из этого следует, что по результатам опытов с одиночным зерном не только нельзя судить о режущих свойствах шлифовального круга в целом, но можно получить ошибочное представление о характере работы абразивного инструмента.

Представленная на рис. 1 зависимость сходна с зависимостями, часто получаемыми при обработке различных марок сталей и конструк-

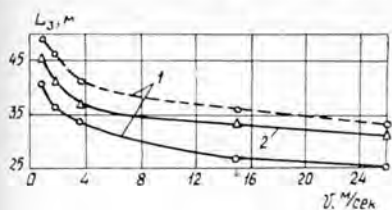


Рис. 1.

1 — для древеснослоистого пластика (штриховая линия — боковые поверхности, сплошная — торцовые поверхности);
2 — для органического стекла.

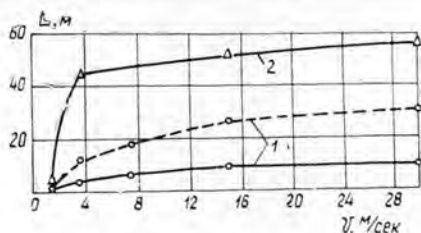


Рис. 2.

Обозначения см. под рис. 1.

ционных материалов резцами, фрезами, сверлами и другими инструментами.

Повышение пути шлифования с увеличением скорости круга (рис. 2) объясняется следующими причинами. При малых оборотах круга ($n = 50 \div 200$ об/мин), а следовательно, при низких скоростях шлифования в момент резания стружка заполняет поры круга. При выходе из контакта с изделием, в связи с малой центробежной силой круга и незначительными воздушными потоками, часть стружки застревает в порах и налипает на зерна. Этому способствует то, что удельный вес стружки в 5,5—6 раз меньше, чем металлической, а наличие фенолоформальдегидной смолы способствует большему слипанию стружки с материалом круга. Во всех случаях нормальная и тангенциальная составляющие силы резания при работе с низкими скоростями имеют большие значения, чем при работе с высокими скоростями круга. С увеличением окружной скорости образующаяся стружка легче удаляется из зоны резания и меньше задерживается на рабочей поверхности инструмента, в связи с чем стойкость кругов возрастает, путь шлифования уменьшается.

В отличие от одиночного зерна рабочая поверхность круга состоит из трех элементов: абразивных зерен, пор и связки. Одиночное зерно взаимодействует со стружкой только в момент ее образования и в дальнейшем снятая стружка на процесс обработки влияния не оказывает, так как она не задерживается на зерне, а свободно удаляется из зоны резания. При шлифовании абразивным кругом стружка может задерживаться в порах и на зернах и под действием сил резания уплотняется. Забивание пор и зерен стружкой сопровождается засаливанием, что приводит к уменьшению количества абразивных зерен, принимающих участие в резании, и снижению режущих свойств круга. С понижением номера структуры круга процесс засаливания усиливается. Одиночное зерно не отражает влияния связки на характер износа абразивного инструмента, то есть не отражает такие важные параметры, как твердость и структуру круга, и в процессе резания не воспроизводит условий забивания пор и зерен стружкой и выпадения зерен из связки, как это имеет место у абразивного инструмента.

Важнейший показатель эффективности процесса шлифования материалов — удельная производительность, которая непосредственно связана с износостойкостью абразивного инструмента. На рис. 3 показана зависимость удельной производительности от средней толщины среза при резании ДСП и органического стекла одиночным зерном, а на рис. 4 — при шлифовании абразивным кругом. Обращают на себя внимание очень высокие значения удельной производительности одиночного зерна по сравнению с абразивным кругом.

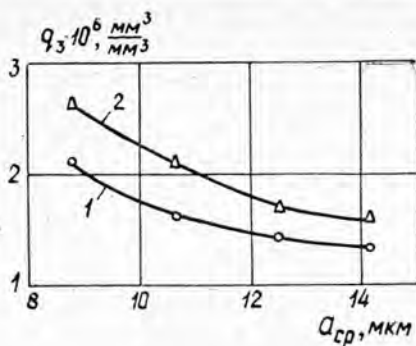


Рис. 3.

1 — для древеснослоистого пластика (торцовые поверхности); 2 — для органического стекла; скорость резания $v = 30$ м/сек; глубина резания $l = 0,1$ мм.

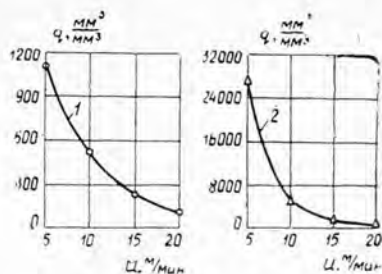


Рис. 4.

Обозначения см. под рис. 3.

В табл. 1 приведены величины удельной производительности одиночного зерна и абразивного круга, взятые для $a_{cp} = 8,8 \div 14,1$ мкм и $u = 5 \div 20$ м/мин.

Таблица 1

Обрабатываемый материал	Удельная производительность, $\frac{мм^3}{мм^3}$, при обработке		$\frac{q_3}{q}$
	одиночным зерном	кругом	
	$a_{cp} = 8,8 \div 14,1$ мкм	$u = 5 \div 20$ м/мин	
Древеснослоистый пластик	2 090 000 — 1 310 000	1126 — 132	1860 — 99 200
Органическое стекло	2 620 000 — 1 570 000	27 200 — 756	96 — 2080

Из данных этой таблицы видно, что при резании древеснослоистого пластика и органического стекла одиночным зерном величины удельной производительности примерно одинаковы, при шлифовании же кругом удельная производительность при обработке древеснослоистого пластика по сравнению с органическим стеклом снижается в 5,7—24 раза. По результатам опытов с одиночным зерном нельзя дать сравнительную оценку обрабатываемости различных пластмасс шлифованием кругом.

При обработке стали одиночным зерном (алмазным конусом) и алмазным кругом [1] удельная производительность значительно ниже, чем при обработке пластмасс стеклянным конусом и кругом с абразивными зёрнами из стекла. Применение кругов с абразивными зёрнами из стекла для шлифования пластмасс дает возможность увеличить стойкость кругов по сравнению с электрокорундовыми в 10—15 раз [2], однако режущие свойства стеклянных абразивных зёрен используются крайне недостаточно. Так, при шлифовании древеснослоистого пластика в наиболее благоприятных условиях используется около 0,05% режущих свойств абразивного материала и при шлифовании органического стекла — 1%; при шлифовании алмазным кругом стали и чугуна режущие свойства алмаза используются на 0,07—1,9% [2].

Использование однородного по своим физико-механическим свойствам и химическому составу стекла, изыскание нового абразивного материала, применение порообразующих компонентов в процессе баке-

лизации кругов, создание высококачественной связки, усовершенствование технологии изготовления кругов и другие мероприятия позволяют улучшить режущие свойства кругов и значительно повысить эффективность их использования при шлифовании пластмасс.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Т. Н. Лодадзе, Г. В. Бокучава. Износ алмазов и алмазных кругов. Изд-во «Машиностроение», М., 1967. [2]. В. Г. Любимов. Шлифование текстолита абразивными кругами. «Вестник машиностроения» № 9, 1973. [3]. А. И. Яцюк, А. В. Якубовский. Рецептура абразивных кругов для шлифования древесины. Сб. «Лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность», вып. 5, изд-во «Будівельник», Киев, 1969.

Поступила 3 декабря 1973 г.

УДК 674.025

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ РАСПИЛОВКИ ВЛАЖНОЙ ДРЕВЕСИНЫ КОНИЧЕСКИМИ ДИСКОВЫМИ ПИЛАМИ

О. А. ЯКОВЛЕВ.

Ленинградская лесотехническая академия

Экспериментальными исследованиями на ребровом круглопильном станке ЦР-4А установлены оптимальные скорости подачи при распиловке влажной древесины коническими дисковыми пилами в зависимости от толщины отделяемых досок. Основным критерием оценки оптимальной работы пил принята точность распиловки.

Наши исследования посвящены выявлению условий оптимальной работы конических дисковых пил при пилении влажной древесины в зависимости от толщины отделяемой доски и скорости подачи.

Основным критерием при оценке оптимальной работы пил принята ГОСТовская точность распиловки ± 1 мм.

Опыты проводили на экспериментальной установке, созданной на базе ребрового круглопильного станка марки ЦР-4А. Скорости подачи 15,3; 35 и 60 м/мин. Толщины отделяемых досок 8, 10 и 13 мм. Установка была предварительно испытана и выверена по нормам точности, предусмотренным ГОСТом 8362—58 «Станки круглопильные для продольной распиловки» и техническими условиями ПТУ-2-042-351—68. Колебания пильного диска регистрировались индуктивными датчиками и осциллографом Н-700, мощность резания — самопишущим ваттметром Н-348, температурный перепад по радиусу пильного диска — термометрами и самописцами КСП-4.

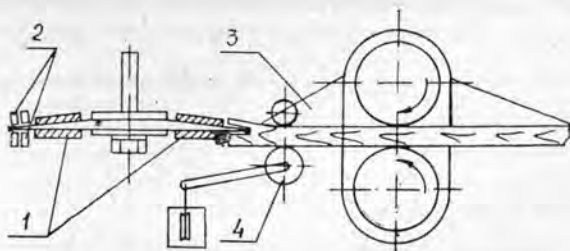


Рис. 1. Направляющие и прижимные устройства.

Для пиления коническими дисковыми пилами в столе станка смонтированы нагревательные устройства (сальники) в средней части пилы (рис. 1, поз. 1), ограничители колебаний пильного диска — в зоне выхода пилы из пропила и в холостой части пильного диска (поз. 2). Длинная направляющая стенка заменена на короткую (поз. 3), в зоне резания на расстоянии 10 мм от зубьев пилы установлены прижимные ролики (поз. 4).

В исследованиях применяли правоугольные пилы Горьковского металлургического завода, изготовленные по ЧМТУ-1-976—70; диаметр пил 630 мм, толщина в плоской части 4,4 мм, у режущего венца 1,2 мм, зубья острозаточенные, их угловые параметры — передний угол 25° , угол заточки 40° , задний угол 25° , число зубьев 100 шт., скорость резания 66 м/сек. Развод зубьев принимали с плоской стороны 0,4 мм, с конической стороны 0,5 мм. Распиливали сосновые доски длиной 2 м, толщиной 40 мм, высотой пропила 130 мм, влажностью $55 \pm 5\%$, при следующих кинематических углах встречи: средний $60^\circ 30'$, при выходе зубьев в пропил $45^\circ 39'$, при выходе зубьев из пропила $73^\circ 23'$. Точность размеров отделяемых досок устанавливали по наибольшей разнотолщинности $M_{\text{наиб}}$ с учетом замеров толщины досок у верхней и нижней кромок через каждые 0,25 м по длине. Число наблюдений [1]

$$n = \frac{v^2}{p^2},$$

где v — вариационный коэффициент;
 p — показатель точности.

Определенное по этой формуле число наблюдений не превышало 50 при показателе точности 5%.

На рис. 2, 3, 4 представлены эмпирические диаграммы зависимости точности распиловки от скорости подачи при толщинах отделяемых досок 8, 10 и 13 мм.

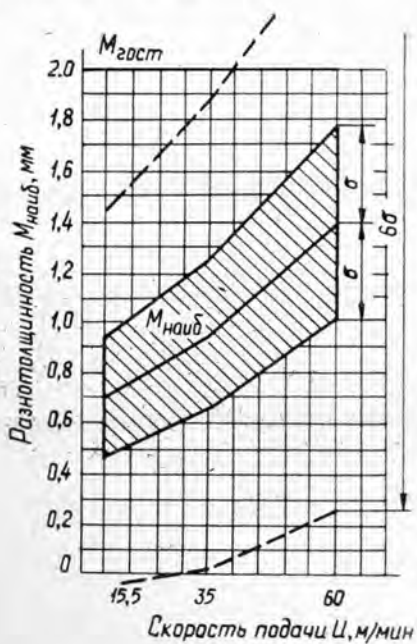


Рис. 2. Диаграмма зависимости точности распиловки влажной древесины при $b = 8$ мм.

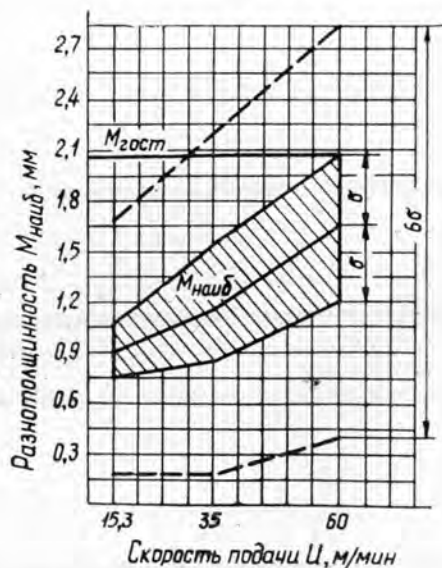


Рис. 3. Диаграмма зависимости точности распиловки влажной древесины при $b = 10$ мм.

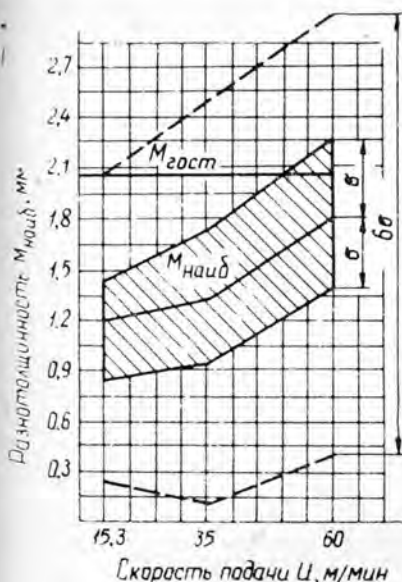


Рис. 4. Диаграмма зависимости точности распиловки влажной древесины при $b = 13$ мм.

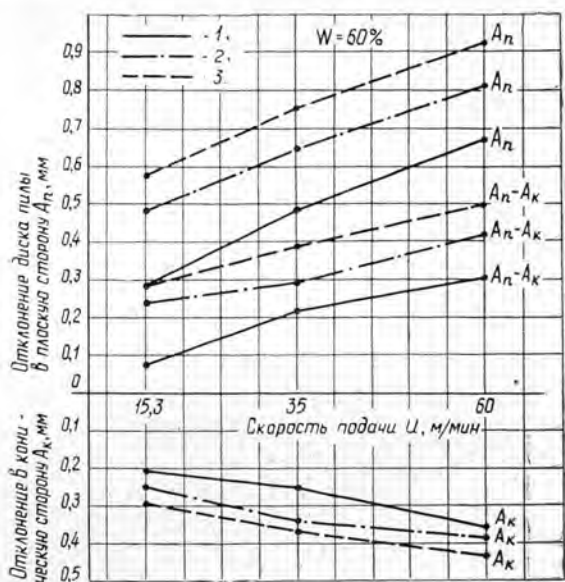


Рис. 5. Диаграмма колебаний пильного диска:

1 - $b = 8$ мм; 2 - 10 мм; 3 - 13 мм.

Порядок построения диаграмм следующий. Согласно ГОСТу 8486—66 на пиломатериалы хвойных пород, при толщине досок до 32 мм допускаемое отклонение составляет ± 1 мм. По принятой нами методике допуск соответствует наибольшей разнотолщинности 2 мм. На диаграмме эта прямая обозначена через $M_{гост}$. В тех же координатах строим и экспериментальную кривую $M_{наиб}$. Поле, ограниченное тонкими сплошными линиями, характеризует величину рассеивания полученных средних значений $M_{наиб}$. Половина этого поля, обозначенного через σ , соответствует значениям среднеквадратических отклонений $M_{наиб}$, а поле ограничения, отмеченное пунктирными линиями и равное 6σ , соответствует практически предельному отклонению найденных значений $M_{наиб}$, за границы которого выходит всего 0,27% [2], [3].

Из диаграммы видно, что с увеличением скорости подачи точность распиловки снижается при всех толщинах отделяемых досок. Так, при повышении скорости подачи от 15,3 до 60 м/мин для досок толщиной 8 мм разнотолщинность $M_{наиб}$ выросла в 2 раза, для досок толщиной 10 мм — в 1,78 раза и для досок толщиной 13 мм — в 1,57 раза. Но в то же время наибольшая разнотолщинность досок растет и с увеличением толщины отделяемых досок при прочих равных условиях. Так, с повышением толщины от 8 до 13 мм при скорости подачи 15,3 м/мин разнотолщинность $M_{наиб}$ выросла в 1,55 раза, при 35 м/мин — в 1,39 раза и при 60 м/мин — в 1,20 раза.

Из рис. 5, показывающего зависимость амплитуды колебаний пильного диска от скорости подачи, видно, что с ростом скорости подачи амплитуда колебаний пилы повышается при всех толщинах отделяемых досок, причем во всех случаях амплитуда колебаний в плоскую сторону диска пилы A_n больше, чем в коническую сторону A_k . Это указывает на наличие, при принятых режимах и условиях работы пилы,

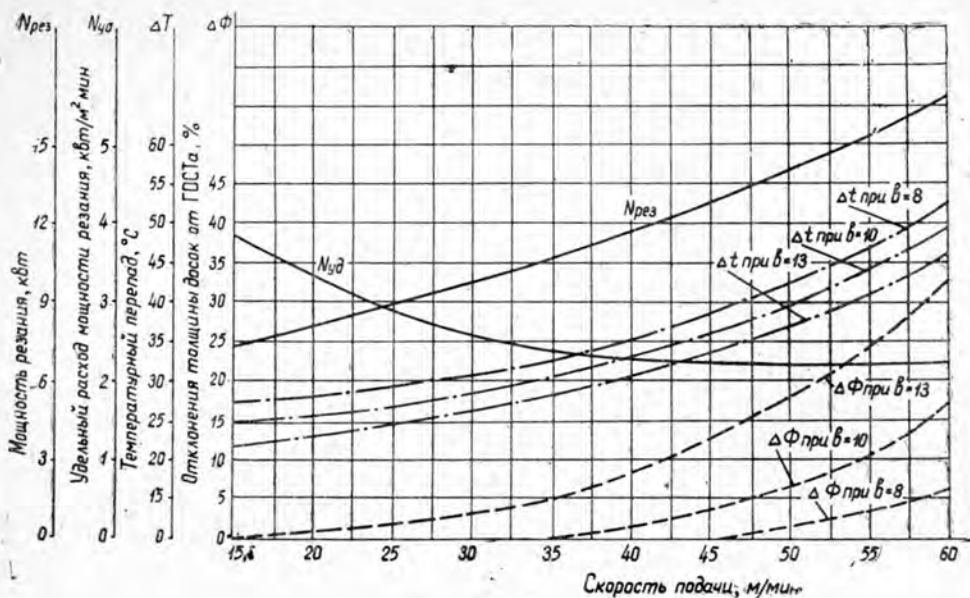


Рис. 6.

бокового давления со стороны отделяемой доски на коническую часть пильного диска.

На рис. 6 представлен сводный график зависимости отклонения толщины досок от ГОСТа (точность распиловки) $\Delta \Phi$, мощности резания $N_{рез}$, удельных энергозатрат $N_{уд}$ и температурного перепада ΔT от скорости подачи U при толщине отделяемых досок 8, 10 и 13 мм. Отклонения толщины досок от ГОСТовских размеров устанавливают по таблицам Лапласа [2], [3]

$$\Delta \Phi = [\Phi(3) - \Phi(z)] \cdot 100\%,$$

где z — величина, связанная со среднеквадратическим отклонением σ и расстоянием X от кривой $M_{наиб}$ до горизонтальной линии $M_{гост}$ по вертикали, измеренной на диаграмме по масштабной линейке для определенной скорости подачи соотношением

$$z = \frac{x}{\sigma}.$$

Мощность, расходуемая на резание,

$$N_{рез} = \eta \cdot N_v - N_1 - N_2,$$

где N_v — мощность, записываемая ваттметром;

N_1 — мощность, расходуемая на трение отделяемой доски о коническую часть пилы;

N_2 — мощность, расходуемая на трение пилы о сальники;

η — к. п. д. привода.

Удельные энергозатраты, наиболее полно характеризующие затраты энергии на единицу пилопродукции,

$$N_{уд} = \frac{N_{рез}}{U \cdot H} \frac{\text{квт}}{\text{м}^2/\text{мин}},$$

где H — высота распиловки, м;
 U — скорость подачи, м/мин.

Выводы

1. Точность распиловки с ростом скорости подачи при всех толщинах отделяемых досок падает.
2. Температурный перепад по радиусу пильного диска при всех толщинах отделяемых досок с повышением скорости подачи растет, а с повышением толщины отделяемых досок, при прочих равных условиях, падает.
3. Мощность резания с повышением скорости подачи растет, а удельные энергозатраты уменьшаются, стремясь выравняться на участке скоростей подачи 35—60 м/мин. Это говорит о том, что работать, с точки зрения энергозатрат, целесообразно при более высоких скоростях подачи. Однако при отделении досок толщиной 10 и 13 мм появление брака предшествует началу выравнивания удельных энергозатрат, поэтому оптимальные скорости подачи должны устанавливаться исходя из точности распиловки.
4. В случае пиления влажной древесины коническими дисковыми пилами при принятых режимах работы и условиях распиловки оптимальными скоростями подачи следует считать не более: 45 м/мин при толщине отделяемых досок 8 мм; 35 м/мин при толщине 10 мм; 20 м/мин при толщине 13 мм.
5. Привод механизма подачи ребровых станков должен быть бесступенчато плавно регулируемым для подбора наиболее выгодной скорости подачи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Л. Леонтьев. Техника статистических вычислений. Изд-во «Лесная промышленность», 1966. [2]. А. К. Митропольский. Элементы математической статистики. Л., 1969. [3]. Г. К. Нейланд. Распиловка древесины коническими пилами. Гослесбуиздат, М., 1960.

Поступила 4 июля 1974 г.

УДК 621.933.6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРТОКЗАМКНУТОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ ПРИВОДА МЕХАНИЗМА РЕЗАНИЯ ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЫ

Н. Н. БУТОРИН

Архангельский лесотехнический институт

Б. А. СТАВИНСКИЙ

Цигломенский ЛДК

Предлагается система дифференциальных уравнений одиннадцатого порядка для исследования процесса пуска лесопильной рамы, с учетом электромагнитных переходных процессов в приводном электродвигателе и с учетом нагревания его ротора. На примере решения показана возможность и целесообразность применения для привода механизма резания асинхронного короткозамкнутого двигателя взамен двигателя с фазным ротором. При этом обеспечивается более высокая надежность двигателя и меньшая пожароопасность.

Для привода механизма резания лесопильных рам традиционно используют асинхронные электродвигатели с фазным ротором, обеспе-

чивающие плавный пуск и ограниченный пусковой ток. Однако, имея обычную обмотку в роторе и контактные кольца со щетками, эти двигатели отличаются пониженной надежностью [3], [4], особенно при резких периодических изменениях вращающего момента, характерных для кривошипно-шатунного механизма лесопильной рамы [1], [2]. Кроме того, двигатели с фазным ротором защищенного исполнения создают повышенную пожароопасность.

Проверим возможность использования асинхронного короткозамкнутого двигателя взрывозащищенного исполнения для привода механизма резания. Такой двигатель имеет обмотку ротора в виде так называемой «беличьей клетки» без контактных колец, поэтому надежность его выше надежности любого электродвигателя другого типа; взрывозащищенное исполнение гарантирует пожарную безопасность.

Повышенная величина пускового тока, характерная для короткозамкнутых двигателей, не является существенным недостатком, так как мощность современных систем электроснабжения достаточно велика, чтобы безболезненно допускать прямой пуск асинхронных короткозамкнутых двигателей мощностью 100 кВт. Так как механизм резания лесопильной рамы имеет большие инерционные массы, разгон его продолжается несколько секунд. В это время ток двигателя в 5—7 раз больше номинального, поэтому необходимо проверить двигатель на нагрев в процессе пуска.

При исследовании используем математическую модель механизма резания [1]. Для удобства программирования и сокращения времени решения на ЦВМ систему дифференциальных уравнений, приведенную в работе [1], преобразуем следующим образом.

Учитывая, что кривошипно-шатунный механизм рамы центральный, принимаем смещение плоскости движения пильной рамки $e = 0$. Так как угол поворота шатуна β не превышает $0,15 \text{ рад}$, то с точностью в пять десятичных разрядов

$$\frac{1}{\cos \beta} = 1 + 0,5\lambda^2 \sin^2 \varphi;$$

$$\frac{1}{\cos^2 \beta} = 1 + \lambda^2 \sin^2 \varphi + \lambda^4 \sin^4 \varphi;$$

$$\frac{1}{\cos^3 \beta} = 1 + 1,5\lambda^2 \sin^2 \varphi + 2\lambda^4 \sin^4 \varphi,$$

где $\lambda = \frac{R}{L}$ — отношение радиуса кривошипа к длине шатуна.

Подставляя эти выражения в уравнения движения механизма резания, получим

$$\frac{d\omega_1}{dt} = \frac{1}{2F} \left(-\omega_1 \frac{dF}{dt} + \frac{M_k}{i} \mu_p + Q_3 - M_{x.x} \right); \quad (1)$$

$$\frac{dF}{dt} = \omega_1 \sin \varphi (a_0 + a_1 \cos \varphi + a_2 \cos^2 \varphi + a_3 \cos^3 \varphi + a_4 \cos^4 \varphi + a_5 \cos^5 \varphi + a_6 \cos^6 \varphi + a_7 \cos^7 \varphi), \quad (2)$$

где $M_{x.x}$ — статический момент сопротивления рамы на холостом ходу;
 ω_1 — угловая скорость вращения коленчатого вала;
 φ — угол поворота коленчатого вала;
 i — передаточное число ременной передачи;
 M_k — критический вращающий момент асинхронного двигателя;

μ_p — относительный вращающий момент, приведенный к валу двигателя;

Q_3 — обобщенная сила земного притяжения;

$a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7$ — постоянные величины;

$F = F(\varphi)$ — вспомогательная функция, значение которой при $\varphi = 0$ вычисляют по формуле

$$F(0) = R^2 m_2 n^2 + J_2 \lambda^2 + J_3,$$

здесь m_2 — масса шатуна;

J_2 — момент инерции шатуна относительно горизонтальной оси, проходящей через центр его тяжести;

J_3 — момент инерции кривошипа со шкивом относительно оси вращения;

$n = \frac{l}{L}$ (l — расстояние от верхней головки шатуна до его центра тяжести).

$$Q_3 = \sin \varphi \left\{ [(m_1 + m_2) R - dm_3] g + g R \lambda [m_1 + m_2 (1 - n)] \frac{\cos \varphi}{\cos \beta} \right\};$$

$$a_0 = -\lambda A_2 (1 + 0,5\lambda^2);$$

$$a_1 = A_1 - A_4 - \lambda^2 (A_3 + A_4) (1 + \lambda^2) - 0,25\lambda^6 A_3;$$

$$a_2 = \lambda A_2 [3 + \lambda^2 (3 + 2\lambda^2)];$$

$$a_3 = \lambda^2 (A_3 + A_4) \{2 + \lambda^2 [4 + \lambda^2 (2,75 + \lambda^2)]\} + 0,75\lambda^6 A_3;$$

$$a_4 = -\lambda^3 A_2 (2,5 + 4\lambda^2);$$

$$a_5 = -\lambda^4 (A_3 + A_4) [3 + \lambda^2 (5,5 + 3\lambda^2)] - 0,75\lambda^6 A_3;$$

$$a_6 = 2\lambda^5 A_2;$$

$$a_7 = \lambda^6 (A_3 + A_4) (2,75 + 3\lambda^2) + 0,25\lambda^6 A_3;$$

$$A_1 = R^2 [m_1 + m_2 (1 - n^2)];$$

$$A_2 = R^2 [m_1 + m_2 (1 - n)];$$

$$A_3 = R^2 [m_1 + m_2 (1 - n)^2];$$

$$A_4 = J_2 \lambda^2.$$

В эти формулы введены следующие обозначения:

m_1 — масса пильной рамки;

m_3 — масса кривошипа без шкива;

d — расстояние от оси вращения коленчатого вала до центра тяжести кривошипа;

g — ускорение земного притяжения.

Для вычисления тригонометрических функций используем уравнения

$$\frac{d \sin \varphi}{dt} = \omega_1 \cos \varphi; \quad (3)$$

$$\frac{d \cos \varphi}{dt} = -\omega_1 \sin \varphi. \quad (4)$$

Так как пуск рамы происходит на холостом ходу, обобщенную силу резания, входящую в уравнение математической модели, принимаем равной нулю.

Уравнение движения ременной передачи

$$\frac{d \mu_p}{dt} = \frac{c}{M_k} \left[\frac{\omega_i}{p} (1 - s) - \omega_1 \right], \quad (5)$$

где $c = \frac{2R_1 R_2 E_p F_p}{l_1}$ — коэффициент упругости ременной передачи;
 R_1 и R_2 — радиусы ведомого и ведущего шкивов;
 l_1 — расчетная длина ветви ремня между шкивами;
 F_p — площадь сечения ремней;
 E_p — модуль упругости материала ремней.

Из работы [5] возьмем уравнения асинхронного двигателя, с учетом электромагнитных переходных процессов, в следующем виде:

$$\frac{d\psi_{x1}}{dt} = U_m - \omega \alpha'_s \psi_{x1} + \omega \alpha'_s k_r \psi_{x2} + \omega \psi_{y1}; \quad (6)$$

$$\frac{d\psi_{y1}}{dt} = -\omega \alpha'_s \psi_{y1} + \omega \alpha'_s k_r \psi_{y2} - \omega \psi_{x1}; \quad (7)$$

$$\frac{d\psi_{x2}}{dt} = -\omega \alpha'_r \psi_{x2} + \omega \alpha'_r k_s \psi_{x1} + \omega s \psi_{y2}; \quad (8)$$

$$\frac{d\psi_{y2}}{dt} = -\omega \alpha'_r \psi_{y2} - \omega \alpha'_r k_s \psi_{y1} - \omega s \psi_{x2}; \quad (9)$$

$$\frac{ds}{dt} = \frac{pM_k}{\omega J} \left[\mu_p - \frac{3}{2} \cdot \frac{p\omega}{M_k} \cdot \frac{k_r}{x_s \sigma} (\psi_{x2} \psi_{y1} - \psi_{x1} \psi_{y2}) \right], \quad (10)$$

где ψ_{x1} , ψ_{y1} , ψ_{x2} и ψ_{y2} — проекции потокоцеплений статора и ротора двигателя на оси прямоугольной координатной системы, вращающейся относительно статора с синхронной скоростью.

$$\alpha'_s = \frac{\alpha_s}{\sigma}; \quad \alpha_s = \frac{r_1}{x_s}; \quad k_s = \frac{x_0}{x_s};$$

$$\sigma = 1 - k_r k_s; \quad \alpha'_r = \frac{\alpha_r}{\sigma}; \quad \alpha_r = \frac{r_2}{x_r}; \quad k_r = \frac{x_0}{x_r};$$

$$x_s = x_0 + x_1; \quad x_r = x_0 + x_2;$$

здесь r_1 , x_0 , r_2 , x_1 и x_2 — параметры схемы замещения асинхронного двигателя;

ω — угловая частота питающей сети;

p — число пар полюсов обмотки статора двигателя;

J — момент инерции ротора двигателя вместе с ведущим шкивом;

s — скольжение асинхронного двигателя.

В соответствии с рекомендациями, приведенными в работе [6], проверяем на нагрев короткозамкнутую обмотку ротора в предположении, что за время пуска температура стального сердечника ротора не успеет заметно измениться.

Уравнение теплового баланса ротора [6] имеет вид

$$Q dt = C_c G d\theta + \alpha s \theta dt,$$

где α — коэффициент теплопередачи между поверхностью стержней обмотки и магнитопровода ротора;

s — поверхность теплопередачи;

C_c — удельная теплоемкость материала стержней;

G — вес стержней;

Q — мощность электрических потерь в обмотке ротора.

Как известно,

$$Q = M_k \mu s \omega.$$

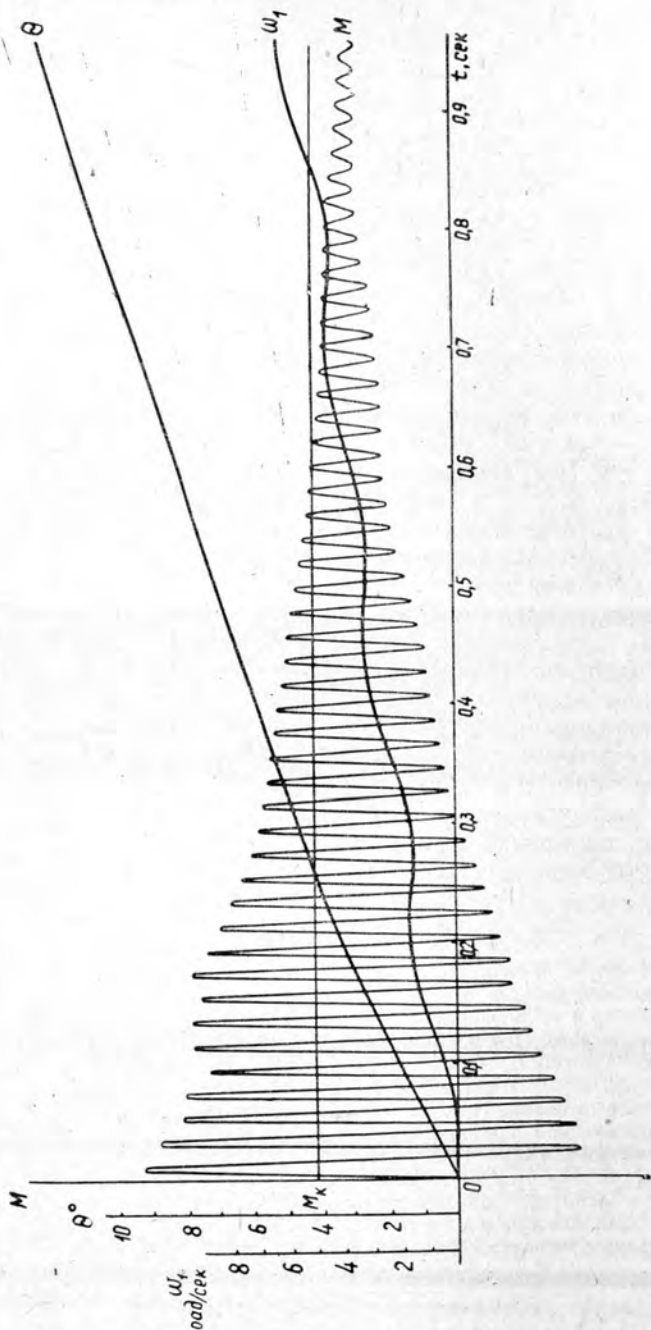


Рис. 1.

Уравнение нагрева обмотки ротора можно записать в виде

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{M_{к\omega}}{C_c G_p} |\mu s| - \frac{a s}{C_c G} \theta. \quad (11)$$

Систему дифференциальных уравнений одиннадцатого порядка для рамы РД-75-7 с двигателем взрывозащищенного исполнения МА-36-51-8 численно решали с помощью ЦВМ. Решение продолжали до тех пор,

пока скорость вращения коленчатого вала рамы не достигала номинального значения. На рис. 1 приведены электромагнитный момент двигателя M , угловая скорость вращения коленчатого вала рамы ω_1 , температура перегрева обмотки ротора Θ в течение первой секунды после пуска. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. Электромагнитный переходный процесс в двигателе практически затухает в течение первой секунды после включения. Этот переходный процесс сопровождается колебаниями электромагнитного вращающего момента с периодом $T = 0,02$ сек. Максимумы вращающего момента несколько превышают удвоенное значение критического момента двигателя. Такой характер переходного процесса при пуске асинхронного двигателя обычен [5]. Величины максимумов вращающего момента и частота колебаний его не зависят от нагрузки двигателя и момента инерции приводимого механизма. Чем больше инерционная нагрузка, тем больше время разгона двигателя и длительность переходного процесса.

2. Процесс разгона лесопильной рамы до номинальной скорости длится 5—6 сек.

3. В конце разгона температура обмотки ротора двигателя повышается на 35°C , что существенно меньше предельного значения.

Следовательно, для привода механизма резания лесопильной рамы можно использовать асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором.

На одном из лесопильных заводов Цигломенского ЛДК семь рам были оборудованы асинхронным короткозамкнутым двигателем взрывозащищенного исполнения МА36-51-8. Эти двигатели были установлены взамен ранее применявшихся электродвигателей с фазным ротором и в течение длительного времени работают вполне удовлетворительно. Короткозамкнутые двигатели не нуждаются в громоздких пусковых коммутационных аппаратах. Это еще более повышает надежность и пожаробезопасность электропривода лесопильных рам.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Н. Буторин. Математическая модель механизма резания лесопильной рамы. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1971. [2]. Г. Я. Варшавский, В. Н. Череватов, И. С. Швальбойм. Экспериментальное исследование характера нагрузки двухэтажных лесопильных рам. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1972. [3]. О. Д. Гольдберг. Качество и надежность асинхронных двигателей. Изд-во «Энергия», М., 1968. [4]. Д. П. Петелин, Г. С. Петровичев, И. С. Швальбойм, Ю. В. Львов. Модернизация и автоматизация двухэтажных лесопильных рам и обрезных станков. Сб. «Новые технологические процессы и оборудование деревообрабатывающих производств в свете решений XXIV съезда КПСС», М., 1971. [5]. М. М. Соколов, Л. П. Петров, Л. Б. Масандилов, В. А. Ладензон. Электромагнитные переходные процессы в асинхронном электроприводе. Изд-во «Энергия», М., 1967. [6]. П. С. Сергеев, Н. В. Виноградов, Ф. А. Горяинов. Проектирование электрических машин. Изд-во «Энергия», 1969.

УДК 674.023 : 621.934.3.001

К ИЗУЧЕНИЮ ПРОДОЛЬНОГО БЕССТРУЖЕЧНОГО РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

П. М. МАЗУРКИН, В. Г. ГРУДАЧЕВ, В. Е. ПЕЧЕНКИН

Марийский политехнический институт

Описаны результаты лабораторных опытов по делению древесины без образования опилок при использовании малых скоростей резания. Была применена методика рационального планирования эксперимента при четырех факторах и пяти уровнях. Определены эмпирические регрессионные уравнения влияния скорости подачи, скорости вращения зубчатого диска, кинематического угла встречи и числа зубьев инструмента.

Цель проведенного исследования — изучение влияния некоторых факторов (скорость подачи, скорость вращения инструмента, кинематический угол встречи, число зубьев) на режим бесстружечного резания древесины вдоль волокон. К особенностям такого вида резания можно отнести появление опережающих трещин перед инструментом. При малых скоростях резания, а также больших значениях подачи на зуб опережающие трещины уводят инструмент по направлению волокон, что можно объяснить действием значительных боковых усилий и анизотропными свойствами древесины.

В связи с этим определенное значение приобретает изучение этих явлений и выбор оптимальных параметров режима бесстружечного резания при скорости вращения инструмента 5—30 м/сек. В принятом диапазоне скоростей нагрев и боковые колебания (биение) инструмента без уширения зубьев незначительны [3]. Кроме того, возможно более четкое определение момента появления опережающих трещин.

Опыты мы проводили на горизонтально-фрезерном станке модели 6Н81Г. Зубчатый диск, изготовленный из полотна обычной круглой пилы, устанавливали на шпинделе с помощью шайб (диаметром 100 мм) и зажимной гайки. Параметры инструмента: диаметр $D = 360$ мм, число зубьев первоначальное $z = 72$ шт., толщина полотна $s = 2,0$ мм, задний угол $\alpha = 50^\circ$, угол заточки $\beta = 40^\circ$. Все зубья по передним граням имели симметричный угол заострения $\varphi_1 = 60^\circ$ при заточке до основания зуба. Осевое биение зубьев 0,4—0,5 мм, радиальное 0,2—0,3 мм. Резание осуществляли без уширения зубчатого венца.

На суппорте станка в специальном приспособлении закрепляли заготовки древесины. Материал заготовок — ель; влажность 15—20%. Образцы размером 80×40×50 мм изготовляли из строганого пиломатериала. С помощью самопишущего киловаттметра типа Н-348 регистрировали мощность режущего инструмента и определяли удельную работу резания K .

Опыты проводили по методике рационального планирования экспериментов [5]. За основу плана был принят латинский квадрат, включающий следующие четыре фактора при пяти уровнях:

- 1) скорость подачи (U) 0,007; 0,00933; 0,01217; 0,01483; 0,01817 м/сек;
- 2) кинематический угол встречи (θ) 0,552; 1,07; 1,571; 2,065; 2,596 рад;

3) скорость вращения инструмента (v) 6,06; 11,65; 18,45; 23,2; 29,7 м/сек;

4) число зубьев диска (z) 72; 36; 18; 9; 3.

Указанные параметры входят в уравнение для определения толщины стружки

$$e = \pi D \frac{U \sin \theta}{zv} \quad (1)$$

При заданных значениях U , v , θ и z величина e изменяется в пределах 0,003—0,512 мм. Для проверки воспроизводимости опытов каждый запланированный эксперимент повторяли 25 раз.

Полученные результаты были обработаны по методике, составленной авторами и использующей известный аппарат математической статистики [6]. Все необходимые расчеты проводили на ЭВМ «Наири-С» по программам, разработанным авторами.

Для различных сочетаний уровней факторов было образовано 25 выборок, каждая из которых включала в себя 25 значений удельной работы. Вначале проверяли соответствие эмпирических распределений элементов выборок нормальному закону. Ниже приведены интервалы изменения характеристик эмпирических распределений: среднеквадратическое отклонение 4,8—25,2; показатель асимметрии 0,576—0,892; показатель эксцесса 1,582—3,715; коэффициент вариации 6,8—18,5; показатель точности 1,36—3,51.

Анализ рассчитанных характеристик показал, что распределение результатов опытов соответствует нормальному закону и все значения находятся в пределах доверительного интервала.

Для выявления значимости каждого изучаемого фактора проводили дисперсионный анализ. Чтобы исключить влияние других факторов, использовали прием усреднения, то есть для всех уровней вычисляли средневзвешенные значения удельной работы. Такой же прием применяли при корреляционном и регрессионном анализах. С целью оценки значимости влияния отдельного фактора был определен критерий Фишера [6]. Табличное значение его равно 2,5 при числе повторности наблюдений 25, числе уровней 5 и допустимой ошибке в 5%. Для каждого изучаемого фактора получено:

$$F_1 = 2,8908; \quad F_2 = 4,7686; \quad F_3 = 6,3494; \quad F_4 = 23,3722.$$

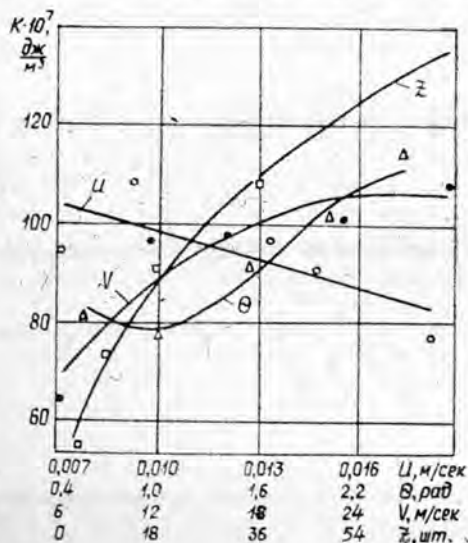


Рис. 1. Зависимость удельной работы резания от изменения различных параметров с учетом средних арифметических значений результатов опытов бесстружечного деления древесины.

Вычисленные значения критерия Фишера больше табличного, следовательно, все они должны учитываться при построении математической модели процесса резания. Нетрудно заметить, что из всех факторов наибольшее влияние оказывает число зубьев, наименьшее — скорость подачи (из-за небольшого диапазона изменения).

На основе корреляционного анализа для каждого фактора опре-

деляли показатели тесноты связи экспериментальных точек и по средним значениям строили предварительные графики зависимостей удельной работы от величины фактора. По этим графикам подобраны соответствующие эмпирические уравнения [2], [7], для которых с помощью метода наименьших квадратов были определены коэффициенты регрессии. Окончательный выбор уравнений для той или иной зависимости производили по критерию, учитывающему наименьшие отклонения теоретических и фактических значений удельной работы.

Как известно из литературы, для аппроксимации результатов исследований по пиленнию древесины различными инструментами принимают степенные зависимости [1]. Поэтому общее регрессионное уравнение с четырьмя факторами было принято как произведение частных уравнений для отдельных параметров. Тогда формула, соответствующая физическому смыслу влияния параметров, имеет вид

$$K = (1,49832 - 24,0896U)[1,0192 - 0,1811 \sin(1,96\theta - 0,305)] \times \\ \times (17,2768 + 1,8805v - 0,036439v^2) z^{0,2875}. \quad (2)$$

Средняя ошибка расхождения $\Delta = 12,73\%$. Частные зависимости описываются следующими уравнениями (рис. 1):

$$K_1 = 116,560 - 1874,3U; \quad \Delta_1 = 6,36\%; \quad (3)$$

$$K_2 = 95,1 - 16,9 \sin(1,96\theta - 0,305); \quad \Delta_2 = 2,46\%; \quad (4)$$

$$K_3 = 43,58168 + 4,74352v - 0,0894v^2; \quad \Delta_3 = 5,35\%; \quad (5)$$

$$K_4 = 39,9890z^{0,2875}; \quad \Delta_4 = 2,08\%. \quad (6)$$

По результатам экспериментов с помощью уравнения (1) получаем зависимость удельной работы резания от толщины стружки

$$K_e = 34,0484e^{-0,28214}, \quad (7)$$

где e — толщина стружки, мм.

Для данного выражения вычислены следующие показатели: корреляционное отношение 0,8338; ошибка корреляционного отношения 0,061; среднеквадратическое отклонение $21,13 \cdot 10^7$ дж/м³; коэффициент вариации 22,6%; показатель точности 4,52%. Формула (7) показывает, что имеется некоторая аналогия бесстружечного и опилочного способов резания древесины. Уравнение (2) — математическая модель режима бесстружечного резания древесины вдоль волокон для заданной области изменения выбранных параметров. По этой модели методами случайного поиска [4] на ЭВМ-222 были найдены оптимальные значения параметров ($U = 0,018$ м/сек; $v = 6,06$ м/сек; $\theta = 0,963$ рад; $z = 6$ шт.), соответствующие наименьшей удельной работе, равной $(40 - 42) \cdot 10^7$ дж/м³, при толщине стружки 0,5 мм и отсутствии опережающих трещин.

Опыты показали, что при $v < 6$ м/сек и $e > 0,5$ мм на выходе инструмента из пропила образуется скол на задней торцевой плоскости заготовки. А при $v \geq 32,2$ м/сек и $e \leq 0,01$ мм в результате нагрева плоского диска без уширения зубьев на поверхности пропила наблюдалось слабое изменение цвета древесины (потемнение).

Характер полученных зависимостей (4), (6) в общем виде сохраняется для различных сочетаний и интервалов изменения параметров режима бесстружечного резания древесины. Предлагаемые методики рационального планирования экспериментов и нахождения оптимальных значений параметров можно использовать в дальнейших исследованиях резания древесины.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. Э. Грубе. Руководящие технические материалы по расчету сил резания при распиловке древесины дисковыми, ленточными и рамными пилами. Отчет НИСа М7900, ЛТА, Л., 1968. [2]. Н. Л. Леонтьев. Техника статистических вычислений. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1966. [3]. П. М. Мазуркин. О бесстружечном резании древесины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1971. [4]. А. И. Половинкин. Метод оптимального проектирования с автоматическим поиском схем и структур инженерных конструкций. Сборник научных трудов ЦНИИСа, вып. 34, М., 1970. [5]. М. М. Протодьяконов, Р. И. Тедер. Методика рационального планирования эксперимента. Изд-во «Наука», М., 1970. [6]. Е. И. Пустыльник. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. Изд-во «Наука», М., 1968. [7]. П. Ф. Фильчаков. Численные и графические методы прикладной математики. Справочник. Изд-во «Наукова думка», Киев, 1970.

Поступила 27 мая 1974 г.

УДК 634.0.865

О ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ВЛАЖНОСТЬЮ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ

Т. Д. ЗАВЕРТКИНА, В. Н. ПЕТРИ

Уральский лесотехнический институт

Приведены данные исследования характера распределения влажности по зонам древесного пластика, изготовленного без использования герметичных прессформ. Установлено, что характер изменения физико-механических свойств по зонам пластика подобен характеру распределения влажности.

В необрезной плите пластика различаются две зоны окраски поверхности: светлая краевая и темная центральная. Различная окраска объясняется разной температурой и влажностью этих зон при прессовании, а значит, и разным характером протекания физико-химических и химических процессов в прессматериале. Это, в свою очередь, сказывается на физико-механических свойствах материала.

Одна из характерных особенностей древесных пластиков (ЛУДП) заключается в том, что темная центральная зона после прессования имеет высокую влажность, близкую к оптимальной влажности исходного сырья.

Это обусловлено высокой плотностью центральной зоны пластика, поскольку плотностью пакета во многом определяется характер испарения влаги из него: если из краевой рыхлой зоны влага удаляется свободно, то из центра пакета выход влаги весьма затруднен вследствие значительного гидродинамического сопротивления пластика при быстрой его упрессовке.

Схема раскроя плиты* на образцы для определения влажности различных зон приведена на рис. 1.

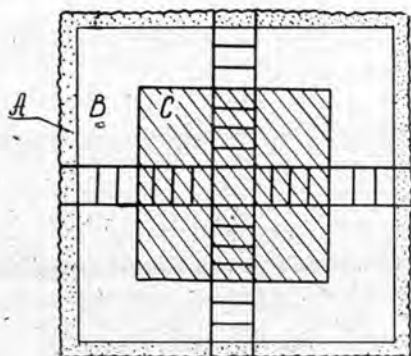


Рис. 1.

А — осыпающаяся зона; В — светлая зона; С — темная зона.

* Режим изготовления: оптимальная влажность сырья (сосновые опилки) 19%; температура горячего прессования 170°C; продолжительность прессования 1 мин на 1 мм толщины плиты.

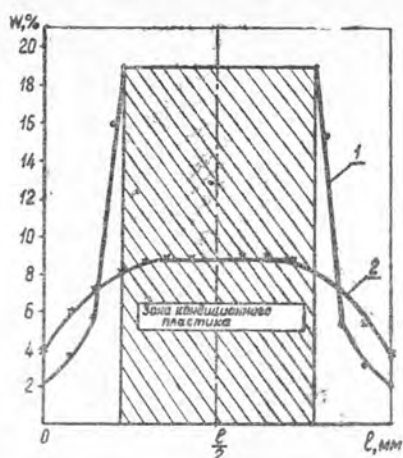


Рис. 2.

1 — после прессования; 2 — после кондиционирования.

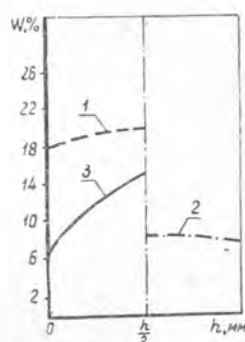


Рис. 3.

1 — для зоны C после прессования; 2 — для этой же зоны после кондиционирования; 3 — для зоны B после прессования.

Характер распределения влажности по ширине плиты показан на рис. 2, из которого видно, что в зоне кондиционного пластика C разброс значений влажности почти отсутствует, влажность резко падает и у самой крайней зоны A значение ее доходит до 2%.

После кондиционирования пластика* характер распределения влажности несколько меняется: зона A набирает влагу до 4%, темная центральная зона C отдает ее, и устанавливается влажность (9,0%), равновесная с условиями окружающей среды.

Характер распределения влажности различных зон плиты по толщине показан на рис. 3.

Физико-механические показатели пластиков даны в табл. 1, из которой видно, что влажность в момент испытания оказывает существенное влияние на свойства пластиков. В центральной зоне C с максимальным влагосодержанием прочность на статический изгиб после конди-

Таблица 1

Зона	$\sigma_{из}^{\perp}$, кг/см ²	γ , г/см ³	P_{24} , %	W_{24} , %	$W_{м.и.}$, %	H_p , кг/см ²
C	148	1,29	2,5	3,4	18,8	800
	192	1,25	8,4	8,0	9,2	1700
B	95	1,02	Разрушились		3,4	525
	77	0,97	—		4,3	500

Примечание. В числителе данные после горячего прессования; в знаменателе — после кондиционирования. Величина $\sigma_{из}^{\perp}$ — предел прочности при статическом изгибе перпендикулярно пласти плиты; γ — плотность пластика; P_{24} — разбухание по толщине за 24 часа; W_{24} — водопоглощение за 24 часа; $W_{м.и.}$ — влажность в момент испытания; H_p — твердость по Розенгаузу.

* Режим кондиционирования (без обдува воздухом): относительная влажность воздуха $\varphi = 60\%$; температура сухого термометра $t_c = 25^{\circ}\text{C}$; продолжительность 30 суток.

дионирования повышается; в зоне *B* с малой плотностью прочность на статический изгиб после кондиционирования несколько снижается.

О водостойкости пластика можно судить по окраске его поверхности. Образцы из темной зоны *C* обладают хорошей водостойкостью как до кондиционирования, так и после него, в то время как образцы из зоны *B* полностью разрушились.

Поверхностные слои образцов, взятых из зоны, прилегающей к темной части плиты, легко разрушаются в воде, а центральные слои хорошо противостоят действию воды. Это говорит о том, что «тело пластика» кончается не сразу на границе зоны *C*, а постепенно убывает в прилегающей зоне плиты.

Благодаря наличию корреляционной связи между твердостью по Б. Ф. Розенгаузу и механическими характеристиками пластика удалось выявить характер распределения некоторых механических свойств по площади плиты. Расчетным путем, пользуясь зависимостями вида

$$\sigma_{\text{из}}^{\perp} = 0,137H_p + 12 \text{ кг/см}^2; \quad (1)$$

$$\sigma_p^{\parallel} = 0,118H_p - 24 \text{ кг/см}^2, \quad (2)$$

можно определить эти характеристики в любой точке поверхности плиты. Графическое изображение экспериментальных и расчетных данных по уравнениям (1), (2) показывает, что характер изменения механических характеристик по ширине плиты подобен характеру распределения влаги по ее зонам (рис. 4).

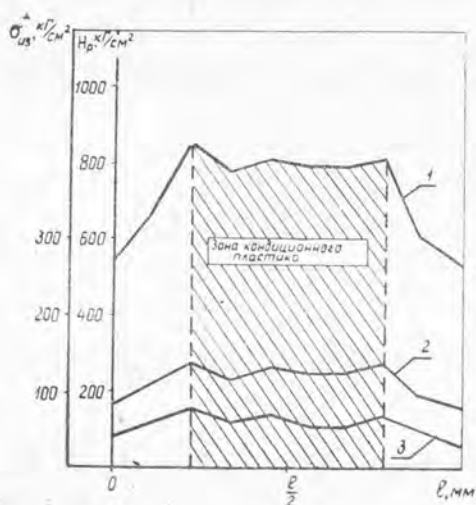


Рис. 4. Изменение механических характеристик по ширине плиты после прессования.

1 — твердость по Розенгаузу; 2 — прочность на статический изгиб; 3 — прочность на растяжение параллельно пласти образца.

В зоне «истинного пластика» разброс показателей свойств невелик, то есть практически обеспечена однозначная качественная характеристика. В краевой же зоне плиты физико-механические свойства материала резко ухудшаются из-за отсутствия необходимых условий для химических и физико-химических процессов, приводящих к образованию высококачественного пластика.

Поступила 1 марта 1974 г.

УДК 674.05 : 621.914.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИЙ СТОЛОВ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ
ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

Н. А. МЕЛЬНИКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Изложена методика экспериментально-теоретического исследования вибрации столов фрезерных станков для обработки древесины. Изучение динамики столов необходимо для выявления и устранения вибраций, ухудшающих процесс базирования и вредно воздействующих на рабочих.

Автором проведена работа, ставившая своей целью экспериментально и теоретически исследовать колебания столов фрезерных станков с нижним расположением шпинделя.

Вибрации столов не только отрицательно воздействуют на организм рабочего (при ручной подаче), но и ухудшают качество обрабатываемой поверхности. Для уменьшения вибрации столы станков изготавливают массивными, хотя практически они не несут никаких технологических нагрузок. Так, вес стола станка ФС составляет около 1,2 кН, станка ФТ — 2 кН.

Для проведения экспериментальных исследований использовали комплект виброизмерительной аппаратуры типа ВА-2, осциллограф типа Н-105, отметчик фазы вращения шпинделя (с магнитоэлектрическим датчиком [2]). Для станков типа ФА-4 и ФС при рабочих скоростях определяли формы колебаний столов в зависимости от дисбаланса инструмента. С этой целью в узлах наносимой на стол сетки линий со стороной квадрата 10 см измеряли амплитуду (при помощи ВА-2) и фазу колебаний (визуальным наблюдением вибрационного сигнала и отметочного импульса).

В большинстве случаев частота колебаний стола совпадала с частотой вращения шпинделя. В области между опорами и вблизи них наблюдались незначительные колебания более высоких гармоник.

На рис. 1 приведены наблюдаемые формы колебаний стола станка ФС, установленного на виброизоляторах при $n = 8470$ об/мин (δ — дисбаланс инструмента). Пунктирными линиями условно показан участок с фазой колебаний, отличающейся от фаз колебаний остальных частей стола на $\frac{\pi}{2}$.

Очевидно, амплитуда колебаний углов стола значительно превышает амплитуду колебаний опорных точек. Асимметрия форм объясняется наличием незначительной асимметрии самого стола.

Как показали исследования, амплитуды колебаний столов станков вблизи инструмента малы и не могут влиять на качество и точность обработки (рис. 1). Однако уровни вибраций столов могут существенно возрасти с увеличением дисбаланса инструмента и особенно при наличии резонансных явлений, поскольку на практике частоты действующих в станке сил имеют значения близкие к резонансным частотам столов.

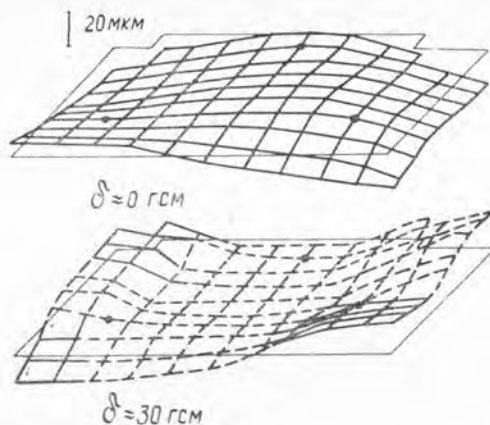


Рис. 1.

Значительный интерес представляют возможные мероприятия по увеличению частот собственных колебаний столов, снижению амплитуд их колебаний. Уровни вибраций столов можно существенно снизить путем применения материалов с высоким декрементом затухания, а также многослойных конструкций, однако это приведет к значительному удорожанию станка. Поэтому целесообразно повысить виброустойчивость столов за счет соответствующих конструктивных форм и характера крепления столов к станине.

Столы фрезерных станков представляют собой пластины сложного сечения (с ребрами жесткости, отверстием для шпинделя), по форме близкие к прямоугольнику. Столы крепят к станине обычно в трех точках.

Расчеты частот колебаний подобных пластин весьма сложны. Для упрощения расчета стол станка ФС заменяли симметричной рамой с шарнирным опиранием. При этом рассматривали только изгибные колебания (кручение балок рамы не учитывали), что дало возможность принять соединения балок в точках пересечения (узлах) за шарнирные. Отдельные массы и опоры рамы располагали в узлах ее балок.

Подобный подход при расчете конструкций относится к методу использования дискретных расчетных схем. Частоты и формы заменяющей (эквивалентной) рамы определяли путем исследования ее частотного (векового) уравнения.

Основная трудность заключалась в вычислении коэффициентов влияния — перемещений масс рамы под действием внешних единичных сил, прилагаемых в узлах. Для этого определяли перемещения масс в исходной системе, представляющей собой эквивалентную раму с опорными точками в угловых узлах.

Теория расчетов реакций, возникающих в такой системе вследствие действия внешних сил, подробно изложена С. А. Панкратовым [3]. По известным реакциям в узлах исходной (статически неопределимой) рамы определяли перемещения масс. Полученные значения коэффициентов влияния в исходной раме дают возможность весьма просто вычислить коэффициенты влияния в раме с любой (в данном случае симметричной) комбинацией опорных точек. Для этого к исходной раме прикладывают не только единичную силу, но и в соответствующих узлах силы, равные реакциям опор эквивалентной рамы от приложения к ней единичной силы в той же точке.

По-видимому, характер опирания исходной рамы должен быть статически определенным. Эквивалентная рама может быть внешне статически неопределима, в этом случае учет наличия дополнительных связей можно произвести после следующего преобразования.

Полученные картины деформаций эквивалентной рамы, очевидно, определяются совокупностью перемещений масс от плоскости, проходящей через опорные точки исходной рамы. Для получения истинных величин перемещений масс необходимо так преобразовать координаты, чтобы плоскость отсчета проходила через опорные узлы эквивалентной рамы, что может быть выполнено, например, при помощи последовательных поворотов.

Следовательно, из n (n — число степеней свободы) состояний исходной рамы получают соответствующие состояния исследуемой эквивалентной рамы, то есть коэффициенты влияния вида δ_{ik} (где i — номер узла, в котором определяется перемещение; k — номер узла приложения единичной внешней силы). По полученным коэффициентам влияния можно составить частотное уравнение и исследовать его известными методами. Частоты собственных колебаний удобно определять по формулам С. А. Бернштейна [1].

Например, границы низшей частоты по С. А. Бернштейну в первом приближении вычисляли следующим образом:

$$\frac{1}{\sqrt{B_2}} < p_1^2 < \frac{2}{B_1 \left(1 + \sqrt{\frac{2B_2}{B_1^2} - 1}\right)},$$

$$\text{где } B_1 = \sum_{i=1}^n m_i \delta_{ii};$$

$$B_2 = \sum_{ik=1}^n m_i m_k \delta_{ik} \delta_{ki}.$$

В двух последних уравнениях введены следующие обозначения:

n — число степеней свободы рамы;

m_i — масса i -того узла.

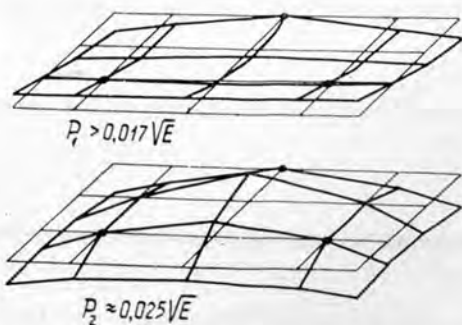


Рис. 2.

Расчетные формы первой и второй частот симметричных колебаний рамы, приближенно соответствующей столу станка ФС, приведены на рис. 2 (p — частота, $1/\text{сек}$; E — модуль упругости, $\text{кг/см} \cdot \text{сек}^2$).

Простота перехода от исходной рамы к эквивалентной позволила исследовать влияние характера опирания рамы, в частности, места расположения опор на ее колебания.

Расчеты показали, что при изменении расположения опор частоты существенно не изменяются, за исключением уменьшения при их неблагоприятном расположении (например, из трех опор одна лежит не на крайней балке).

Вводимые при расчете упрощения приводят к получению заниженных значений частот собственных колебаний стола, однако это дает гарантию, что резонанс (для колебаний рассматриваемого вида) может наступить только при превышении расчетной частоты.

Проведенные исследования позволили установить, что столы фрезерных станков являются недостаточно жесткими и изменением расположения опор нельзя добиться кардинального увеличения виброустойчивости стола.

Анализируя свойства реального крепления стола к станине, можно сказать, что крепление в трех точках недостаточно. Можно увеличить виброустойчивость стола и уменьшить его толщину, применяя линейный и плоскостной характер опирания стола и увеличивая жесткость ребер. При этом мы считаем целесообразным переход к закрытой конструкции стола.

Изложенный подход дает возможность оценивать виброустойчивость столов станков по их изгибным симметричным колебаниям. В дальнейшем, при учете кручения балок и характеристик опор для расчета жесткости и колебаний, можно использовать пластины с любым характером опирания.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. А. Бернштейн. Избранные труды по строительной механике. Госстройиздат, М., 1961. [2]. Н. А. Мельников. К вопросу о методе исследования вибраций фрезерных станков по дереву. Сб. «Механическая переработка древесины». Научные труды № 156, ЛТА, Л., 1973. [3]. С. А. П а н к р а т о в. Конструкция и основы расчета главных узлов экскаваторов и кранов. Машгиз, М., 1962.

Поступила 12 мая 1974 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 634.0.812 : 51

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА
В РЕТОРТЕ С НЕПОДВИЖНЫМ СЛОЕМ

Б. Н. ЛЕБЕДЕВ, С. Я. КОРОТОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Дано обоснование выбора модели и приведено упрощенное математическое описание процесса образования растворимой смолы с учетом гидродинамических факторов. Предложен метод расчета объема аппарата, выхода растворимой смолы и ее концентрации в газовом потоке по высоте слоя пиролируемой древесины.

На основании экспериментального материала [1—4] представляется возможность математически описать процесс образования растворимой смолы с учетом гидродинамических факторов.

В реакторе пиролиза древесины существуют две фазы: твердая и газовая. Газовая подразделяется на две зоны: проточную и непроточную; между ними происходит диффузионно-конвективный тепло-массообмен. Реакции, главным образом, идут в твердой фазе и непроточных зонах. При температуре пиролиза ~ 400°C полностью расходуется исходное вещество, из которого образуется растворимая смола, поэтому из рассмотрения исключим фактор неполноты разложения.

Нами показано, что скорость прогрева при изменении от 15 до 30°C/мин не влияет на суммарный процесс превращений. Для упрощения задачи допустим образование в куске первичных продуктов растворимой смолы и их превращения в непроточных зонах как суммарный процесс, определяющий выход смолы. На основании экспериментального материала суммарный процесс превращений по растворимой смоле при температуре 400°C однозначно определяется критерием Re. Поэтому исключим из рассмотрения тепловой баланс и ограничимся материальным.

Материальный баланс по растворимой смоле и азоту представим в виде следующей системы дифференциальных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial C_{исх}}{\partial t} &= -r_{исх}; \\ (1 - \varepsilon) \frac{\partial C''}{\partial t} - k\sigma(C'' - C') &= (1 - \varepsilon)r; \\ \varepsilon \frac{\partial C'}{\partial t} - D \frac{\partial^2 C'}{\partial x^2} + \varepsilon V \frac{\partial C'}{\partial x} + k\sigma(C'' - C') &= 0; \\ \varepsilon \frac{\partial C_{N_2}}{\partial t} - D \frac{\partial^2 C_{N_2}}{\partial x^2} + \varepsilon V \frac{\partial C_{N_2}}{\partial x} &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где t — время, сек;

$C_{исх}$ — концентрация исходного вещества в древесине, кг/м³;

$r_{исх}$ — скорость превращения исходного вещества, кг/м³сек;

C'' — концентрация продуктов растворимой смолы в непроточной части слоя, кг/м³;

C' — концентрация продуктов растворимой смолы в проточной части слоя, $кг/м^3$;
 ε — доля свободного объема слоя, $м^3/м^3$;
 k — суммарный коэффициент массопередачи (учитывает внутренний и внешний обмен), $м/сек$;
 σ — удельная поверхность частиц в слое, $м^2/м^3$;
 r — суммарная скорость превращений (включает превращения исходного древесного вещества и продуктов, составляющих растворимую смолу, внутри куска и в непроточных зонах), $кг/м^3сек$;

D — коэффициент продольного перемешивания, $м^2/сек$;

V — линейная скорость газового потока, $м/сек$;

εV — объемная скорость газового потока на единицу полного сечения слоя, $м^3/м^2сек$;

x — текущая координата, $м$;

C_{N_2} — концентрация азота, $кг/м^3$.

Системе уравнений (1) необходимо придать начальные условия:

$$C_{исх} \Big|_{t=0} = C_{исх}^0; \quad C'' \Big|_{t=0} = 0;$$

$$C' \Big|_{t=0} = 0; \quad C_{N_2} \Big|_{t=0} = C_{N_2}^0;$$

граничные условия:

а) конвективный и диффузионный поток растворимой смолы на входе в слой

$$j \Big|_{x=0} = \varepsilon VC' - D \frac{dC'}{dx} = 0;$$

б) поток азота на входе в слой

$$\varepsilon VC_{N_2} - D \frac{dC_{N_2}}{dx} \Big|_{x=0} = \varepsilon VC_{N_2}^0;$$

в) диффузионный поток растворимой смолы на выходе из слоя

$$D \frac{dC'}{dx} \Big|_{x=H} = 0; \quad D \frac{dC_{N_2}}{dx} \Big|_{x=H} = 0.$$

Система уравнений (1) с начальными и граничными условиями является математической моделью процесса пиролиза древесины (по растворимой смоле). Решение этой системы с соответствующими допущениями

$$\frac{\partial}{\partial t} [(1 - \varepsilon) C'' + \varepsilon C'] = \frac{\partial C}{\partial t} \rightarrow 0; \quad r = f(t),$$

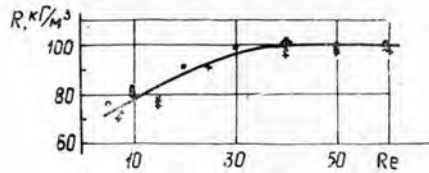
не искажающими картины процесса, приводится к виду

$$-D \frac{d^2 C'}{dx^2} + \varepsilon V \frac{dC'}{dx} = (1 - \varepsilon) r(t). \quad (2)$$

Уравнение (2) описывает образование растворимой смолы и ее распределение по слою в процессе пиролиза древесины. Решение этого уравнения относительно выхода растворимой смолы на единицу объема древесины R :

$$\frac{G}{V_{др}} = R = \int_0^{tp} r(t) dt \quad кг/м^3. \quad (3)$$

Рис. 1. Зависимость выхода растворимой смолы R на единицу объема древесины от критерия Рейнольдса Re .



Если известны время разложения t_p и функциональная зависимость r от t , то можно рассчитать выход растворимой смолы к заданному моменту времени. Так как суммарная скорость превращений при температуре 400°C однозначно определяется критерием Re , то и удельный выход R является функцией Re .

Экспериментальный материал, обработанный в зависимости $R = f(Re)$, представлен на рис. 1. Приведенные данные позволяют прогнозировать выход растворимой смолы R и ее количество G , получаемое при переработке заданного объема древесины при том или ином гидродинамическом режиме,

$$G^{\text{час}} = V_{\text{др}}^{\text{час}} \cdot R \text{ кг/час}, \quad (4)$$

где $V_{\text{др}}^{\text{час}}$ — производительность по перерабатываемой древесине, $\text{м}^3/\text{час}$. Объем аппарата определяют с учетом порозности слоя

$$V_{\text{ап}} = \frac{V_{\text{др}}^{\text{час}} \cdot t_p}{1 - \varepsilon} \text{ м}^3, \quad (5)$$

где t_p — приведенное время пребывания древесины в аппарате, *час* (определяют на основании расчетных или экспериментальных данных).

Решение дифференциального уравнения (2) относительно C' позволяет также получить уравнения для расчета концентрации продуктов растворимой смолы по высоте слоя и на выходе

$$C'(x) = \frac{(1 - \varepsilon) r(t)}{D \left(\frac{\varepsilon V}{D} \right)^2} \left[1 + \frac{\varepsilon V}{D} x - e^{-\frac{\varepsilon V}{D} (H - x)} \right]. \quad (6)$$

Уравнение (6), приведенное к безразмерному виду,

$$\bar{C}(y) = \frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon^2} \text{Da}_1 \cdot \frac{1}{\text{Pe}} \left[1 + \varepsilon \text{Pe} y - e^{-\varepsilon \text{Pe} (\bar{H} - y)} \right], \quad (7)$$

где $\bar{C}(y) = \frac{C'}{C_{N2}}$ — безразмерная концентрация;

$y = \frac{x}{d_{\text{ЭКВ}}}$ — безразмерная координата;

$d_{\text{ЭКВ}}$ — эквивалентный диаметр каналов;

$\bar{H} = \frac{H}{d_{\text{ЭКВ}}}$ — безразмерная высота;

$\text{Pe} = \frac{V \cdot d_{\text{ЭКВ}}}{L}$ — критерий продольного перемешивания (Пекле);

$\text{Da}_1 = \frac{r(t) \cdot d_{\text{ЭКВ}}}{C_{N2} \cdot V}$ — критерий химического подобия (Дамкелера).

Таким образом, на основании экспериментального материала нами математически описан процесс пиролиза древесины газовым теплоносителем в реакторе с неподвижным слоем. Предложен метод расчета

объема аппарата, выхода растворимой смолы и ее концентрации в газовом потоке по высоте слоя пиролизуемой древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Н. Лебедев, С. Я. Коротов. Влияние гидродинамических условий на выход химических продуктов при пиролизе древесины в слое. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1968. [2]. Б. Н. Лебедев. Влияние конечной температуры пиролиза древесины в слое на выход химических продуктов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1968. [3]. Б. Н. Лебедев, С. Я. Коротов. Влияние времени контакта и гидродинамических факторов на ход реакций пиролиза древесины в слое. Сб. «Процессы химической технологии древесины и продуктов ее переработки», вып. 2, № 135, Л., 1970. [4]. Б. Н. Лебедев, С. Я. Коротов. Влияние разбавления парогазовой смеси теплоносителем на выход химических продуктов при пиролизе древесины. Сб. «Процессы химической технологии древесины и продуктов ее переработки», вып. 2, № 135, Л., 1970.

Поступила 1 февраля 1974 г.

УДК 674.817-41

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ВЫСШИХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ С ДРЕВЕСНЫМ ВОЛОКНОМ ПРИ НАГРЕВАНИИ

Г. И. ЦАРЕВ, А. П. ШИШКИНА

Ленинградская лесотехническая академия

Исследовано взаимодействие высших жирных непредельных кислот с древесным волокном в процессе изготовления древесноволокнистых плит.

Известно благоприятное действие высыхающих масел на физико-механические свойства древесины и изделий из измельченной древесины. Влияние масел связывают с образованием эластичной гидрофобной пленки, которая придает изделиям водоотталкивающие свойства.

Исследования по влиянию веществ, экстрагируемых серным эфиром, на свойства древесноволокнистых плит показали, что только высшие жирные кислоты оказывают аналогичное действие [2]. Проведенный нами дополнительный опыт заключался в том, что в обессмоленное березовое дефибраторное волокно вводили высшие жирные кислоты различной степени непредельности и смесь сложных эфиров линолевой и линоленовой кислот. Количество вводимых добавок составляло 3,5% от веса волокна. Сформованные сухим способом плиты подвергали прессованию при 180, 200 и 220°C в течение 3 мин и термозакалке при 170°C в течение 4 час.

Результаты физико-механических испытаний готовых плит представлены в табл. 1, из которой видно, что только кислоты, имеющие в молекуле и двойные связи, и свободную карбоксильную группу, способствуют увеличению прочности плит.

Было сделано предположение об участии высших жирных кислот в образовании межволоконных связей (в древесноволокнистых плитах), которые возникают за счет двух реакций: 1) этерификации между гидроксильными группами древесного волокна и свободными карбоксильными группами жирных кислот; 2) сшивки радикалов жирных кислот друг с другом.

При проверке предполагаемых взаимодействий исходили из следующего: 1) если имеет место этерификация, то выход эфирного экстракта из плит после прессования и закалки снизится, а после омыления предполагаемых сложноэфирных связей и разрушения образовав-

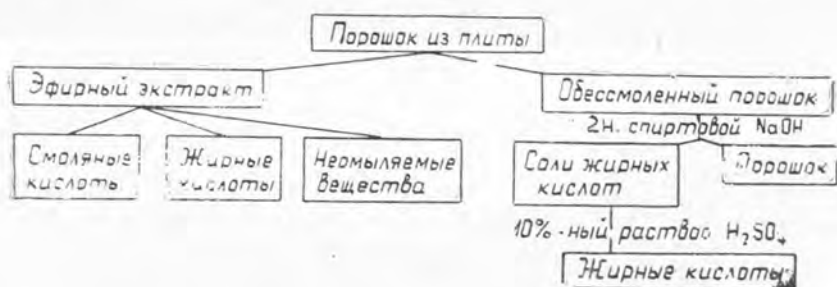
Таблица 1

Кислота	Прочность плит, кг/см ² , при температуре прессования, °С		
	180	200	220
Стеариновая	232	290	480
Олеиновая	304	385	580
Линолевая и линоленовая	408	595	750
Смесь этиловых эфиров линолевой и линоленовой кислот	238	231	435
Без добавок	211	269	490

шихся солей жирных кислот возрастет; 2) если при термообработке происходит сшивка радикалов высших жирных кислот друг с другом, то это должно сопровождаться снижением их йодных чисел с одновременным повышением молекулярного веса.

Для исследования использовали промышленное дефибраторное сосновое волокно, содержащее 4,13% эфироэкстрактивных. Изучение экстрактивных показало отсутствие связанных высших жирных кислот, что делало волокно пригодным к намеченной работе.

Сформованные сухим способом плиты были отпрессованы при 180°C. Часть плит после прессования подвергали закалке при 170°C в течение 4 час. Плиты после прессования и плиты после прессования и закалки измельчали; полученный порошок исследовали по схеме:



Исследование эфирного экстракта. Изменение выхода эфирного экстракта и его компонентов в процессе получения плит показано в табл. 2, из данных которой видно, что выход экстракта после прессования сократился на 15,3%. После прессования и последующей закалки выход экстракта составил всего 0,67% от веса волокна. В исходном волокне содержание смоляных и высших жирных кислот прак-

Таблица 2

Объект исследования	Выход экстракта, % от веса абс. сухого волокна	Выход компонентов экстракта, % от веса абс. сухого экстракта		
		неомыляемых веществ	смоляных кислот	жирных кислот
Исходное волокно	4,13	15,0	40,2	39,8
Плита после прессования	3,50	22,4	45,6	31,9
Плита после прессования и закалки	0,67	37,2	51,6	11,2

тически одинаково. После прессования заметно уменьшилось количество жирных кислот, а после прессования и закалки их содержание стало минимальным и, как следствие, возросла доля смоляных кислот и неомыляемых веществ.

Таблица 3.

Объект исследования	Содержание индивидуальных кислот, % от смеси высших жирных кислот			
	олеиновой	линолевой	линоленовой	предельных
Исходное волокно	12,4	46,3	31,1	8,2
Плита после прессования	27,8	34,7	11,8	12,7
Плита после прессования и закалки	57,5	10,9	0,0	28,6

Таблица 4

Объект исследования	Выход эфирного экстракта, % от веса волокна				Йодные числа жирных кислот эфирного экстракта	
	до омыления	после омыления	поправка на экстрактивные	суммарный	до омыления	после омыления
Сосновое волокно	4,13	0,50	0,50	4,13	165,4	—
Плита после прессования	3,50	0,68	0,50	3,68	118,3	73,9
Плита после прессования и закалки	0,67	2,90	0,45	3,12	54,0	52,6

Методом бумажной хроматографии показано, что происходят изменения и в количественном содержании индивидуальных жирных кислот в процессе получения плит (табл. 3). Количество непредельных кислот уменьшается, особенно после закалки. Линоленовая кислота уже не определяется, а линолевой остается $\frac{1}{4}$ от исходного количества. Одновременно с этим наблюдается резкое падение йодных чисел у кислот в плите после закалки (табл. 4), что объясняется увеличивающимся содержанием олеиновой и предельных кислот. Параллельно была проверена растворимость в эфире смоляных и жирных кислот после нагревания по длительности соответствующей условиям применяемой нами термообработки. Ни одно из испытанных веществ не дало эфиронерастворимых остатков. Следовательно, вещества, оставшиеся в порошке после экстракции серным эфиром, по всей вероятности, химически связаны с волокном.

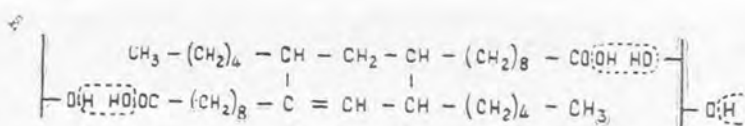
Жирные кислоты, оставшиеся в плите после экстракции эфиром, исследовали после их выделения из порошка плиты действием спиртовой щелочи с последующим разрушением образовавшихся мыл серной кислотой. Данные изменения выхода экстрактивных веществ и их йодных чисел в процессе получения плит представлены в табл. 4. С целью определения дополнительного количества веществ, растворимых в серном эфире (которые могут появиться в процессе обработки волокна спиртовой щелочью), параллельно экстрагировали порошок из плит, изготовленных из предварительно обесмоленного волокна.

В период термообработки (прессование и закалка) волокнистого материала, применяемого при сухом способе производства древесноволокнистых плит, карбоксильные группы высших жирных кислот вступают в реакцию этерификации с гидроксильными группами компонентов.

волокна. Кроме того, из данных табл. 4 видно, что происходит резкое падение йодных чисел у жирных кислот, извлеченных из порошка после его омыления.

Полученные данные показывают, что в процессе прессования и последующей закалки происходит образование межмолекулярных связей у радикалов высших жирных кислот за счет двойных связей. Для большей убедительности нами был определен молекулярный вес (МВ) жирных кислот. Для жирных кислот, выделенных из исходного волокна, средний МВ равен 296,2; для извлеченных из закаленной плиты после омыления — 598,7; для извлеченных из закаленной плиты после омыления и обработанных *HJ* — 599,3. Следовательно, молекулярный вес кислот возрос в два раза. Факт неизменности МВ кислот после обработки их йодистоводородной кислотой говорит о том, что сшивка радикалов жирных кислот происходит по углерод-углеродным связям; это мы наблюдали при выяснении механизма димеризации высших жирных кислот при нагревании [1].

Таким образом, наше предположение об участии высших жирных кислот в образовании межволоконных связей при изготовлении древесноволокнистых плит подтвердилось. При этом происходят димеризация и этерификация по схеме



Возникновение межволоконных связей является следствием двух процессов: с одной стороны, происходит образование сложноэфирной связи между свободными карбоксильными группами высших жирных кислот и гидроксильными группами компонентов древесного волокна; с другой, — сшивка радикалов жирных кислот друг с другом по углерод-углеродным связям.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. И. Царев, А. П. Шишкина, Н. Я. Солечник, А. М. Кутневич. Исследование механизма полимеризации высших жирных кислот таллового масла. Материалы к научно-технической конференции 1970 г. ХТФ ЛТА, Л., 1970, стр. 28—32.
[2]. А. П. Шишкина, Н. Я. Солечник, Г. И. Царев. Влияние экстрактивных на свойства плит сухого формования. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1968, стр. 114—116.

Поступила 14 декабря 1973 г.

УДК 674.87

**МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ХВОИ ЛИСТВЕННИЦЫ
ПО ДАННЫМ ЭМИССИОННОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА***Р. И. ДЕРЮЖКИН, В. Т. МЕЗЕНЦЕВА, З. П. МИРОШНИКОВА,
А. Г. РЫЧКОВА*

Воронежский лесотехнический институт

Приведены результаты качественного определения минерального состава хвои лиственницы методом эмиссионного спектрального анализа. В золе хвои лиственницы обнаружено более двадцати макро- и микроэлементов. По степени почернения спектральных линий элементов дана сравнительная оценка минерального состава хвои отдельных видов и разновидностей лиственницы и показана динамика изменения минерального состава хвои лиственницы в течение вегетации.

Установлено, что в растительной клетке все многообразные реакции идут в присутствии микроэлементов [8], [11]. Недостаток или избыток того или иного элемента может нарушить процессы обмена веществ в растениях и привести к различного рода заболеваниям.

В связи с этим изучение минерального состава растений представляет научный и практический интерес. Особенно это важно при сравнении интродуцируемых древесных растений, которые культивируются в несколько необычных для них почвенных и климатических условиях. Однако исследований по этим вопросам выполнено пока мало [2], [5], [6], [9], [10].

При изучении данного вопроса мы использовали метод эмиссионного спектрального анализа [1], [3].

Достоинства этого метода: быстрота, высокая чувствительность, документальность, универсальность и точность. Эти достоинства особенно проявляются при серийных определениях и одновременном нахождении многих элементов в пробе.

Применяя спектральный метод, мы на первом этапе ограничились определением только качественного состава минеральных элементов, которые в данных экологических условиях накапливаются в хвое лиственницы.

Объектом для отбора проб хвои служили опытные географические культуры лиственницы в квартале 54 учебно-опытного лесхоза Воронежского лесотехнического института. Возраст культур 16 лет. Почва темно-серая лесная суглинистая.

На этих культурах в 1971 г. было проведено четыре серии опытов с целью выявления особенностей минерального обмена у деревьев разных видов лиственницы (европейской, Сукачева, сибирской и даурской), а также разновидностей лиственницы сибирской (саянской, ленокской, алтайской). Для этих серий опытов пробы хвои отбирали 30 мая 1971 г. Кроме того, на примере лиственницы сибирской (саянская разновидность) прослежена динамика изменения минерального состава хвои в течение вегетационного периода (отбор проб в мае, августе и сентябре) и на примере лиственницы сибирской (алтайская разновидность) изучена динамика изменения минерального состава хвои в на-

Таблица 1

Элемент	Длина волны, Å	Сравнение плотностей почернения спектральных линий для опытов			
		1	2	3	4
Ag	3280,7; 3382,9	$E > C_k > C_1 > D$	$C_1 > L > A$	$C_1 = C_2 > C_3$	A_1 нет, $A_2 = A_3$
Zn	3282,3; 3345,0	$E = C_k = C_1 > D$	$C_1 > A > L$	$C_1 = C_2 = C_3$	$A_1 = A_2 = A_3$
Mo	3132,6; 3170,3; 3158,2	$E > C_k > C_1$, D нет	$C_2 = A > L$	$C_1 = C_2 = C_3$ (следы)	A_1 нет, $A_2 < A_3$
Ni	3050,8; 3101,6; 3414,7	$E > C_k > C_1 > D$	$L > C_1 > A$	$C_1 = C_2 = C_3$	A_1 следы, $A_2 < A_3$
Co	2407,3; 2411,6; 3405,1	$E = C_k = C_1 > D$	$L = C_1 = A$	$C_1 = C_2 = C_3$	$A_1 = A_2 < A_3$
Fe	3020,6; 2599,5; 3714,9	$E > C_1 > C_k > D$	$C_1 > A > L$	$C_1 > C_2 > C_3$	$A_1 > A_2 > A_3$
Ca	3158,9; 3179,3; 3181,3	$E > C_1 > C_k > D$	$C_1 > L > A$	$C_1 > C_2 > C_3$	$A_1 = A_2 > A_3$
Mg	2795,6; 2802,7; 2852,1	$E = C_k > C_1 > D$	$C_1 > L > A$	$C_1 > C_2 > C_3$	$A_1 > A_2 > A_3$
Si	2528,5; 2881,6; 2516,1	$E = C_k > D > C_1$	$L > A > C_1$	$C_2 > C_1 > C_3$	$A_1 > A_2 = A_3$
Na	3302,3; 3303,0	$E > C_k > D > C_1$	$L > C_1 > A$	$C_1 > C_2 = C_3$	$A_1 < A_2 < A_3$
Al	3082,2; 3092,7	$E > C_1 = C_k > D$	$C_1 > A > L$	$C_1 = C_2 > C_3$	$A_1 = A_2 > A_3$
Sn	2850,6; 2863,3; 3034,1	$E = C_k = C_1$, D нет	$A > C_1$, L нет	$C_1 \approx C_2 \approx C_3$ (следы)	$A_1 > A_2 > A_3$
Cu	3247,5; 3274,0	$E = C_k = C_1 = D$	$C_1 = L > A$	$C_1 = C_2 > C_3$	$A_1 = A_2 < A_3$
Mn	2949,2; 2939,3; 2794,8; 2576,1	$E > C_1 > C_k > D$	$C_1 > A > L$	$C_1 > C_2 > C_3$	$A_1 > A_2 > A_3$
Pb	2833,1; 2302,0	$E > C_1 > C_k$, D нет	C_1 следы, L, A нет	$C_1 = C_2 > C_3$	$A_1 > A_2 > A_3$
P	2534,0; 2535,6; 2553,4; 2554,3	$E = C_k > C_1 > D$	$L > A > C_1$	$C_1 > C_2 > C_3$	$A_1 = A_2 < A_3$
B	2496,8; 2497,7	$E = C_k > C_1 > D$	$L = A = C_1$	$C_2 > C_1 > C_3$	$A_1 < A_2 < A_3$
Ba	4554,0; 4934,0	$E > C_k > C_1 > D$	$C_1 > A > L$	$C_1 = C_2 = C_3$	$A_1 = A_2 = A_3$
r	4607,3; 4077,7	$E = C_1 > C_k > D$	$C_1 > L = A$	$C_1 = C_2 = C_3$	$A_1 < A_2 < A_3$
K	3446,7; 3447,7; 4044,1	$E = C_k > C_1 = D$	$L = A > C_1$	$C_1 > C_2 > C_3$	$A_1 = A_2 = A_3$

Примечание. В опыте 1 ряды лиственницы: E — европейская, С₁ — саянская, Л — ленская, А — алтайская; отбор проб 30 мая 1971 г. В опыте 2 разновидности лиственницы сибирской: С₁ — саянская, Л — ленская, А — алтайская; отбор проб 30 мая 1971 г. В опыте 3 саянская разновидность лиственницы сибирской; отбор проб в 1971 г.: С₁ — 30 мая, С₂ — 30 августа, С₃ — 30 сентября. В опыте 4 алтайская разновидность лиственницы сибирской; отбор проб в 1972 г.: А₁ — 19 апреля, А₂ — 25 апреля, А₃ — 30 мая.

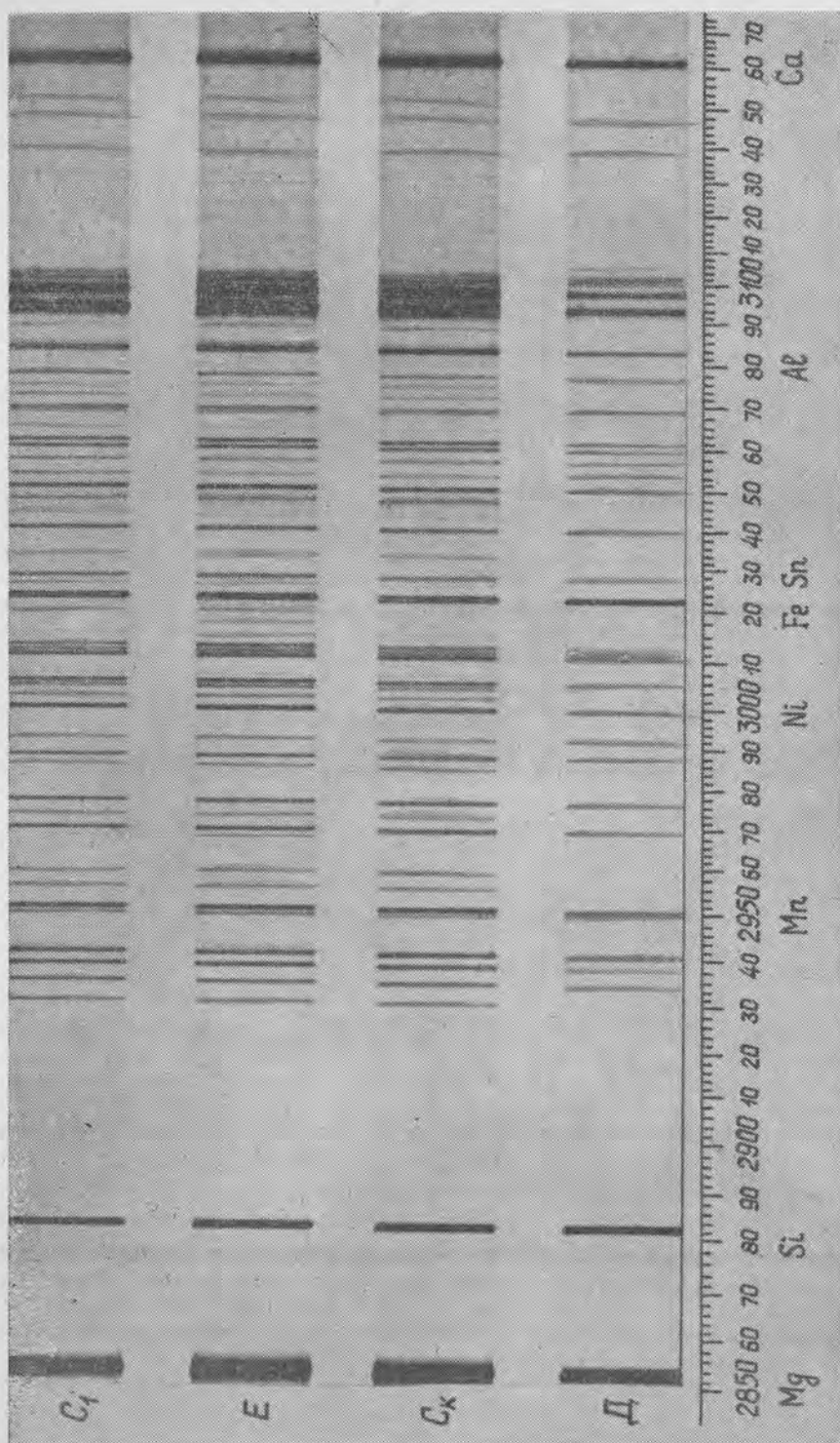


Рис. 1. Спектр (2850—3180 Å) хвои различных видов лиственницы.

чальный период вегетации (отбор проб 19 апреля, 25 апреля и 30 мая 1972 г.).

Пробы пучковой хвои в пределах каждого варианта опыта отбирали с освещенной части южного сектора кроны. В каждую сборную пробу (две повторности) включали хвою от 5—7 деревьев, средних для данного насаждения.

Подготовленные образцы хвои подвергали сухому озолению при 600°C. С помощью качественного спектрального анализа в золе хвои лиственницы обнаружены двадцать элементов: Ag, Zn, Mo, Ni, Co, Fe, Cu, Mn, Ca, Mg, Si, Na, Al, Sn, Pb, P, B, Ba, Sr, K.

Спектры фотографировали при помощи кварцевого спектрографа ИСП-28. Условия съемки: дуга переменного тока, напряжение 220 в, сила тока 8А, ширина щели 0,01 мм, осветительная система — трехлинзовый кварцевый конденсор, время экспозиции 3 мин. Рядом со спектрами анализируемых проб фотографировали спектры железа Армко в качестве ориентира при идентификации элементов.

Спектрограммы расшифровывали на спектропроекторе ДСП-1 при 20-кратном увеличении, используя в качестве пособия атлас спектральных линий Калинина и др. [7]. Сравнительную оценку содержания элементов в пробах осуществляли визуально, по степени почернения спектральных линий на фотопластинке.

В табл. 1 представлены данные сравнения плотностей почернения аналитических спектральных линий элементов в золе хвои лиственницы разных видов и экотипов в течение вегетации и в начальный период формирования хвои. По данным опыта 1 замечено, что наиболее полно накопление минеральных элементов идет в хвое европейской лиственницы, которая отличается лучшим ростом и устойчивостью по сравнению с другими видами лиственницы, произрастающими в данных условиях среды (рис. 1). Европейская лиственница, по-видимому, имеет также лучший тип обмена веществ, то есть ее наследственные свойства больше всего соответствуют данным условиям местопроизрастания. Промежуточное положение по усвоению элементов минерального питания и по показателям роста и устойчивости занимают лиственницы Сукачева и сибирская [4].

Интенсивность большинства линий в спектре зола даурской лиственницы гораздо слабее, в ее минеральный обмен элементы питания включаются менее активно, что согласуется также с худшими показателями роста и устойчивости деревьев лиственницы этого вида (табл. 2).

Таблица 2

Вид и разновидность лиственницы	Происхождение семян: область, край; географическая широта, °	Средняя высота растений, м в возрасте, лет		Сохранность саженцев через 5 лет после посадки, %
		5	15	
Сибирская:				
алтайская	Восточно-Казахстанская; 49	0,4	3,9	29,0
ленская	Иркутская; 59	0,6	5,6	66,6
саянская	Красноярский; 52	1,3	8,4	60,3
Европейская	Львовская; 49	1,6	9,8	76,1
Сукачева	Свердловская; 56	1,0	7,2	48,3
Даурская	Бурятская; 54	0,7	5,4	47,8

Следует отметить, что после засушливого лета 1972 г. даурская лиственница в опытных культурах под Воронежем полностью погибла.

Отчетливо заметно различие в накоплении минеральных элементов в хвое саянской, ленской и алтайской разновидностей сибирской

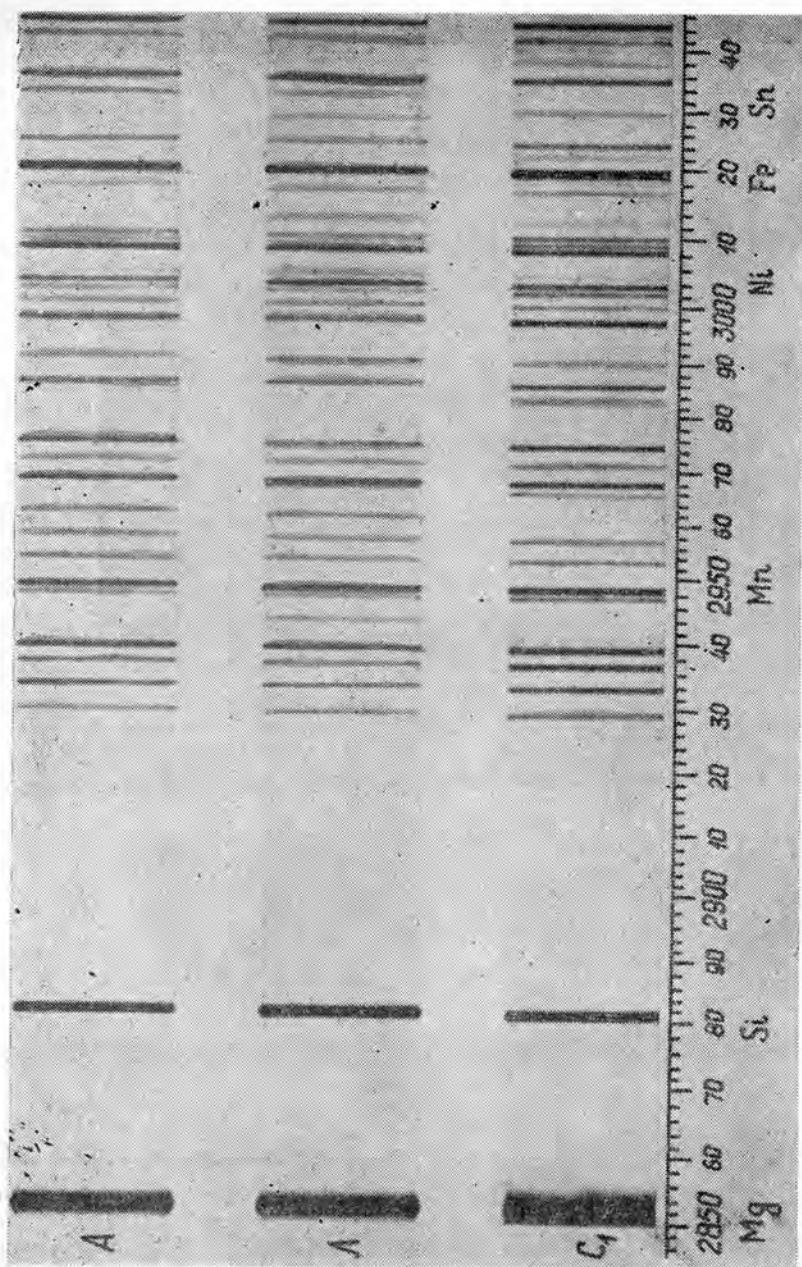


Рис. 2. Спектр (2840—3040 Å) хвои сибирской лиственницы различных разновидностей.

лиственницы. В хвое саянской разновидности наиболее интенсивно идет накопление таких важных элементов минерального питания как магний, железо, марганец (рис. 2); содержание кремния в ней невелико. В хвое ленской и особенно алтайской разновидности лиственницы накопление минеральных элементов значительно слабее.

По показателям роста и устойчивости в культурах первое место занимает саянская, второе — ленская и третье — алтайская разновидности [4]. Очевидно, данные условия произрастания наиболее благоприятны для роста и развития саянской разновидности, наследст-

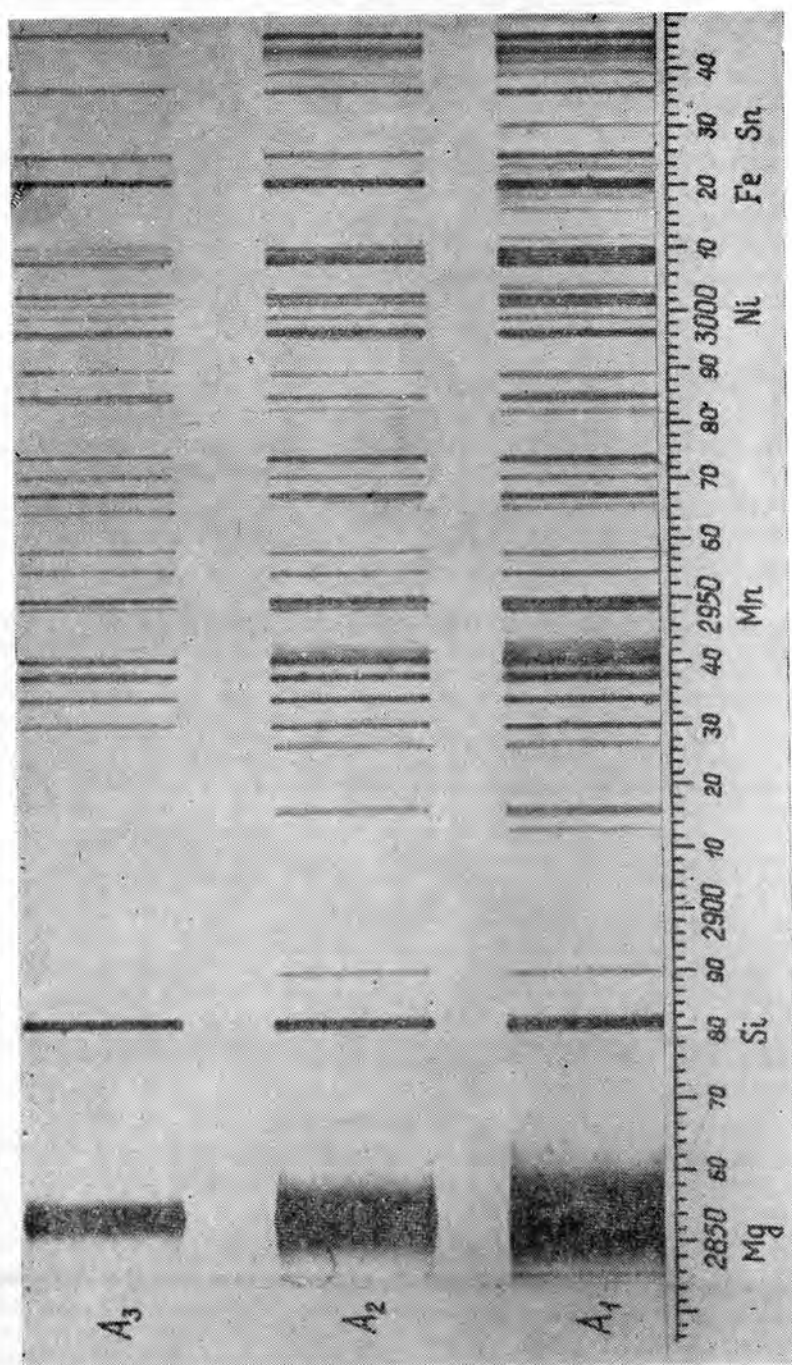


Рис. 3. Спектр (2840—3040 Å) хвои сибирской лиственницы алтайской разновидности в начальный период формирования хвои.

венные свойства которой наилучшим образом подходят к данным условиям среды.

Сравнение минерального состава хвои лиственницы сибирской саянской разновидности в течение вегетации (опыт 3, табл. 1) выявило наибольшее содержание минеральных элементов в хвое майских проб, когда процессы фотосинтеза и обмена особенно активны. К концу вегетационного периода содержание минеральных элементов в хвое сни-

жается, что связано с осенним оттоком минеральных питательных веществ и перераспределением их из хвои в другие вегетативные органы деревьев лиственницы.

При изучении минерального состава хвои алтайской разновидности лиственницы сибирской в начальный период ее формирования установлено особенно большое содержание магния, железа, меди и марганца (рис. 3). Эти элементы, принимая участие в синтезе хлорофилла, значительно накапливаются в хвое в начальный период ее формирования и роста. В этот период наблюдается повышенное содержание таких микроэлементов как цинк, молибден, бор, кобальт. Роль этих микроэлементов и их влияние на рост, клеточную активность, фотосинтез и образование хлорофилла непосредственно и тесно связаны с их участием в общем обмене растения.

Следовательно, на первом этапе применения спектрального анализа при исследовании минерального состава хвои лиственницы выявлены некоторые качественные различия в накоплении минеральных элементов в хвое различных видов и экотипов лиственницы. Интенсивность минерального обмена обуславливается наследственными свойствами и изменяется в течение вегетационного периода.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. А. Бабушкин, П. А. Бажулин, Ф. А. Королев, И. В. Левшин, В. К. Прокофьев, А. Р. Стриганов. Методы спектрального анализа. Изд. МГУ, М., 1962. [2]. Л. А. Бопп. Об изменчивости сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) разного географического происхождения по содержанию в хвое азота, фосфора и калия. Журн. «Биологические науки» № 1, 1971. [3]. Т. Ф. Боровик-Романова, М. М. Фарафонов, И. Ф. Грибовская. Спектральное определение микроэлементов в растениях и почвах. Изд-во «Наука», М., 1973. [4]. Р. И. Дерюжкин. Результаты изучения географических культур лиственницы в Воронежской области. Научные труды ВЛТИ, 32, 3, Центрально-Черноземное книжное издательство, Воронеж, 1969. [5]. Н. Н. Дзенс-Литовская. Зольный состав лесной растительности в Савальской лесостепи. Журн. «Почвоведение» № 4, 1946. [6]. Д. М. Елькина. Сезонные изменения содержания Си, Zn и Со в хвое сосны. Журн. «Лесоведение» № 2, 1973. [7]. С. К. Калинин, А. А. Явнель, А. И. Алексеева, Л. Э. Наймарк. Атлас спектральных линий для кварцевого спектрографа, 1952. [8]. П. Крамер, Т. Козловский. Физиология древесных растений. Гослесбумиздат, 1963. [9]. Т. С. Павлова. Зольный состав хвои сосны в южнотаежных лесах Урала. Труды Института экологии растений и животных. Уральский научный центр АН СССР, 85, 1972. [10]. В. В. Смирнов, В. Г. Семенова. Содержание воды, органического вещества и зольных элементов в хвое различного возраста у ели обыкновенной. Журн. «Лесоведение» № 5, 1969. [11]. И. А. Чернавина. Физиология и биохимия микроэлементов. Изд-во «Высшая школа», М., 1970.

Поступила 30 апреля 1974 г.

УДК 674.815-41

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ С УЛУЧШЕННЫМИ ГИДРОФОБНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Б. В. РОШМАКОВ, А. А. ЭЛЬБЕРТ, Н. Я. ССЛЕЧНИК

Ленинградская лесотехническая академия

С помощью методов планируемого многофакторного эксперимента определены основные технологические факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на свойства древесностружечных плит, и выбраны оптимальные условия для получения плит с улучшенными гидрофобными свойствами.

Цель настоящей работы — определение технологических факторов, оказывающих наиболее существенное влияние на разбухание, водопоглощение, а также на прочность плит при статическом изгибе, и выбор оптимальных условий получения древесностружечных плит с улучшенными гидрофобными свойствами.

Таблица 1

Факторы	Код	Верхний уровень (+)	Основной уровень (0)	Нижний уровень (-)
Плотность плит, кг/м ³	X ₁	800	650	500
Количество связующего в наружных слоях, %	X ₂	14	12	10
Количество связующего во внутреннем слое, %	X ₃	10	8	6
Влажность стружки наружных слоев, %	X ₄	9	6	3
Влажность стружки внутреннего слоя, %	X ₅	7	4	1
Время прессования, мин/мм	X ₆	1,2	0,8	0,4
Температура прессования, °С	X ₇	180	160	140
Количество отвердителя в наружных слоях, %	X ₈	2,5	1,5	0,5
Количество отвердителя во внутреннем слое, %	X ₉	3,5	2,0	0,5
Концентрация связующего, %	X ₁₀	60	55	50
Количество воды, наносимой на 1 м ² поверхности плиты, кг	X ₁₁	0,2	0,1	0
Отношение массы наружных слоев к массе плиты, %	X ₁₂	40	30	20

Известно, что величины разбухания и водопоглощения готовых плит зависят от многих технологических факторов, причем степень влияния этих факторов различна [3], [4]. Для определения основных технологических факторов был проведен эксперимент по методу случайного баланса [1]. В табл. 1 указаны исследуемые факторы и уровни их варьирования. Матрица планирования и результаты экспериментов приведены в табл. 2.

На первом этапе обработки результатов экспериментов были построены диаграммы рассеяния (рис. 1—3). Качественную оценку эффектов исследуемых факторов проводили визуально по разности медиан и по числу выделившихся точек. Для количественной оценки составляли таблицы с двумя входами. Статистическую значимость выделенных эффектов проверяли по критерию Стьюдента.

Таблица 2

№ п/п	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	Разбу- хание за 24 часа, %	Водо- погло- щение за 24 часа, %	Проч- ность при из- гибе, кг/см ²
1	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	33,9	124	92
2	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	19,0	81	161
3	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	55,6	104	293
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	32,4	126	129
5	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	28,5	50	380
6	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	52,0	100	300
7	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	30,2	114	99
8	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-	28,3	40	384
9	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	43,9	93	287
10	-	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	21,0	96	155
11	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	27,7	116	135
12	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	41,7	87	330
13	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	17,3	76	190
14	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	21,5	87	193
15	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	29,2	48	376
16	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	26,4	46	415

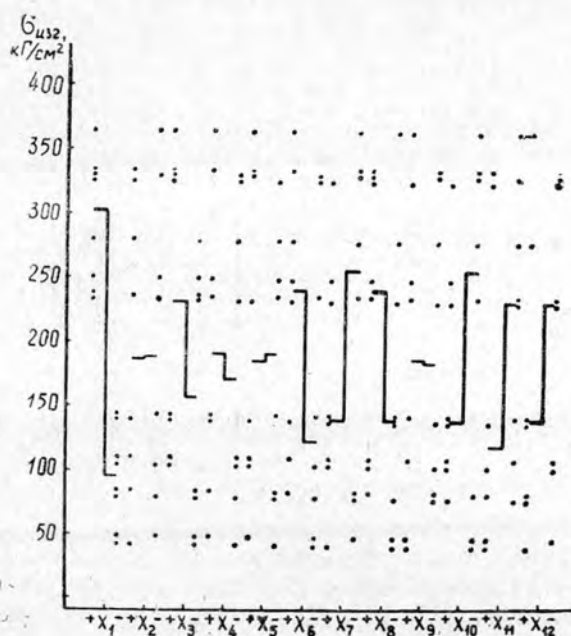


Рис. 1. Диаграмма рассеяния результатов экспериментов при определении влияния исследуемых факторов на разбухание древесностружечных плит.

После анализа диаграмм эффекты факторов X₁ и X₃ были призна- ны существенно влияющими на разбухание, водопоглощение и проч- ность плит. В результате расчетов получены следующие величины вы- деленных эффектов: разбухание за 24 часа $\Delta X_1 = +12,80$; $\Delta X_3 = -15,80$; водопоглощение за 24 часа $\Delta X_1 = -31,50$; $\Delta X_3 = -42,50$;

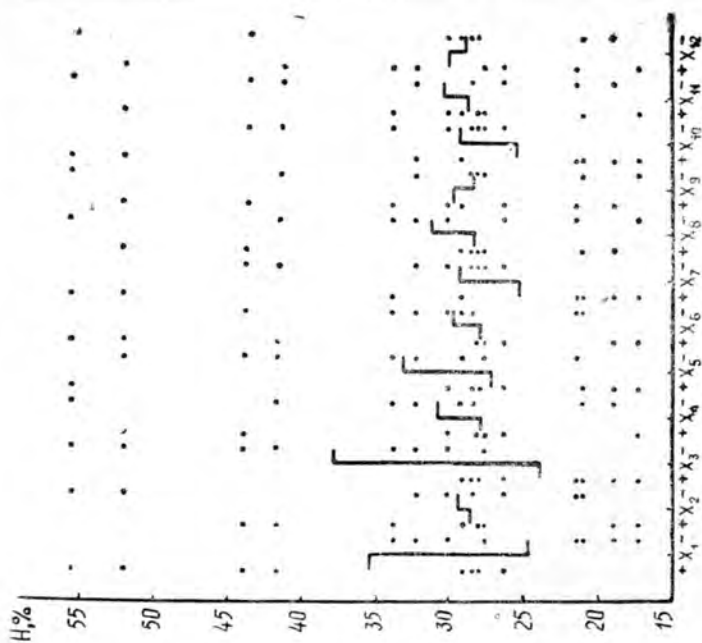


Рис. 3. Диаграмма рассеяния результатов экспериментов при определении влияния исследуемых факторов на предел прочности древесностружечных плит при статическом изгибе.

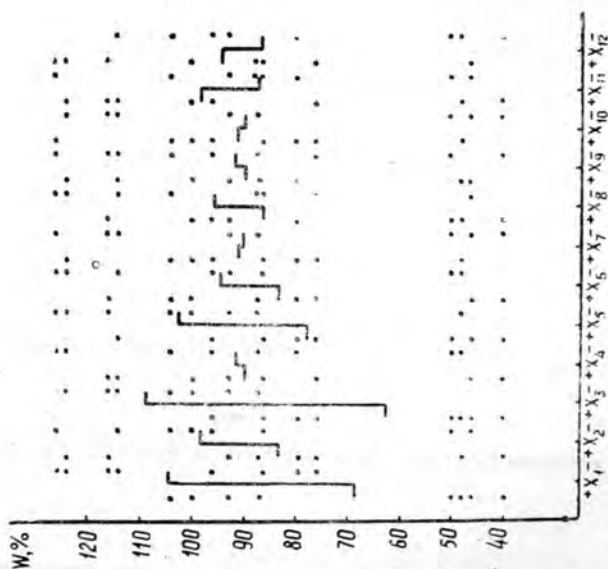


Рис. 2. Диаграмма рассеяния результатов экспериментов при определении влияния исследуемых факторов на водопоглощение древесностружечных плит.

прочность при статическом изгибе $\Delta X_1 = +200$; $\Delta X_3 = +75$. Проверка статистической значимости показала, что выделенные эффекты значимы.

На втором этапе обработки результатов было исключено влияние выделенных факторов. С этой целью производили корректировку результатов экспериментов [1], затем снова строили диаграммы рассеяния. Визуальный анализ диаграмм позволил выделить эффекты факторов, влияющих на разбухание и водопоглощение, — X_2 и X_7 , а также на прочность плит — X_7 и X_{12} . Расчеты дали следующие величини

ны выделенных эффектов: разбухание за 24 часа $\Delta X_2 = -3,30$; $\Delta X_7 = +6,00$; водопоглощение за 24 часа $\Delta X_2 = -7,50$; $\Delta X_7 = +8,50$; прочность при статическом изгибе $\Delta X_7 = +26$; $\Delta X_{12} = -20$. Проверка статистической значимости показала, что выделенные эффекты также значимы.

На третьем этапе обработки результатов произвели вторую корректировку и вновь построили диаграммы рассеяния. Анализ диаграмм позволил выделить эффекты факторов, влияющих на разбухание, — X_6 и X_9 , на водопоглощение — X_6 и X_{11} , на прочность плит — X_5 и X_6 . Проверка статистической значимости показала, что все выделенные эффекты незначимы. Было признано разумным отнести действия этих и оставшихся эффектов к «шумовому полю» и на этом закончить анализ результатов экспериментов.

Следовательно, нами установлено, что на величины разбухания и водопоглощения основное влияние оказывает изменение плотности плит, количества связующего во внутреннем и наружных слоях и температуры прессования. Прочность плит при статическом изгибе зависит от плотности плиты, количества связующего во внутреннем слое, температуры прессования и отношения массы наружных слоев к массе плиты. Установлено также влияние времени прессования на все исследуемые свойства плит, и этот фактор был включен в число переменных при последующих исследованиях. Из выделенных факторов наибольшее влияние на показатели плит оказывают плотность и количество связующего во внутреннем слое, поэтому в дальнейшем интервалы варьирования этих факторов были уменьшены.

Таблица 3

Факторы	Код	Верхний уровень (+)	Основной уровень (о)	Нижний уровень (-)
Плотность плит, $кг/м^3$	X_1	700	650	600
Количество связующего в наружных слоях, %	X_2	14	12	10
Количество связующего во внутреннем слое, %	X_3	10	9	8
Температура прессования, $^{\circ}C$	X_4	180	160	140
Время прессования, мин/мм	X_5	1,2	0,8	0,4

После определения основных технологических факторов была поставлена задача получить зависимости, связывающие исследуемые параметры с выделенными факторами, и определить пути оптимизации для получения древесностружечных плит с минимально возможным разбуханием и водопоглощением. С этой целью был проведен дробный факторный эксперимент 2^{5-2} . Исследуемые факторы и уровни их варьирования

Таблица 4

Код опыта	Разбухание H за 24 часа, %	Водопоглощение W за 24 часа, %	Прочность при статическом изгибе $\sigma_{изг}$, $кг/см^2$
(1)	25,6	91	198
ab	25,6	70	283
cd	25,1	85	212
ace	26,2	68	274
bce	17,7	72	242
ade	33,6	88	267
bde	25,6	90	223
abcd	21,4	57	329

рования приведены в табл. 3. Остальные факторы были постоянными. «Паровой удар» при изготовлении плит не применяли. Матрица планирования дробного факторного эксперимента 2^{5-2} в кодовой записи [2] и результаты опытов приведены в табл. 4.

По данным табл. 4, используя формулы для ортогональных планов [2], получили уравнения регрессии

$$Y_H = 25,48 + 1,98X_1 - 2,90X_2 - 2,88X_3 + 1,70X_4 + 1,05X_5; \quad (1)$$

$$Y_W = 77,63 - 6,88X_1 - 5,38X_2 - 7,13X_3 + 2,38X_4 + 1,88X_5; \quad (2)$$

$$Y_p = 235,5 + 35,0X_1 + 16,0X_2 + 11,0X_3 + 4,5X_4 - 1,8X_5. \quad (3)$$

Анализируя уравнения (1) — (3) с технологической точки зрения, можно сделать следующие выводы. Для снижения разбухания и водопоглощения, а также для повышения прочности плит необходимо увеличивать количество связующего во внутреннем и наружных слоях, так как изменение этих факторов действует однозначно на показатели плит. Значительное влияние на свойства оказывает и плотность плит, но действие этого фактора неоднозначно: с уменьшением плотности снижается разбухание, но в то же время увеличивается водопоглощение и падает прочность. Поэтому при выборе оптимальных условий плотность плит была постоянной.

Из уравнений (1), (2) также следует, что при снижении температуры и времени прессования в исследуемых пределах разбухание и водопоглощение уменьшаются, но изменение этих факторов оказывает меньшее влияние на гидрофобные свойства плит по сравнению с изменением количества связующего и плотности плит. Еще меньшее влияние по сравнению с другими переменными оказывает изменение температуры и времени прессования на прочность плит при статическом изгибе.

Таблица 5

Показатели	X_1 — плотность плит, кг/м ³	X_2 — количество связующего в наружном слое, %	X_3 — количество связующего во внутреннем слое, %	X_4 — температура прессования, С°	X_5 — время прессования, мин/мм	Разбухание за 24 часа, %	Водопоглощение за 24 часа, %	Прочность при статическом изгибе, кг/см ²
Коэффициенты уравнений b_j	+1,98 -6,88	-2,90 -5,38	-2,88 -7,13	+1,70 +2,38	+1,05 +1,88	—	—	—
Шаг варьирования I_j	50	2	1	20	0,4	—	—	—
$b_j \times I_j$	+99 -3,44	-5,80 -10,76	-2,88 -7,13	+5,66 +4,76	+0,07 +0,075	—	—	—
$(b_j \times I_j) : 6$	+16,5	-0,966	-0,48	+5,66	+0,07	—	—	—
$(b_j \times I_j) : 10$	-34,4	-1,076	-0,71	+4,76	+0,075	—	—	—
Округление	50	1	0,5	5	0,1	—	—	—

Движение по градиенту

Опыт № 9	650	12	9	160	0,8	25,6	77,6	262
10	650	13	9,5	155	0,7	—	—	—
11	650	14	10	150	0,6	18,9	63	279
12	650	14	10	145	0,5	17,4	61	277
13	650	14	10	140	0,4	15,9	61	288
14	654	14	10	135	0,3	16,9	60	270
15	650	14	10	130	0,2	Расслоение		

Примечание. В числителе дан расчет изменения факторов по уравнению (1); в знаменателе — по уравнению (2).

Оптимальные условия получения древесностружечных плит с улучшенными гидрофобными свойствами определены по методу «крутого восхождения». Расчет изменения факторов при движении по градиенту и результаты опытов приведены в табл. 5. При этом количество связующего в плитах, начиная с 11-го опыта, оставалось постоянным, так как дальнейшее увеличение экономически нецелесообразно.

Из данных табл. 5 следует, что при увеличении количества связующего во внутреннем и наружных слоях плит соответственно от 9 до 10% и от 12 до 14% и при снижении температуры и времени прессования соответственно от 160 до 140°C и от 0,8 до 0,6 мин/мм разбухание и водопоглощение плит заметно уменьшаются, а прочность возрастает. При дальнейшем снижении температуры и времени прессования (количество связующего в плитах постоянно) разбухание и водопоглощение уменьшаются, но незначительно, а прочность остается практически постоянной, что подтверждает выводы, сделанные при анализе полученных уравнений.

Таким образом, нами установлено, что величины разбухания и водопоглощения, в основном, зависят от количества связующего в плитах. Увеличение количества связующего резко улучшает гидрофобные свойства плит, но в то же время значительное увеличение экономически нецелесообразно. Гидрофобность плит также зависит от температуры и времени прессования. При одновременном снижении температуры и времени прессования до определенных значений разбухание и водопоглощение плит уменьшаются, но незначительно. Поэтому можно считать, что условия опытов 11—13 оптимальны для получения древесностружечных плит с улучшенными гидрофобными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ю. П. Адлер. Введение в планирование эксперимента. Изд-во «Металлургия», М., 1969. [2]. Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. П. Грановский. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Изд-во «Наука», М., 1971. [3]. Г. М. Шварцман. Производство древесностружечных плит. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1967. [4]. А. А. Эльберт. Водостойкость древесностружечных плит. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1970.

Поступила 1 марта 1974 г.

УДК 676.2.056.3

ФОРМУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УСЛОВИЙ ДВУХСЕТЧОГО ФОРМОВАНИЯ БУМАЖНОГО ПОЛОТНА

В. П. ЧЕРНОКРЫЛОВ.

Ленинградский технологический институт ЦБП

Изложены результаты анализа установок для двухсеточного формования бумажного полотна. Представлена схема устройства для формования полотна между двумя сетками на вращающейся поверхности. На основе этой схемы создана экспериментальная лабораторная установка для исследования влияния основных технологических параметров на формование и обезвоживание бумажного полотна между двумя сетками.

Бумажное полотно, вырабатываемое на плоскосеточных машинах, характеризуется разносторонностью, которая усиливается с увеличением скорости машин и повышением содержания наполнителя в массе. Во избежание этого нежелательного явления, особенно при производстве

печатных видов бумаг, возникла потребность в разработке новых методов формирования и обезвоживания бумажного полотна.

В последнее время получили распространение формирующие устройства, где процесс формирования и обезвоживания протекает между двумя сетками. Существует большое количество различных патентов и имеется ряд опытных установок двухсеточного формирования; некоторые конструкции оказались удачными и внедряются на производстве [1—4]. Все устройства с двумя сетками можно разделить на устройства с симметричным и асимметричным формированием полотна. Наиболее эффективны установки с симметричным формированием, так как в этом случае происходит равномерное обезвоживание полотна с двух сторон, что особенно важно для печатных видов бумаг.

Многие зарубежные исследователи считают идеальными установки с двумя сетками на вращающихся поверхностях, которые обеспечивают хорошее качество бумаги при высоких скоростях [6], [7]. В ближайшие годы за рубежом будут применять кругросеточные машины с повышенной скоростью и большей шириной. Лучшими в этом отношении являются двухсеточные машины типа Argu—Forma II, Pariformer и почти все машины отсасывающего типа со второй верхней сеткой. Интенсивное обезвоживание центрифугированием и давлением сетки требует меньших затрат мощности на вакуум-насосе, удлиняет срок службы сеток [5]. Кроме того, эти установки отличаются компактностью и гибкостью в эксплуатации.

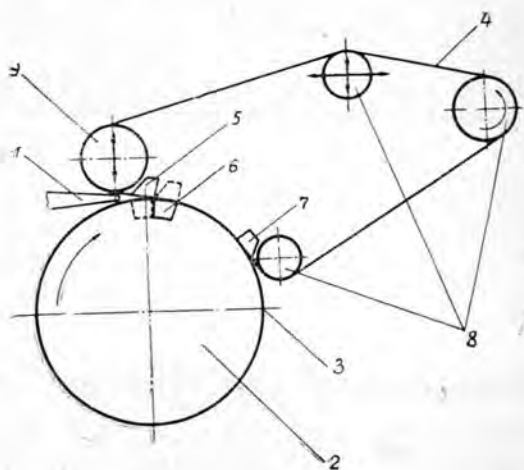


Рис. 1. Схема устройства с симметричным формированием бумажного полотна.

1 — напускное устройство; 2 — формирующий цилиндр; 3 — сетка формирующего цилиндра; 4 — верхняя сетка; 5 — перевернутый отсасывающий ящик; 6 — отсасывающая камера; 7 — пересасывающий ящик; 8 — направляющие и сетконатяжные валы; 9 — подающий вал.

Следует отметить отсутствие теоретических положений, описывающих процесс двухсеточного формирования с учетом качественных показателей получаемой бумаги, а также отсутствие достаточно обоснованных экспериментальных данных по основным конструктивным решениям сеточных столов для двухсеточного формирования. Нами предложена схема устройства (рис. 1) с симметричным формированием полотна на вакуум-формирующем цилиндре между двумя сетками. Такое формирование — результат следующих особенностей:

а) масса подается из напускного устройства непосредственно в зону формирования между двумя сетками;

б) перевернутый отсасывающий ящик и отсасывающая камера располагаются в зоне формирования; при этом ящик можно установить непосредственно перед камерой формирующего цилиндра или за камерой;

в) создаются необходимые натяжение верхней сетки и величина вакуума в отсасывающих устройствах.

Следовательно, в формирующем устройстве хорошо диспергированная бумажная масса подается в клиновидный зазор между нижней сеткой вакуум-формирующего цилиндра и верхней сеткой, где одновременно происходит обезвоживание и формование полотна. Вода удаляется через нижнюю сетку формирующего цилиндра под действием вакуума отсасывающей камеры и через верхнюю сетку под действием вакуума перевернутого отсасывающего ящика. Бумажное полотно с помощью пересасывающего ящика передается с поверхности цилиндра на верхнюю сетку и далее поступает на съемное сукно. Сетка возвращается к подающему валу, огибая соответствующие направляющие и сетконатяжные валки.

На основании приведенной схемы формирующего устройства нами создана экспериментальная лабораторная установка. Ее задачи:

1) изучение закономерностей роста слоя осевших волокон в процессе формования и обезвоживания между двумя сетками под вакуумом;

2) изучение влияния основных технологических параметров на продолжительность формования;

3) определение показателей, характеризующих предельно допустимый вариант совместного формования и обезвоживания;

4) определение оптимальных значений технологических параметров протекания процесса формования бумажного полотна между двумя сетками под вакуумом;

5) разработка методики расчета формирующей установки;

6) выбор оптимальной конструкции сеточной части.

Продолжительность оптимального формования между двумя сетками, определяемая экспериментальным путем, является исходным показателем для конструирования формирующей части заданной производительности.

В предлагаемой схеме формирующего устройства можно регулировать натяжение сетки, длину клиновидной зоны и ее начальную ширину, а это, в свою очередь, позволяет быстро переходить на выпуск другого вида продукции. Простота конструкции предлагаемой схемы и заданный режим обезвоживания создают необходимые условия для автоматизации процесса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. Д. Альшиц. Новые методы и оборудование для формования бумаги и картона. «Бумага и целлюлоза», М., 1970. [2]. Экспресс-информация ЦБП, № 7, реф. 66, 1968. [3]. Экспресс-информация ЦБП, № 35, реф. 284, 1969. [4]. Экспресс-информация ЦБП, № 41, реф. 355, 1970. [5]. Экспресс-информация ЦБП, № 32, реф. 279, 1973. [6]. «Pulp and Paper», Mag. Canada, 68, № 10, 1967, 482—496. [7]. Riihinen Kalevi. Some aspect of high speed sheet forming. «Pap. ja Puu», 54, № 11, 1972, 731—744.

Поступила 21 января 1974 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 62-52

ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАГРУЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ
ОТ СТЕПЕНИ УПОРЯДОЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ПОСТУПЛЕНИЯ
ПРЕДМЕТОВ ТРУДА

Д. Л. ДУДЮК

Львовский лесотехнический институт

Показано влияние степени упорядочения процесса поступления предметов труда к технологическому оборудованию на величину необходимого их межоперационного запаса и на величину коэффициента использования рабочего времени оборудования. Полученные аналитические соотношения между этими основными показателями позволяют определить качество функционирования различных производственных систем и метод повышения их эффективности в конкретных условиях их работы.

Эффективность использования производственного оборудования в значительной степени зависит от характера входящих потоков предметов труда [1]. Процесс поступления предметов труда к технологическим агрегатам с уменьшенной в k раз дисперсией по сравнению с марковским (пуассоновским) чисто случайным потоком соответствует процессу Эрланга с параметром k . Такой более регулярный, чем чисто случайный, входящий поток предметов труда условно можно представить как марковский поток с параметром $k\lambda$, из которого в производственную систему направляется каждый k -й предмет с общей интенсивностью λ .

Для случая эрланговского входящего потока заготовок и показательно распределенной продолжительностью их обработки среднее количество заготовок, находящихся в зоне агрегата,

$$L = - \frac{1}{u_0}. \quad (1)$$

Величину u_0 определяют как отрицательный корень уравнения

$$\frac{1}{1 + u\rho} = \left(1 - \frac{u}{k}\right)^k, \quad (2)$$

где ρ — коэффициент использования рабочего времени агрегата.

Величина u_0 — единственный отрицательный корень этого уравнения [2], поэтому L определяют однозначно.

Для часто встречающегося значения $k = 2$ уравнение (2) принимает вид

$$\frac{1}{1 + u\rho} = \left(1 - \frac{u}{2}\right)^2, \quad (3)$$

Отрицательный корень этого уравнения

$$u_0 = \frac{2\rho - 0,5(1 + \sqrt{8\rho + 1})}{\rho}. \quad (4)$$

Среднее число заготовок, находящихся в зоне работающего агрегата,

$$L = \frac{\rho}{0,5(1 + \sqrt{8\rho + 1}) - 2\rho}. \quad (5)$$

При дальнейшем уменьшении дисперсии входящего потока заготовок и увеличении параметра k определение основных показателей качества использования основного и вспомогательного оборудования аналитическим путем затруднительно в связи со сложностью нахождения корней u_0 уравнения (2).

При эрланговском процессе поступления заготовок и экспоненциальном распределении продолжительности их обработки среднее количество заготовок, накапливаемых в буферном устройстве перед агрегатом и ожидающих начала их обработки, находят из выражения (1)

$$L_{\text{ож}} = -\frac{1}{u_0} - \rho. \quad (6)$$

При величине параметра $k = 2$ среднее число заготовок в буферном устройстве

$$L_{\text{ож}} = -\frac{\rho}{0,5(1 + \sqrt{8\rho + 1}) - 2\rho} - \rho. \quad (7)$$

Среднюю продолжительность пребывания заготовок в буферном устройстве от момента их поступления до момента начала обработки определяют на основании уравнения (6)

$$\tau_{\text{ож}} = \frac{L_{\text{ож}}}{\lambda} = -\frac{1}{\lambda u_0} - \frac{\rho}{\lambda}; \quad (8)$$

для случая $k = 2$

$$\tau_{\text{ож}} = \frac{1}{\lambda} \left[\frac{\rho}{0,5(1 + \sqrt{8\rho + 1}) - 2\rho} - \rho \right]. \quad (9)$$

Из полученных аналитических зависимостей видно, что объем необходимого запаса заготовок уменьшается при упорядочении процесса их поступления по мере увеличения параметра k , называемого в дальнейшем степенью упорядочения. При сохранении запаса заготовок перед агрегатами постоянным упорядочение процесса их поступления повышает коэффициент использования рабочего времени производственного оборудования.

Сравнение характера влияния степени упорядочения процесса поступления предметов труда и продолжительности их обработки на среднюю величину необходимого запаса заготовок перед агрегатами показывает, что снижение необходимого запаса заготовок максимально при повышении параметра k от 1 до 2, то есть при первичном упорядочении чисто случайного процесса работы производственного оборудования. В этом случае закономерность изменения интенсивности снижения необходимого запаса предметов труда почти одинакова при упорядочении как процесса их поступления, так и продолжительности цикла. С дальнейшим увеличением параметра k , то есть при более регулярном процессе подачи заготовок и более умеренном рассеивании продолжительности цикла, интенсивность снижения необходимого запаса заготовок уменьшается, особенно для случая упорядочения продолжительности цикла.

Общий характер зависимости необходимого запаса предметов труда перед производственными агрегатами для обеспечения заданной величины коэффициента использования их рабочего времени при упорядочении процесса работы производственных систем такой же, как и при чисто случайном процессе их работы. Различие для разных видов

упорядочения процесса работы производственных систем заключается в различной интенсивности изменения необходимого запаса предметов труда. Только при высокой загрузке производственного оборудования и малой степени упорядочения процесса его работы более эффективно первичное упорядочение процесса обработки предметов труда, ибо в этом случае их необходимый запас ниже.

В связи с тем, что при чисто случайном процессе функционирования производственных систем для обеспечения их высокой загрузки необходимы большие запасы предметов труда перед ними, можно сделать вывод, что метод упорядочения обработки предметов труда целесообразнее использовать для производственных систем с большими емкостями зон накопления буферных межоперационных запасов предметов труда. Во всех остальных случаях более эффективное снижение необходимого запаса заготовок достигается за счет упорядочения их входящих потоков. Необходимый объем межоперационных запасов предметов труда больше всего снижается, естественно, при одновременном упорядочении как процесса их поступления, так и продолжительности цикла.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Д. Л. Дудюк. Математическое описание процесса работы автоматизированных поточных линий. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1972. [2]. Л. Кофман, Р. Крюон. Массовое обслуживание. Теория и приложения. Изд-во «Мир», М., 1965.

Поступила 2 ноября 1973 г.

УДК 62-52

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ АВТОМАТИЗАЦИИ ДВУХСТОРОННИХ СОРТИРОВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

А. М. КИЛЯКОВ.

СевНИИП

Даны краткое описание и полная количественная оценка состава системы управления процессом двухсторонней сброски лесоматериалов. Эта система сравнивается с системой, предназначенной для управления односторонней сброской.

Двухсторонние сортировочные устройства представляют определенный практический интерес [2]. Рассмотрим особенности автоматизации этих устройств (по сравнению с односторонними) посредством систем непосредственного моделирования (СНМ) с оптимальными путями прохождения команд.

Схема трех последних ячеек СНМ, каждая из которых имеет по два устройства памяти (кроме концевой ячейки, где память не нужна), показана на рис. 1. Под ячейкой в данном случае понимают часть системы, относящуюся к двум постоянно действующим карманам (к одному датчику) сортировочного устройства, а не к одному карману, как это имеет место в системах для управления односторонней сброской.

Система действует так. По сигналам датчика D_i , преобразованным с помощью реле P_1 в кратковременные импульсы, первая транзитная команда поступает на первую группу реле $1PK$, а вторая — на вторую группу реле $2PK$. Когда из i -той ячейки первая команда по сигналу последующего датчика уходит в $i + 1$ ячейку, с помощью реле P_3 вторая команда с группы $2PK$ автоматически переходит на группу $1PK$.

На освободившуюся при этом группу $2PK$ может быть принята очередная транзитная команда и т. д.

Исполняемая команда, относящаяся, например, к правому карману, принимается через декодирующую группу контактов на выходное реле $1P_2$, а команда, относящаяся к левому карману, — на выходное реле $2P_2$. Чтобы исполняемая команда не могла поступить на свободную группу своей ячейки, реле $1P_2$ и $2P_2$ в соответствующих случаях выбирают более быстродействующими, чем реле кодирующих групп.

Для выявления влияния способа сброски лесоматериалов на сложность системы управления оценим количественный состав систем одного принципа действия, но предназначенных управлять процессами двухсторонней и односторонней сброски в сортировочных устройствах на N карманов.

В обоих случаях примем одинаковыми число групп элементов памяти в устройстве ввода адресов сброски n_0 ($n_0 \geq 0$) и число групп элементов памяти в ячейках n ($n \geq 1$). Величину n_0 выбираем из соображений удобства работы оператора, а величину n определяем по формуле (8) работы [1]. При записи формул соответствующие количества элементов обозначим символом q . Номера формул для тех же количеств, но в случае систем управления односторонней сброской обозначим буквой a .

Числа элементов и их контактов в пульте управления сортировкой

$$q_{ЭП} = 2 + \frac{N}{2} \text{ при } n_0 \geq 1; \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} q_{КП} &= 2 + n_e + N \text{ при } n_0 > 1; \\ q_{КП} &= 2 + n_e \text{ при } n_0 = 1, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где n_e — число единиц в кодах таблицы двоичного кодирования N адресов сброски.

В выражениях для $q_{ЭП}$ и $q_{КП}$ учтены кнопки «сброс» и «общий сброс», а также двухсторонние телефонные ключи заказа адресов сброски сортиментов, причем в выражении (2) величина N есть число их размыкающих контактов, включенных непосредственно в цепь реле $(n_0 - 1) P_3$.

Величины n_e при различных N для всех систем данного класса имеют значения, представленные в табл. 1.

Таблица 1

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
n_e	1	2	4	5	7	9	12	13	15	17	20	22	25	28	32	33
N	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
n_e	35	37	40	42	45	48	52	54	57	60	64	67	71	75	80	81

В случае $n = \text{вар}$, $n_0 > 0$ в соответствующих системах должно быть следующее количество элементов фотодатчиков:

$$q_{ЭФ} = 1,5N; \quad (3)$$

$$q_{ЭФ} = 3N; \quad (3, a)$$

конденсаторов и резисторов:

$$q_C = q_R = (n_0 - 1) + 1,5N + \sum_{i=1}^{0,5N-1} (n_i - 1); \quad (4)$$

$$q_C = q_R = (n_0 - 1) + 2N + \sum_{i=1}^{N-1} (n_i - 1); \quad (4, a)$$

реле:

$$q_P = q_0 n_0 + (n_0 - 1) + 2N + \sum_{i=1}^{0,5N-1} [q_i n_i + (n_i - 1)]; \quad (5)$$

$$q_P = q_0 n_0 + (n_0 - 1) + 3N + \sum_{i=1}^{N-1} [q_i n_i + (n_i - 1)]; \quad (5, a)$$

контактов реле:

$$q_{KP} = q_0 [4(n_0 - 1) + 1] + n_e + 4N - 2 - q_T + 4 \sum_{i=1}^{0,5N-1} q_i n_i, \quad (6)$$

где при $2 \leq N \leq 64$

$$q_T = 2(0,5N - 1) + (0,5N - 2) + (0,5N - 4) + (0,5N - 8) + (0,5N - 16);$$

$$q_{KP} = q_0 [4(n_0 - 1) - 1] + n_e + 6N - q_T + 4 \sum_{i=1}^{N-1} q_i n_i; \quad (6, a)$$

при $1 \leq N \leq 64$

$$q_T = (N - 1) + (N - 2) + (N - 4) + (N - 8) + (N - 16) + (N - 32).$$

Физический смысл q_T — число элементов памяти транзитных команд при $n = 1$. Эта величина совпадает с величиной N_T работы [1]. Значения q_T в системах управления двухсторонней и односторонней сброской представлены соответственно в табл. 2 и 3.

Таблица 2

N	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
q_T	0	2	5	8	12	16	20	24	29	34	39	44	49	54	59	64

Таблица 3

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
q_T	0	1	3	5	8	11	14	17	21	25	29	33	37	41	45	49
N	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
q_T	54	59	64	69	74	79	84	89	94	99	104	109	114	119	124	129

Как видно из данных этих таблиц, при одинаковых N значения q_T в системах управления двухсторонней сброской значительно ниже, чем в системах управления односторонней сброской.

Величины q_i находят по формуле

$$q_i = \log_2 (1 + N - N_k), \quad (7)$$

где N_k — номер кармана, считая от начала сортировочного устройства;

$$i = 0, 1, 2, \dots, N.$$

В случае $n = \text{const}$, $n_0 > 0$

$$q_C = q_R = (n_0 - 1) + 1,5N + (n - 1)(0,5N - 1); \quad (8)$$

$$q_C = q_R = (n_0 - 1) + 2N + (n - 1)(N - 1); \quad (8, a)$$

$$q_P = q_0 n_0 + (n_0 - 1) + 2N + q_T n + (n - 1)(0,5N - 1); \quad (9)$$

$$q_P = q_0 n_0 + (n_0 - 1) + 3N + q_T n + (n - 1)(N - 1); \quad (9, a)$$

$$q_{KP} = q_0 [4(n_0 - 1) + 1] - 2 + n_e + 4N + q_T(4n - 1); \quad (10)$$

$$q_{KP} = q_0 [4(n_0 - 1) - 1] + n_e + 6N + q_T(4n - 1). \quad (10, a)$$

При расчетах по указанным формулам необходимо придерживаться следующего правила вычисления дискретных положительных величин: каждый член в формулах вычисляют с точностью до целого и округляют в большую сторону, а отрицательные величины принимают за ноль.

Приведенные формулы полезны не только для выявления степени количественного различия систем управления двухсторонней и одно-сторонней сброской сортиментов, но и для точного определения состава систем одного класса на ранней стадии их проектирования. Информация о составе имеет определенный практический смысл.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. М. Киляков. О пределах упрощения моделирующих систем управления процессом сортировки. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1971. [2]. П. П. Париков. Комплексная механизация приречных нижних складов. Реферативная информация «Лесозэксплуатация и лесосплав», № 6, ВНИПИЭИлеспром, 1971.

Поступила 25 марта 1973 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 338,5 : 634.0.79

**О МЕТОДАХ ПОСТРОЕНИЯ ЦЕН РАВНОВЕСИЯ,
БАЛАНСИРУЮЩИХ СПРОС И ПРЕДЛОЖЕНИЕ****(на примере технологической щепы)***А. П. ПЕТРОВ, Г. В. ГАНЬЖИНА*

Ленинградская лесотехническая академия

Освещается опыт построения предельных цен, использованный при подготовке прейскуранта цен на щепу. В связи с различающимися по отдельным предприятиям условиями производства и потребления щепы обосновывается необходимость построения цен, балансирующих спрос и предложение. Дается понятие цен равновесия, рассматриваются аналитический и графический методы, позволяющие сбалансировать спрос и предложение.

Исследования Проблемной экономической лаборатории и кафедры экономики лесной промышленности ЛТА в 1965—1973 гг. дали возможность оценить различные направления и формы переработки низкосортной древесины и отходов. Было установлено [2], что промышленное использование ресурсов низкосортной древесины и отходов получит реальную перспективу только в тех случаях, когда производителям и потребителям технологической щепы (или других полуфабрикатов) обеспечивается получение хозрасчетной выгоды, что, в свою очередь, может быть достигнуто только применением обоснованных цен на щепу.

Проблема учета и соизмерения интересов предприятий — производителей и потребителей щепы была решена Ленинградской лесотехнической академией при подготовке проекта прейскуранта цен; оптовые цены на щепу были определены в системе двух пределов (верхнего и нижнего) [3]*.

Верхний предел цены был найден для всех возможных направлений использования щепы, причем потребителям щепы при условии их нормальной работы было обеспечено эффективное производство конечных продуктов (целлюлозы, картона, плит, дрожжей и т. д.) с рентабельностью в размере 15% к производственным фондам.

Нижний предел цены на щепу определен по условиям производства ее в леспромхозах с грузооборотами складов 100—200 тыс. м³ на базе отечественных установок УПЩ-3, УПЩ-6, УПЩ-12 и на лесозаводах на базе рубительных машин АЗ-11, АЗ-12; при этом нормально работающим производителям щепы гарантировано возмещение затрат и получение прибыли в размере 15% к стоимости производственных фондов.

Плановые оптовые цены на щепу установлены в границах между верхним и нижним пределами; при этом значения верхнего и нижнего пределов цен найдены для средних сложившихся условий производства и потребления щепы, то есть без учета влияния фактора спроса и предложения.

* Основные положения разработок ЛТА были использованы при подготовке прейскуранта цен на технологическую щепу, введенного в действие с 1 января 1974 г.

Необходимость учета указанного фактора объясняется тем, что производство и потребление щепы в различных сферах и на предприятиях характеризуется различной степенью эффективности. Наиболее эффективные направления потребления щепы характеризуются большими значениями предельных цен (23—27 руб. за 1 пл. м³ — щепы для сульфитной целлюлозы, 19—22 руб. — щепы для сульфатной целлюлозы); менее эффективные направления — меньшими значениями цен (7—12 руб. — щепы для древесных плит, 7—10 руб. — щепы для гидролиза). При этом внутри каждого направления эффективность потребления щепы резко различается по предприятиям, о чем свидетельствуют данные табл. 1, где представлена группировка цехов по выпуску древесностружечных плит (данные 1972 г.).

Таблица 1

Группы значений верхнего предела цены 1 м ³ сырья, руб.	Количество предприя- тий и цехов	Объемы потребляемого сырья	
		тыс. м ³	%
До 5,0	3	98,2	5,0
5,1—10,0	2	108,6	5,6
10,1—15,0	6	499,0	25,6
15,1—20,0	7	492,3	25,3
20,1—30,0	5	451,2	23,2
30,1 и более	2	296,9	15,3
Итого	25	1946,2	100,0

Из таблицы видно, что 38,5% объема сырья потребляется при значении верхнего предела 20 руб. и выше (высокоэффективное потребление), 10,6% ресурсов сырья перерабатывается при значениях верхнего предела до 10 руб. (низкоэффективное потребление). Аналогичное положение наблюдается в производствах целлюлозы, картона, волокнистых плит и других продуктов.

С другой стороны, производство технологической щепы характеризуется различной величиной затрат в связи с влиянием большого количества факторов: концентрации и вида ресурсов сырья, типа установок, характера примыкания нижних складов и т. д. Этот момент обуславливает большие различия в уровне нижнего предела цены на технологическую щепу, который по расчетам ЛТА составляет от 9 до 22 руб. за 1 пл. м³ [2].

В этих условиях, когда производство и потребление технологической щепы различаются степенью эффективности по отдельным сферам и предприятиям, регулирование спроса и предложения на щепу может быть осуществлено построением так называемых «цен равновесия».

Уровень цен равновесия обратно пропорционален количеству продукта, находящегося на рынке. По мере насыщения рынка цена должна снижаться, поскольку потребление продукта в наиболее эффективных сферах и предприятиях не может поглотить всей массы, и производителям придется ориентироваться на потребителей с менее благоприятными условиями потребления продукта. В то же время по мере расширения спроса для его удовлетворения приходится подключать менее эффективные способы производства, то есть предприятия, работающие в средних и худших условиях, что, естественно, потребует повышения цены на продукт с целью компенсации повышенных затрат. Следовательно, цена равновесия должна учитывать условия как производства, так и потребления продукта.

Рассмотрим методы построения цен равновесия (на примере технологической щепы).

Аналитический метод основан на установлении математической зависимости объемов производства и потребления щепы от возможных цен ее реализации

$$M = f(z) \text{ и } Q = f(z),$$

где M и Q — соответственно объемы производства и потребления щепы;

z — цена реализации на щепу.

Такие зависимости определяются методами корреляции на основании обработки статистических или нормативных данных, характеризующих условия производства и потребления щепы в связи с ее ресурсами.

Так, по оценке ЛТА зависимость ресурсов технологической щепы, вырабатываемой в леспромхозах, от возможных цен реализации удовлетворительно выражается уравнением вида

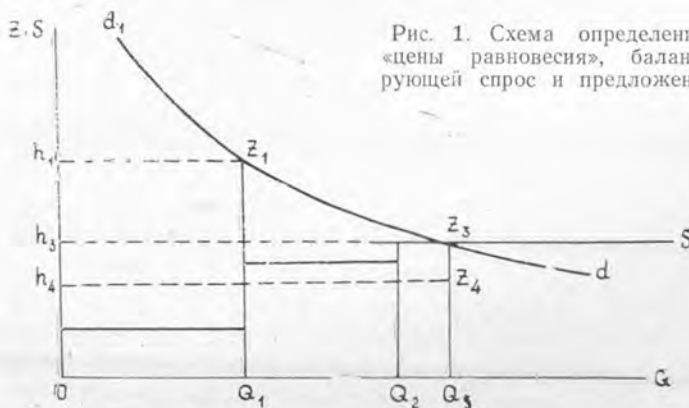
$$M = A - \frac{B}{z}, \quad (1)$$

где A и B — числовые параметры для Пермской области, по расчетам В. Л. Берестова [1], значения параметров A и B при оценке ресурсов щепы составили соответственно 940 и 7620;

z — цена реализации на щепу (нижний предел).

При наличии установленных корреляционными методами значений параметров в формулах $M = f(z)$ и $Q = f(z)$ цену равновесия, балансирующую спрос и предложение на щепу, находят при равенстве $M = Q$, то есть решением системы уравнений относительно параметра z .

Графический метод построения цен равновесия иллюстрируется схемой на рис. 1*.



Этапы построения графической схемы следующие.

1. По величине затрат на производство щепы все предприятия объединяют в три группы: вырабатывающие щепу с минимальным, средним и наивысшим уровнем нижнего предела цены. В нижний предел цены, рассчитываемый по формуле приведенных затрат, включается

* Этот метод основан на положениях, разработанных С. С. Шаталиным [4].

также прибыль, обеспечивающая внесение платы за фонды и образование фондов материального стимулирования.

На рисунке производство щепы в группах фиксировано соответственно точками Q_1, Q_2, Q_3 ; при этом Q_1 представляет производство продукции с минимальным уровнем нижнего предела цены; $Q_2 - Q_1$ — со средним; $Q_3 - (Q_1 - Q_2)$ — с наивысшим.

Для каждой группы предприятий по формуле приведенных затрат соответственно рассчитывается нижний предел цены

$$s_1 = c_1 + E_n k_1; \quad s_2 = c_2 + E_n k_2; \quad s_3 = c_3 + E_n k_3, \quad (2)$$

который фиксируется на рисунке прямыми s_1, s_2, s_3 .

2. Условия потребления учитывают построением линии dd_1 , связывающей объемы перерабатываемой щепы с уровнем верхнего предела, определяющего экономичность потребления щепы на различных предприятиях. Например, при производстве щепы в объеме Q_1 последняя может быть использована на предприятиях, способных по условиям потребления предложить в оплату продукции сумму денег в размере P_1 , что соответствует значению верхнего предела цены

$$z_1 = \frac{P_1}{Q_1}. \quad (3)$$

На рис. 1 объем платежеспособного спроса потребителей щепы равен площади прямоугольника $Oh_1z_1Q_1$.

В этом случае чистая прибыль на единицу щепы

$$z_1 - (c_1 + E_n k_1); \quad (4)$$

на весь объем производства

$$P_1 - Q_1(c_1 + E_n k_1). \quad (5)$$

Найдем фактический коэффициент экономической эффективности

$$E_\phi = \frac{z_1 - c_1}{k_1},$$

который в этом случае выше нормативного $E_\phi > E_n$, что означает, что расширение производства экономически целесообразно.

3. Определяем предел для расширения производства щепы, устанавливаемый по равенству

$$z_i = c_i + E_n k_i \quad (6)$$

или при условии

$$\frac{z_i - c_i}{k_i} = E_n. \quad (7)$$

В этом случае включенными в план оказываются все предприятия, обеспечивающие производство щепы при эффективности выше нормативной, и исключаются из плана все варианты капиталовложений, дающие относительно низкий экономический эффект. Обоснованный таким образом плановый объем производства щепы будет Q_3 , что обусловит ее цену в размере z_3 .

Эта цена имеет два существенных свойства: обеспечивает сбалансированность платежеспособного спроса потребителей и предложения поставщиков; совпадает с приведенными затратами

$$z_3 = c_3 + E_n k_3 = \frac{P_3}{Q_3}. \quad (8)$$

Рассмотрим взаимодействие системы «потребление — производство», если нижний предел цены при объеме Q_3 установлен на базе среднего для трех групп предприятий нижнего предела цены (линия z_4). В этом случае у потребителей щепы будет существовать избыточный платежеспособный спрос, равный площади прямоугольника $h_4 h_3 z_3 z_4$. Этот излишек платежеспособного спроса практически реализуется через изъятие свободного остатка прибыли в бюджет, создавая иллюзию эффективного потребления щепы на всех предприятиях и не оказывая никакого стимулирующего воздействия на использование древесного сырья. В это же время построение нижнего предела цены на базе средних затрат значительно сужает масштабы производства, так как в этом случае производство щепы в объеме Q_3 становится неэффективным

$$z_4 < (c_3 + E_n k_3) \text{ или } \frac{z_4 - c_3}{h_3} < E_n, \quad (9)$$

то есть практически может быть прекращено при неудовлетворительном спросе.

Таким образом, цена равновесия, балансирующая спрос и предложение, определяется по равенству, левая часть которого устанавливает условия эффективного потребления щепы, правая — условия эффективного производства. Следовательно, для увязки условий производства и потребления необходимо вместо средних использовать предельные издержки, связанные с приращением выпуска дополнительной единицы продукта.

Для практического решения этой задачи необходимо предварительно установить эффективность использования щепы в различных сферах и на различных предприятиях.

Предложенные методы построения цен равновесия могут быть использованы также для совершенствования цен на такие дефицитные продукты переработки древесины, как фанера, плиты, картон, имеющие различные сферы применения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Л. Берестов. Перспективы развития целлюлозно-бумажной промышленности в промышленном комплексе Уральского экономического района. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук, Л., 1973. [2]. А. П. Петров. Экономика промышленного использования низкосортной древесины и отходов. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1971. [3]. А. П. Петров, К. И. Щетинина. Проект прейскуранта цен на щепу. Журн. «Лесная промышленность» № 9, 1970. [4]. Социалистические принципы хозяйствования и эффективность общественного производства. Под ред. Н. П. Федоренко, П. Г. Буняча и С. С. Шаталина. Изд-во «Экономика», М., 1970.

Поступила 15 января 1974 г.

УДК 634.0.79.004.17

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ КАК ОБЪЕКТ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Е. С. РОМАНОВ

Архангельский лесотехнический институт

Сформулированы принципы-требования, предъявляемые к показателю производственной мощности, методам его расчета и уровню образующих его компонентов. Системный анализ показан на примере выбора способа выражения фонда времени.

Методы определения производственных мощностей лесозаготовительных предприятий совершенствуются крайне медленно. Практика крепко держится за теоретически несостоятельные понятия «мощности по жилфонду», по размеру отпуска леса и др. Предложения науки разноречивы и не получают поддержки. Чтобы изменить положение, необходим широкий научно обоснованный системный подход.

Нами предложен ряд принципов или требований, которым должны отвечать понятие производственной мощности, приемы ее расчета и уровни составляющих ее компонентов. В данной статье системный анализ показан на примере выбора вида показателя фонда времени для расчета мощности.

До 1963 г. мощности промышленных предприятий рассчитывали по фактическому фонду времени. Уже тогда Л. И. Итин, М. М. Федорович и др. предложили использовать для этой цели показатель полного календарного фонда, но это предложение не получило поддержки. С 1964 г. на практике стали пользоваться показателем эффективного фонда*. В последние годы появились оптимальные варианты.

Каждая из этих альтернатив имеет свои положительные стороны, но в то же время ни одна из них не безупречна. Правильный объективный выбор требует системного заключения. Его критерием является степень соответствия между альтернативами и всей совокупностью перечисленных далее принципов. Соответствие альтернатив тому или иному прин-

Фонд времени	Ранги соответствия				
	соответствия основной цели	подобия	асимптотической оценки	объективности	достижимости
Полный календарный	5	5	5	1	5
Эффективный:					
типовой без учета отвлечения	2	3	2	2	3
то же с учетом отвлечения	3	1	3	4	2
оптимальный	1	4	1	3	4
Фактический	4	2	4	5	1

* Его не совсем точно называют также режимным, действительным.

ципу устанавливается экспертной оценкой и выражается рангами (высший ранг — 1).

В табл. 1 показана наша сравнительная оценка пяти показателей фонда времени. Эффективный фонд рассматривается в двух вариантах: без учета и с учетом отвлечения машин, по которым рассчитывают мощность, на несювные работы (например, трелевочных тракторов на сплавные, подготовительно-строительные работы, перевозку хозяйственных грузов и т. д.).

Приводим краткое изложение содержания принципов и соображений, по которым выставлены ранги.

Принцип соответствия основной цели заключается в том, что решение любого вопроса, связанного с определением производственной мощности, должно быть подчинено основному назначению этого показателя — служить для обоснования планового объема производства. С точки зрения этого принципа всегда может быть найден некоторый оптимальный режим; оптимальный именно по критерию максимума мощности. Это и есть наилучшая альтернатива (ранг 1). Исходя из общеотраслевых предположений, типовой эффективный режим без учета отвлечения машин тоже оптимальный, но он менее гибок, чем оптимум для каждого предприятия, и поэтому получает ранг 2.

Отвлечение машин с основных работ пока не поддается точному учету; в результате мощности, рассчитанные по этому фонду времени, обычно несколько занижены (ранг 3).

Показатель мощности, рассчитанный по фактическому режиму, будет удовлетворителен в передовых предприятиях, а в средних и отстающих лишается главного признака мощности как максимума выпуска (ранг. 4).

Самый низкий ранг 5 присвоен полному календарному фонду. Расчет по этому фонду оставляет открытым вопрос о том, какую программу установить данному предприятию и всей отрасли. Он обнаруживает неправдоподобные, нереализуемые резервы мощностей, чем дезорганизует обоснование планов по производству и капиталовложениям.

Принцип подобия или гомогенности производственной мощности и производственной программы. Эти две категории, имея ряд отличий, в основе своей однородны. Поэтому не оправданы чрезмерные разрывы в уровнях одноименных нормативов, по которым рассчитывают мощность и программу. К производственной программе, как ее планируют ныне, ближе всего типовой режим с учетом отвлечения и фактический. Эффективный фонд без учета отвлечения более абстракт-

Таблица 1

принципам						Сумма рангов	Место
стимулирующего воздействия	нормативности	конкретности	равнонапряженности	учета фактора времени	директивности		
4—5	1	5	5	1	1	38,5	IV
1—2	2	4	1	2	2	24,5	I
3	3	2	3	3	3	30	II
1—2	4	3	2	4	4	31,5	III
4—5	5	1	4	5	5	40,5	V

тен, программа же всегда конкретна. Оптимизация отдаляет мощность от программы в том смысле, что на программу влияет многое, не учи-

тываемое при оптимизации мощности. Наконец, мощность рассчитанная по полному календарному времени, более всех других отличается от программы и вновь получает низший балл.

Принцип асимптотической оценки величины мощности требует, чтобы мощность и ее компоненты устанавливались на таком уровне, что объем производства, сколь угодно приближаясь к мощности, никогда не достигал бы ее. Полная недостижимость также несовместима с асимптотическим приближением.

Принцип объективности. Ранги присваиваются здесь в соответствии с тем, насколько данный режим независим от фактической обстановки.

Принцип достижимости. Ранги увеличиваются от режима, уже достигнутого, к все более напряженным.

Принцип максимального стимулирующего воздействия. Механизм стимулирования чрезвычайно тонок. Известно, что завышение или занижение показателя лишает его стимулирующего воздействия. Это определенно можно утверждать относительно полного календарного фонда и фактического режима. Вполне вероятно также, что типовой режим с отвлечением будет слабым стимулом. Что же касается режимов оптимального и типового без отвлечения, то заранее трудно сказать, какой из них окажет более сильное воздействие: это будет зависеть от величины отрыва их от фактического режима.

Принцип нормативности. Ранг тем выше, чем более подпадают на нормированию все элементы данного режима. Оптимальный и фактический режимы наименее нормируемы, поскольку оба они индивидуальны.

Принцип конкретности. Здесь ранжирование основано на том, насколько тот или иной режим отражает особенности предприятия и сложившуюся в нем ситуацию. Трудность заключена, пожалуй, только в том, как сравнительно оценить режимы оптимальный и типовой с отвлечением. Оптимальному режиму, как в большей степени идеальному, присвоен ранг ниже.

Принцип равнонапряженности компонентов мощности. Оценки соответствия этому принципу, очевидно, следует выносить совместно по всем компонентам. Иначе говоря, предполагается, что высокие ранги, например, по режиму, сочетаются с высокими рангами по составу оборудования, технологии, производительности. Так, понятию прогрессивной производительности — наиболее методически выдержанному — соответствуют средние по напряженности режимы: типовой без отвлечения и оптимальный. Сочетаются друг с другом и крайние (наиболее и наименее напряженные) значения компонентов.

Принцип учета фактора времени. Под учетом фактора времени здесь понимается возможность, вероятность судить о том, в течение какого срока будет действенным раз принятый режим. Так, ясно, что полный календарный фонд является «вечным» в этом смысле, а фактический режим, наоборот, уже завтра может оказаться иным. Оптимальный режим также, по-видимому, «недолговечен». Типовые режимы могут быть заданы с учетом тенденций будущего.

Принцип директивности. Ранги выставлены по тому, какова возможность отступления от данного режима, если бы он был установлен как обязательный для расчетов (то есть какова вероятность того, что может быть допущено нарушение инструкций и т. п.).

Полученная суммированием рангов сравнительная оценка альтернатив оказалась такой:

более других отвечает рассмотренным принципам расчет по эффективному фонду времени, выраженному в виде типового режима без учета отвлечения оборудования с основных работ;

несколько уступают этой альтернативе и почти равноценны два других режима: типовой с учетом отвлечения оборудования и оптимальный. Разнице в 1,5 ранга не следует, конечно, придавать особого значения;

худшими оказались варианты расчета по полному календарному фонду и по фактическому режиму.

Суммирование рангов (баллов) — конечно, условный прием. Однако при достаточном количестве равноценных признаков такое суммирование является вполне объективной оценкой, позволяющей сделать системное заключение о совокупном соответствии нескольким частным критериям. В данном случае получены совокупные оценки по 11 пунктам. Задача системного анализа — дать сравнительную оценку ряда альтернатив — выполнена. Следующий шаг — принятие решения — за органами управления. Надо заметить, что решение должно приниматься сразу по всем вопросам, образующим проблему.

Поступила 29 мая 1974 г.

УДК 684.5:658.5

О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ДВИЖЕНИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА МЕБЕЛИ

Б. И. СОЛОВИЙ

Львовский лесотехнический институт

Оперативное планирование мебельного производства можно совершенствовать на основе календарно-плановых нормативов, учитывающих специфические особенности мебельного производства и закономерности его движения. В статье изложены обобщенные результаты исследований размещения и движения производственного процесса на ряде мебельных предприятий УССР.

Закономерности движения производственного процесса с учетом специфических особенностей мебельного производства до сих пор изучены недостаточно [1], [2], [3], [5], [6]. В данной статье изложены обобщенные результаты исследований размещения и движения производственного процесса на ряде мебельных предприятий УССР: Свалявском лесокombинате, Львовской мебельной фирме «Карпаты», Ивано-Франковском мебельном комбинате и др. Такие исследования вызваны необходимостью совершенствования оперативного планирования производства и научного обоснования методов расчета календарно-плановых нормативов, а также созданием автоматизированных систем управления (АСУ) в мебельной промышленности.

Закономерности движения процесса производства мебели характеризуются свойственными этому производству признаками размещения этого процесса в пространстве, характером движения предметов труда по рабочим местам и особенностями календарного расположения операций, стадий и функциональных частей производственного процесса.

Мебельное производство включает в себя следующие функциональные части: основное производство, техническое, материальное и общее обслуживание.

Сложность мебельного производства обуславливается конструкцией изделий, многообразием ассортимента продукции, множеством применяемых материалов, неоднородностью технологического процесса и применением большого числа разнообразного оборудования.

Исследованные нами мебельные предприятия изготавливают разные наборы мебели, состоящие из 5—10 изделий, в количестве 6—12 тыс. комплектов в год и отдельные изделия из наборов в разных количествах. Следовательно, при изготовлении мебели в производстве находится много деталей разных наименований различных изделий. Процесс производства однородных по технологии изготовления и маршруту движения деталей выделяется в пространстве в отдельные производственные потоки. В результате на каждой стадии производства образуется несколько параллельных потоков. Например, при изготовлении деталей и узлов корпусной и мягкой мебели образуются потоки получения щитов, брусковых деталей, ящиков и полуящиков; на стадии отделки деталей образуются отдельные потоки отделки щитовых деталей полиэфирным лаком и нитролаком, а также отделки брусковых деталей и узлов.

Пространственное размещение процессов и организация производственных потоков на каждой стадии основного производства изготовления мебели имеют свои особенности. Они обусловлены ассортиментом продукции и объемом производства, особенностями технологического процесса и применяемого оборудования, характером труда и рабочих мест, способами транспортных связей между рабочими местами и определенными технико-экономическими требованиями. Исследования показали, что в мебельном производстве преобладают многопредметные производственные потоки с прерывным и несинхронным движением предметов труда и разным числом предмето-операций (1÷30), выполняемых на одном рабочем месте.

Каждому пространственному размещению производственного процесса соответствует размещение его во времени, которое определяется характером движения (перемещения) предметов труда во времени в процессе производства и характером календарного расположения выполняемых операций.

Движение предметов труда во времени между двумя смежными операциями или стадиями производственного процесса может быть непрерывным или прерывным. Непрерывное движение характеризуется безостановочным перемещением предметов труда без пролеживания их у рабочих мест по каким-либо причинам. Для прерывного движения характерны остановки и перерывы в движении, когда предметы труда пролеживают у рабочих мест в ожидании обработки или дальнейшего перемещения. Кроме того, предметы труда могут перемещаться по рабочим местам: а) всей партией (партионное движение); б) поштучно; в) передаточной партией (запускается часть партии).

Календарное расположение производственного процесса имеет свои особенности. Так, функциональные его части осуществляются параллельно. В процессе с технологической связью между операциями, то есть в одном производственном потоке, операции могут выполняться друг относительно друга последовательно или параллельно (рис. 1).

При функционировании производственного процесса календарное расположение операций неразрывно связано с видом движения предметов труда во времени и способом перемещения их по рабочим местам. Эти признаки в производственном движении процесса могут сочетаться по-разному. Из анализа возможных вариантов сочетания разновидностей движения предметов труда во времени с видом календарного рас-



Рис. 1. Схема календарного расположения операций технологического процесса.

T_1, T_2, \dots — календарный период процесса обработки партии деталей на соответствующей операции.



Рис. 2.

положения операций в процессе производства видно, что объективно существуют только два принципиально разных вида движения производственного процесса: непрерывное и прерывное. На рис. 2 показана схема видов движения производственного процесса и его разновидности.

Непрерывный вид движения производственного процесса характеризуется непрерывным движением предметов труда во времени и отсутствием пролеживания их у рабочих мест, параллельным расположением операций во времени, зависимостью построения процесса во времени от длительности главной операции, наличием перерывов в процессе обработки партии деталей на меньших (коротких) операциях, отсутствием зависимости движения каждой единицы из партии от движения всей партии деталей.

Прерывный вид движения производственного процесса характеризуется прерывным движением предметов труда во времени и наличием пролеживания их у рабочих мест, непрерывностью процесса обработки деталей на каждом рабочем месте, последовательным или неполным параллельным расположением операций во времени, зависимостью движения каждой единицы из партии от движения всей партии деталей, зависимостью периода параллельности от способа перемещения предметов труда и длительности самой краткой операции.

В серийном мебельном производстве преобладает прерывный вид движения, непрерывный встречается реже и только на отдельных участках процесса производства.

Изложенные в статье особенности и закономерности движения процесса производства мебели свидетельствуют о сложности построе-

ния и обеспечения функционирования производственного процесса. Произвести расчет календарно-плановых нормативов; в частности, длительности производственного цикла, с учетом закономерностей движения, свойственных мебельному производству, по имеющимся методическим указаниям не представляется возможным. Поэтому при создании АСУ и систем оперативно-производственного планирования в мебельной промышленности потребовалось в первую очередь разработать новые методы определения длительности производственного цикла.

Такая методика была разработана кафедрой экономики и организации деревообрабатывающей промышленности Львовского лесотехнического института и положена в основу определения календарно-плановых нормативов при разработке АСУ Свалявского лесокombината и системы оперативно-производственного планирования на Ивано-Франковском мебельном комбинате [4], [7].

ЛИТЕРАТУРА

[1]. П. П. Аксенов. Организация производственного потока в деревообработке. Гослестехиздат, М., 1939. [2]. П. В. Васильев. Организация производства на деревообрабатывающих предприятиях. Гослестиздат, М.,—Л., 1947. [3]. С. М. Лащавер. Организация мебельного производства. Изд-во «Лесная промышленность» М., 1970. [4]. Э. Я. Оксанич, Б. И. Соловий, О. В. Кондзирская. Исследование и внедрение оперативно-производственного планирования мебельного производства. Реферативная информация, вып. 4, изд-во «Высшая школа», Киев, 1972. [5]. Б. С. Петров. Организация и планирование производства на деревообрабатывающих предприятиях. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1970. [6]. А. И. Семенов. Организация производства на мебельных предприятиях. Росгизместпром, М., 1953. [7]. Б. И. Соловий. Исследование длительности производственного цикла в мебельном производстве. Материалы научно-технической конференции ИЭФ ЛТА, Л., 1971.

Поступила 25 марта 1974 г.

УДК 658.5

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

Т. А. ГУРЬЕВ, В. А. ЛУКИНА

Архангельский лесотехнический институт

Отмечаются преимущества сетевого метода планирования и управления (СПУ) на строительстве лесовозных дорог. Для успешного применения СПУ необходимо корректирование сетевых графиков, то есть приведение их в соответствие с заданными сроками выполнения и возможностями строительных организаций.

Лесозаготовительные предприятия, в том числе лесовозные дороги, строятся силами леспромпхозов, специализированных строительных организаций Министерства лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР, а также многочисленными организациями других министерств и ведомств. В связи с этим назрела необходимость применять на строительстве лесовозных дорог такие методы управления, которые обеспечивали бы оптимальное использование средств, материалов, машин, рабочей силы различных организаций.

Указанным требованиям в наибольшей мере отвечает сетевой метод планирования и управления (СПУ) — научная организация, предусматривающая экономию времени, рациональное использование ресурсов, контроль за выполнением плана и прогнозирование строительства.

Применение СПУ на строительстве лесовозных дорог дает возможность: наглядно представить технологическую и организационную последовательность выполнения работ; выявить работы, от которых зависит общая продолжительность периода строительства; облегчить координацию деятельности всех занятых на строительстве организаций, поставщиков строительных материалов, деталей и конструкций; рационально распределить средства и рабочую силу между работами и объектами.

Система сетевого планирования может быть разделена на два этапа: 1) расчет и построение сетевых графиков; 2) их корректирование.

На первом этапе, после определения всех расчетных параметров, мы имеем первоначальный вариант сетевого графика. Второй этап сетевого планирования и управления — приведение графика в соответствие с заданными сроками выполнения и возможностями строительных организаций.

Успех выполнения заданий по строительству всей дороги или ее участков зависит не только от четкой координации работ во времени, но и от того, насколько правильно распределены необходимые материальные и трудовые ресурсы. Поэтому метод планирования и управления дорожным строительством только по критерию «время», используемый при составлении первоначального графика, недостаточен.

Процесс корректирования сетевого графика часто называют его оптимизацией, понимая под этим последовательное улучшение сети и равномерное использование всех ресурсов: трудовых, материально-технических, финансовых.

Оптимизация сетевых графиков может проводиться по следующим критериям: время; ограничения по количеству рабочих; организация по отдельным видам механизмов; ограничения по материальным ресурсам; ограничения по денежным ресурсам; условия финансирования и пуска отдельных участков в эксплуатацию.

Очередность корректирования по видам ресурсов устанавливают в зависимости от значения каждого из них для конкретных условий. Чаще всего лимитирующими являются время и людские ресурсы.

Первоначально сеть корректируют по критерию «время» без учета ограничений по каким-либо другим ресурсам. После достижения сроков выполнения приступают к корректированию распределения ресурсов.

В отдельных случаях решающими могут быть ограничения по наличию каких-либо дорожно-строительных машин, материалов, деталей или конструкций. Сетевой график при этом следует корректировать, в первую очередь, по критерию «время — дорожно-строительные машины или материалы».

При внедрении сетевого планирования экономический эффект может быть достигнут благодаря более короткому сроку строительства, дополнительной вывозке древесины, сокращению потребного количества и лучшему использованию дорожно-строительных машин и оборудования. Для лесозаготовительного предприятия экономический эффект \mathcal{E} определяется по формуле

$$\mathcal{E} = (C_1 - C_2 - C_3) + E_n(T_n K_1 - T_\phi K_2 - T_\phi K_d) + \mathcal{E}_d, \quad (1)$$

где C_1 и C_2 — себестоимость строительно-монтажных работ по сравниваемым вариантам, руб.;

C_3 — дополнительные затраты, связанные с внедрением сетевого планирования и управления строительством, относимые на себестоимость строительно-монтажных работ, руб.;

- E_n — нормативный коэффициент эффективности в строительстве (0,15 в год);
- T_n и T_ϕ — продолжительность строительства дороги в соответствии с планом и по сетевому графику, годы;
- K_1 и K_2 — среднегодовая стоимость основных и оборотных производственных фондов, необходимых при производстве строительного-монтажных работ по сравниваемым вариантам, руб.;
- K_d — среднегодовые дополнительные капитальные затраты, связанные с внедрением СПУ, руб.;
- \mathcal{E}_d — эффект от дополнительного выпуска продукции за счет досрочного ввода в эксплуатацию основных производственных фондов.

Себестоимость строительного-монтажных работ следует определять по статьям затрат, изменившимся в результате внедрения методов сетевого планирования и управления.

При внедрении оптимизированных во времени сетевых графиков в расчет принимают изменение условно-постоянных расходов, к которым относят:

1) часть накладных расходов (административно-хозяйственные и жилищно-коммунальные расходы, износ временных сооружений и приспособлений). При составлении предварительных расчетов указанные расходы принимают в среднем в размере 60% от величины накладных расходов;

2) часть расходов по эксплуатации строительных машин (амортизация машин, гаражей и др.). В предварительных расчетах эти расходы могут быть приняты в размере 30% от затрат по эксплуатации машин.

При составлении уточненных расчетов экономической эффективности, когда удельный вес условно-постоянных накладных расходов отличается от приведенных величин, указанные расходы определяются в соответствии со стройфинпланом.

Условно-постоянные расходы C''_2 , связанные с сокращением продолжительности строительства дороги при применении сетевых графиков, определяют по формуле

$$C''_2 = C'_1 \frac{T_\phi}{T_n},$$

где C'_1 — условно-постоянные расходы в составе себестоимости работ по эталонному варианту, руб.

К основным производственным фондам организаций, занятых строительством лесовозной дороги, относятся: дорожно-строительные машины, оборудование, транспортные средства, инструмент и производственный инвентарь со сроком службы более одного года или стоимостью не менее 50 руб. за единицу.

К оборотным фондам относятся: запасы материалов, топлива, малоценные (стоимостью до 50 руб. за единицу) и быстроизнашивающиеся предметы (сроком службы менее одного года), спецодежда, незавершенное производство и т. п.

При ускорении ввода в действие лесовозной дороги определяется эффект \mathcal{E}_d за период досрочного ввода и вывозки дополнительных объемов древесины. Для лесозаготовительного предприятия этот эффект можно определить по получаемой прибыли за период досрочной сдачи дороги в эксплуатацию

$$\mathcal{E}_d = PQ \text{ руб.},$$

где P — средняя прибыль, получаемая предприятием с каждого 1 м³ вывезенной древесины, руб./м³;

Q — объем древесины, вывезенной по дороге за период досрочного пуска, м³.

Порядок расчета экономической эффективности применения сетевого планирования и управления рассмотрим на примере строительства лесовозной автомобильной дороги с гравийным покрытием. Район строительства — Вологодская область, сметная стоимость 332,5 тыс. руб.

За эталонный вариант принята организация работ, предусматривающая продолжительность строительства в течение одного года. При оптимизации сетевого графика по критерию «время» установлено, что объем работ эталонного варианта можно выполнить за три квартала. В соответствии с этим годовой объем строительства с применением СПУ увеличен на 25%.

При корректировании графиков по «дорожно-строительным машинам» получено, что работы могут быть выполнены с меньшим количеством механизмов. Основные данные по сравниваемым вариантам приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Единица измерения	Заменяемый вариант (эталон)	Строительство с применением СПУ
Продолжительность строительства	Лет	1	0,75
Сметная стоимость строительства	Тыс. руб.	332,5	—
Годовой объем работ	"	332,5	443,0
Условно-постоянные расходы в составе стоимости работ	"	12,97	9,74
в том числе:			
накладные расходы	"	5,99	4,50
затраты на эксплуатацию машин	"	6,98	5,24
Дополнительные затраты, связанные с разработкой сетевого графика и относимые на себестоимость работ	"	—	2,0
Среднегодовые основные фонды	"	361,8	217,8
Среднегодовые оборотные фонды	"	30,0	30,0
Дополнительные среднегодовые капитальные затраты, связанные с разработкой и применением СПУ	"	—	4,0

1. Условно-постоянные расходы по заменяемому варианту (эталону) составят:

а) накладные

$$332,5 \cdot 0,03 \cdot 0,6 = 5,99 \text{ тыс. руб.,}$$

где 0,03 — удельный вес накладных расходов в стоимости строительства;

0,6 — доля условно-постоянных расходов в накладных расходах;

б) по эксплуатации строительных машин

$$332,5 \cdot 0,07 \cdot 0,3 = 6,98 \text{ тыс. руб.,}$$

где 0,07 — удельный вес затрат по эксплуатации машин в стоимости строительства дороги;

0,3 — доля условно-постоянных расходов в затратах по эксплуатации машин.

Всего условно-постоянные расходы по заменяемому варианту

$$C_1'' = 5,99 + 6,98 = 12,97 \text{ тыс. руб.}$$

2. Условно-постоянные расходы при применении сетевого планирования составят

$$C_2'' = \frac{12,97 \cdot 0,75}{1} = 9,74 \text{ тыс. руб.,}$$

в том числе: а) накладные — 4,50 тыс. руб., б) по эксплуатации строительных машин — 5,24 тыс. руб.

3. Эффект от дополнительной вывозки древесины в результате досрочной сдачи дороги в эксплуатацию

$$Э_d = 1,17 \cdot 12,0 = 14,05 \text{ тыс. руб.,}$$

где 1,17 — прибыль с 1 м³, руб./м³;

12,0 — объем вывезенной древесины за период досрочного пуска, тыс. м³.

Вычисленный по формуле (1) экономический эффект от внедрения системы сетевого планирования на строительстве автомобильной лесовозной дороги равен 45,68 тыс. руб.

Фактический эффект от внедрения СПУ будет еще значительно больше благодаря более высокой производительности труда рабочих, занятых постоянно на дорожно-строительных работах, исключению перевода рабочих со строительства на лесозаготовки и обратно (при выполнении строительных работ лесозаготовительными предприятиями), полному и эффективному использованию машин.

Поступила 16 мая 1974 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 634.0.43

ЛЕСНЫЕ ПОЖАРЫ В БРЯНСКОМ ЛЕСНОМ МАССИВЕ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ВОЗРАСТНУЮ СТРУКТУРУ СОСНЯКОВ

В. Г. ЧИСТИЛИН

Брянский технологический институт

По дюнным всхолмлениям на свежих вырубках обследовано 3000 пней с целью выявления следов периодически повторяющихся лесных пожаров, года их возникновения и времени появления деревьев. Сделан вывод о том, что, начиная со второй половины XIX столетия, лесные пожары в Брянском лесном массиве перестали оказывать прежнее влияние на возникновение и последующее формирование разновозрастных сосняков.

А. В. Тюрин* установил, что на протяжении XVIII и XIX вв. в Брянском лесном массиве прошло несколько больших пожаров, за которыми следовали «волны возобновления». В связи с этим старые сосновые насаждения, как правило, разновозрастны, так как образовались из остатков нескольких «возобновительных волн». Если учесть, однако, что исследования А. В. Тюрина были проведены более полувека тому назад (1910—1919 гг.) и при этом в отношении молодых и средневозрастных древостоев автором не было сделано определенного вывода, можно считать, что роль пожаров в формировании современных насаждений оставалась невыясненной.

Наши наблюдения проведены в Ковшовском лесничестве Брянского лесхоза в насаждениях, изучавшихся в свое время А. В. Тюриным. В сосняках на свежих вырубках (3—4-летней давности) было заложено 9 пробных площадей. Участки подбирали по элементам рельефа (вершины дюн, склоны, междюнные понижения). На каждой пробе анализировали все пни. При этом устанавливали диаметр у шейки корня и на срезе пня, общее число годичных слоев, высоту пня, количество пожарных подсушин, число годичных колец до и после пожара. Затем определяли возраст срубленных деревьев. Годичные кольца подсчитывали не у шейки корня, а на пне, поэтому для определения действительного возраста в соответствии с методикой А. В. Тюрина [8] вносили поправки. Зная время рубки деревьев, их возраст и число годичных колец до пожарных подсушин, определяли год появления каждого дерева и год лесного пожара. Всего было обследовано 3000 пней.

Полученные данные (табл. 1) свидетельствуют о том, что у значительной части деревьев (в среднем 19%) имеются следы прежних лесных пожаров.

Таблица 1

Местоположение вырубок	Количество пней		
	общее	с пожарными подсушинами	
		шт.	%
Вершины дюн	1120	260	23,2
Склоны дюн	963	191	19,8
Междюнные понижения	917	122	13,3

Установлено, что на вершинах дюн следы пожаров на пнях встречаются чаще, чем на склонах и в междюнных понижениях. У многих деревьев обнаружены следы нескольких пожаров (табл. 2). Анализируя эту таблицу, можно предположить, что

* А. В. Тюрин. Основы хозяйства в сосновых лесах. Изд-во «Новая Деревня», 1925.

Таблица 2

Местоположение объектов	Распределение пней по числу пожарных подсушки							
	7	6	5	4	3	2	1	0
Вершины дюн	3	4	10	19	42	78	104	860
Склоны дюн	—	—	5	8	26	64	88	772
Междюнные понижения	—	—	—	—	14	39	69	795

сосняки на вершинах дюн в связи с более засушливыми условиями подвергались в прошлом воздействию пожаров значительно чаще. Охватив вершины дюн и распространившись на склоны той или иной экспозиции, пожар, особенно низовой, мог прекратиться у границ междюнного понижения с сырыми, а иногда и несколько заболоченными почвами. У большинства деревьев (в среднем 80%) не обнаружено следов прежних пожаров.

Представляет интерес распределение пней с пожарными подсушками по возрастным поколениям деревьев (табл. 3).

Таблица 3

Местоположение объектов	Поколения	Количество пней		
		общее	с пожарными подсушками	
			шт.	%
Вершины дюн	1 (141—200 лет)	143	132	92,3
	2 (81—140 ")	523	97	18,5
	3 (21—80 ")	454	31	6,8
Склоны дюн	1 (141—200 лет)	61	55	90,2
	2 (81—140 ")	481	109	22,7
	3 (21—80 ")	421	27	6,4
Междюнные понижения	1 (141—200 лет)	29	26	89,6
	2 (81—140 ")	498	77	15,5
	3 (21—80 ")	390	19	4,9

Как видно, в первом поколении (141—200 лет) абсолютное большинство деревьев было подвержено в прошлом воздействию лесных пожаров. Во втором поколении (81—140 лет) доля деревьев с пожарными подсушками резко падает. В третьем поколении (21—80 лет) число обгоревших пней незначительно.

Приведенные данные позволяют сделать вывод, что в формировании первого поколения сосняков ведущую роль среди многих факторов играли периодически повторяющиеся пожары. В этом отношении наши исследования подтверждают выводы, сделанные ранее А. В. Тюриным. В формировании второго поколения лесные пожары играли меньшую роль, хотя влияние их оставалось значительным. Структура же средневозрастной части насаждения (21—80 лет) складывалась без существенного влияния пожаров.

Сопоставление наших данных о времени возникновения лесных пожаров с данными проф. А. В. Тюрина представлено в табл. 4.

Таблица 4

Местоположение объектов	Годы лесных пожаров по данным	
	нашим	А. В. Тюрина
Вершины дюн	1775, 1794, 1813, 1829, 1840, 1920, 1938	} 1753, 1776, 1797, 1810, 1836, 1860, 1872
Склоны дюн	1794, 1829, 1840, 1920, 1938	
Междюнные понижения	1775, 1813, 1920	

Период времени между вторым и первым пожарами (1794 и 1775 гг.), а также между третьим и вторым (1813 и 1794 гг.) составил 19 лет. Учитывая трудность аб-

солотно точного установления времени пожара по пням с пожарными подсушинами, отмеченную еще А. В. Тюриным, можно условно считать, что периодичность первых трех пожаров составляла один класс возраста (20 лет). В этой части наши данные совпадают с выводами проф. А. В. Тюрина. Для последующих пожаров не представилось возможным установить какую-либо периодичность. Так, например, четвертый пожар возник, по нашим данным, через 16 лет после третьего, пятый через 11 лет после четвертого. Далее в течение 80 лет следов пожаров на деревьях сосны нами не обнаружено. Между последними двумя зафиксированными пожарами (1920 и 1938 гг.) прошло 18 лет.

Если годы возникновения лесных пожаров сопоставить с временем появления отдельных деревьев, то в первом поколении можно обнаружить возобновительные волны, следовавшие за пожарами. Однако резкой границы между ними установить не удалось. Объясняется это, по нашему мнению, тем обстоятельством, что первое поколение (перестойная часть насаждения) представлено сравнительно небольшим числом стволов. С другой стороны, можно предположить, что некоторые деревья могли появиться после затухания «возобновительных волн» и сохраниться при последующих пожарах. В спелой и средневозрастной частях насаждений обнаруживаются слабо выраженные «взрывы» возобновления, однако строгой приуроченности их к лесным пожарам не наблюдается.

Приведенные факты свидетельствуют о том, что, начиная со второй половины XIX столетия, лесные пожары в Брянском лесном массиве перестали оказывать прежнее влияние на возникновение и последующее формирование разновозрастных сосняков.

УДК 634.0.232.318

О ВЛИЯНИИ МОНОТЕРПЕНОВ НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН СОСНЫ

А. В. ЧУДНЫЙ

ВНИИЛМ

В. В. ПАТРИКЕЕВ

Институт органической химии АН СССР

Установлен избирательный характер действия α -пинена и Δ^3 -карена на энергию прорастания семян сосны обыкновенной. При воздействии на семена парами монотерпена, преобладающего в терпентинном масле материнского дерева, прорастает наибольшее количество семян. Энергия прорастания заметно снижается при использовании монотерпена, синтез которого у материнского дерева ослаблен.

Среди природных соединений важнейших классов биологическое значение терпеноидов наименее изучено. Имеется несколько работ, в которых сделана попытка оценить участие монотерпенов в метаболизме сосны обыкновенной [3], [2]. Наиболее аргументированным итогом этих исследований, основанных на введении в деревья углекислого газа, меченного по углероду, следует считать данные о том, что средняя продолжительность жизни молекул монотерпенов примерно в 40 раз больше, чем молекул активных метаболитов — сахаров и хлорофилла. При этом отмечается, что наиболее активно обмен молекул монотерпенов идет в иглах хвои [2]. Сведения о физиологической роли терпеноидов еще более ограничены. Они сводятся по существу к итогам опыта, показавшего, что проростки овса при незначительной концентрации над ними паров мятного и лимонного масел (5 мл³ на 27 л) усиливают транспирацию, а при больших количествах сильно ее замедляют [4].

Нами была предпринята попытка выявить влияние монотерпенов на прорастание семян сосны обыкновенной, у которой и в естественных условиях тесный контакт семян с монотерпенами несомненно наблюдается.

Из монотерпенов, продуцируемых сосной обыкновенной, в природных популяциях СССР наиболее сильно варьирует содержание α -пинена и Δ^3 -карена [1]. Действие именно этих компонентов испытывали на семенах деревьев, в терпентинном масле которых также преобладали α -пинен (дерево № 45 и 65) и Δ^3 -карен (дерево № 27). Семена прорастивали по ГОСТу 13056. 6—68. В зависимости от варианта опыта чистые компоненты в открытых ампулах или мелко нарезанную хвою помещали под стеклянные колпаки, которыми накрывали фланелевые подкладки с разложенными семенами. В контрольном варианте пространство над прорастиваемыми семенами не

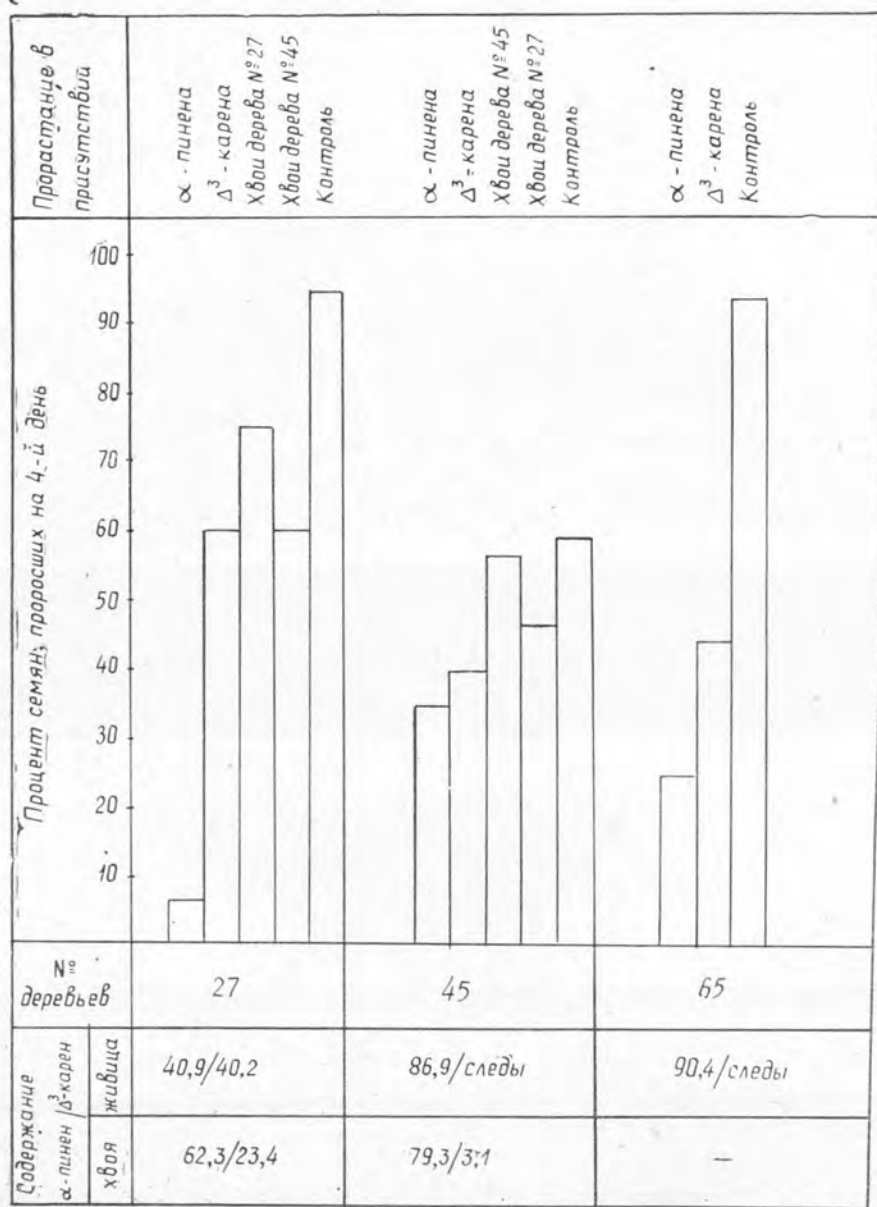


Рис. 1.

насыщали парами монотерпенов. Проросшие семена учитывали на 4-й и 14-й день после раскладки их в аппаратах.

Как видно из диаграммы (рис. 1), на которой представлены основные результаты опыта, число семян, проросших на 4-й день в атмосфере паров α-пинена и Δ³-карена, значительно ниже, чем в контроле. Влияние α-пинена и Δ³-карена на прорастание семян проявляется у разных деревьев неодинаково. Например, у дерева № 45 применение α-пинена на 4-й день вызвало массовое прорастание семян, у дерева № 27 — лишь единичное. Отношение числа семян, проросших при воздействии α-пинена, к числу семян, проросших под влиянием Δ³-карена, у деревьев, синтезирующих живицу

с повышенным содержанием α -пинена (№ 45 и 65), значительно больше, чем у дерева № 27, продуцирующего живицу, обогащенную Δ^3 -кареном. По учету на 14-й день число проросших семян в разных вариантах опыта различалось несущественно. Следовательно, монотерпены заметно влияли только на энергию прорастания семян. При этом их действие носит избирательный характер и тесно связано с направлением синтеза этого класса природных соединений. Наибольшее усиление энергии прорастания семян наблюдается в том случае, если на них воздействуют компонентом, преобладающим в терпентинном масле материнского дерева. Это же характерно для варианта с парами терпентинных масел хвой.

Известно, что растения, выросшие из семян с разным сроком прорастания, более развиты, чем из семян с поздним прорастанием [5]. В связи с этим можно полагать, что действуя избирательно на энергию прорастания семян деревьев, монотерпены влияют на ход естественного отбора в лесу.

ЛИТЕРАТУРА

Ш. И. И. Бардышев, Р. И. Зенько, И. В. Горбачева, Е. П. Проказин, А. В. Чудный, Г. И. Васильева, Изв. АН БССР, серия химических наук, № 5, 1968. [2]. Е. Г. Быховский, А. В. Соколов, Э. В. Фомина, О. И. Черняева, Г. М. Хохлова, В. В. Кабанов, Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 8, 1967. [3]. Г. В. Сухов, Труды Всесоюзной научно-технической конференции по применению радиоактивных и стабильных изотопов и излучений в народном хозяйстве и науке. Изд. АН СССР, М., 1958. [4]. K. Höhn, A. Eifert. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Band. XXXIII, H. 1, 1956. [5]. K. Urbanski. Z. «Las polski», 22, 1964.

ОБ ИЗУЧЕНИИ ЛЕСОВОЗОБНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПИХТОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СЕВЕРНОГО КAVKAZA

УДК 634.0.23

М. С. ЯЧМЕНЕВ

ВНИИЛМ

Рассматривается вопрос об использовании морфологических признаков при качественной оценке подроста пихты кавказской. Приводятся средние показатели морфологических признаков, определяющих возрастную структуру и жизненное состояние пихтового подроста. Для выделяемых высотно-возрастных групп подроста приводятся расчетные уравнения связи (возраста и высоты), позволяющие определять его возрастную структуру.

При изучении процессов естественного возобновления важно определить качественное состояние подроста. Необходимо выделять группы, которые отражали бы по комплексу признаков степень угнетения подроста, то есть характеризовали бы различные уровни жизненного состояния подроста, при которых он может (или не может) служить источником формирования насаждений.

Вопрос об определении качественного состояния подроста основных лесобразующих пород весьма сложен. Пока еще не разработан единый объективный принцип оценки качества подроста, и исследователи применяют для этой цели различные критерии: отношение длины главного побега к длине бокового в сочетании с годичным приростом главного побега, глубиной кроны и охвоенностью [4]; сопоставление годичного прироста главного побега с высотой [5]; годичный прирост главного побега и отношение его длины к длине бокового [1] и т. д.

Довольно объективную оценку жизненного состояния подроста можно получить, используя комплекс морфологических признаков. По мнению ряда исследователей [3], морфологический критерий является основным при оценке качества подроста, так как при угнетении материнским пологом у подроста нарушается его морфогенез и заметны морфологические отклонения от нормы.

Деревца подроста реагируют на угнетение в целом (как единый организм), однако изменения наиболее ярко проявляются в морфологических признаках, суммарно отражающих особенности роста подроста, его жизненное состояние, которое определяет возможность адаптации подроста в изменяющихся при рубках условиях среды.

Для пихты кавказской, как показали исследования, такими признаками являются форма кроны (поперечник, протяженность), отношение ширины кроны к ее длине, или

«коэффициент зонтичности» [2], величина прироста по высоте, масса хвои и ее размеры, рассматриваемые в связи с высотой и возрастом подроста.

Анализом моделей подроста пихты кавказской установлены статистически значимые коэффициенты корреляции между отдельными морфологическими признаками. Оказалось, что в пределах выделенных высотно-возрастных групп подроста форма кроны и масса хвои как бы аккумулируют в себе особенности роста, связанные со степенью угнетения подроста материнским пологом. Это позволяет использовать показатели формы кроны в качестве признаков, определяющих жизненное состояние пихтового подроста отдельных высотно-возрастных групп. Признаки, характеризующие форму кроны, имеют большое число значимых коррелятивных связей (в том числе и с главными показателями роста — средним и периодическим приростами по высоте).

Результаты проведенных исследований дают возможность уточнить и конкретизировать методику изучения лесовозобновительных процессов в пихтовых лесах Северного Кавказа. Основным руководством при изучении состояния подроста под пологом пихтовых насаждений может служить методика, разработанная А. В. Побединским [6].

Обследование подроста проводится на пробных площадях закладкой учетных площадок 2×2 м. Так как под пологом пихтарников подрост размещается неравномерно по площади, для получения статистически достоверных данных о встречаемости (показатель равномерности размещения подроста) и общем количестве на 1 га необходимо закладывать не менее 30 учетных площадок на пробе. Центры учетных площадок располагаются на прямых линиях длиной по 100 м, через каждые 10 м (по 10 площадок на линии). Одна линия (визир) намечается по горизонтали склона, а две другие — перпендикулярно, разделяя ее на три равных отрезка и проходя через центры 4-й и 7-й учетных площадок.

На площадках учитывается весь жизнеспособный подрост лесобразующих пород, измеряются его высота, протяженность кроны и их поперечники (по двум направлениям с вычислением средней величины).

Учетный на площадках подрост распределяется по высотно-возрастным группам и категориям жизненного состояния по трем определяющим признакам: высотой, про-

Таблица 1

Группы возраста и подгруппы интенсивности роста подроста	Высоты возрастных групп и подгрупп подроста, м	Протяженность кроны, % от высоты подроста	Отношение поперечника кроны к длине	Категория жизнеспособности подроста
I (до 20 лет)	0,1—0,3	—	—	Перспективный
II (21—40 лет)				
IIa	0,3—2,0	Более 60 (средняя 66)	Менее 2,3 (среднее 1,7)	Жизнеспособный
IIб	0,2—1,0	Менее 60 (средняя 54)	Более 2,3 среднее 2,9)	Сомнительный
III (старше 40 лет)				
IIIa	Более 1,0	Более 65 (средняя 70)	Менее 1,3 (среднее 1,1)	Жизнеспособный
IIIб	» 1,0	65—54 (средняя 60)	1,3—1,7 (среднее 1,4)	Сомнительный
IIIв	» 0,5	Менее 54 (средняя 49)	Более 1,7 (среднее 2,0)	Нежизнеспособный

Таблица 2

Группы и категории подроста	Уравнения регрессии
I	$A = 3,84 + 50,79 H - 25,19 H^2$
IIa	$A = 22,01 + 2,54 H + 3,57 H^2$
IIб	$A = 10,18 + 53,77 H - 23,09 H^2$
IIIa	$A = 37,14 + 5,46 H - 0,24 H^2$
IIIб	$A = 18,87 + 23,94 H - 2,08 H^2$
IIIв	$A = 33,79 + 20,99 H - 1,59 H^2$

Примечание. А — возраст, лет; H — высота, м.

тяженности крон и коэффициентам зонтичности, средние придержки для которых приведены в табл. 1.

Для каждой возрастной группы и подгруппы определяются средние высоты и по предлагаемому уравнению — средний возраст подроста в высотно-возрастных группах и подгруппах (табл. 2).

По данным распределения подроста по возрастным группам, категориям жизнеспособности и распределению по площади дается количественная и качественная оценка подроста пихты кавказской.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. В. Афанасьев. О показателях состояния и жизнеспособности ели. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1965. [2]. С. М. Бебия. Выживаемость подроста пихты кавказской в окнах группово-выборочных рубок. Журн. «Лесоведение» № 2, 1972. [3]. Д. И. Дерябин, А. Д. Букштынов. Лесоводственное значение хвойного подроста. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1970. [4]. В. Д. Касимов. Классификация елового подроста под пологом леса. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1960. [5]. З. М. Науменко. Жизнеспособность елового подроста на сплошных вырубках Ленинградской области. Сб. «Работы по лесному хозяйству ЛенНИИЛХ», вып. 5, 1962. [6]. А. В. Побединский. Изучение лесовосстановительных процессов. М., 1966.

УДК 658.58

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРЕГАТНОГО РЕМОНТА

Ф. П. ПОПОВ

ЦНИИМЭ

Изложены результаты теоретического исследования эффективности агрегатного метода ремонта трелевочных тракторов. Предложена методика обоснования минимального парка тракторов, при котором еще целесообразен агрегатный ремонт. Разработана методика расчета сокращения простоев лесозаготовительных машин в ремонтах внедрением агрегатного метода ремонта. Проанализирована зависимость эффективности агрегатного ремонта от времени оборота агрегатов, выявлены резервы сокращения времени оборота.

Агрегатный метод ремонта позволяет улучшить некоторые технико-экономические показатели использования машин. Величина технико-экономических показателей агрегатного ремонта существенно зависит от степени его внедрения. Степень внедрения можно оценить вероятностью P замены неисправного агрегата исправным, взятым из оборотного фонда (гарантийная вероятность внедрения агрегатного ремонта).

Эта вероятность определяет потребное количество оборотных агрегатов и может быть рассчитана по следующей формуле:

$$P = 1 - \frac{\frac{\alpha^n}{n!}}{\sum_{k=0}^n \frac{\alpha^k}{k!}}; \quad (0 < k < n), \quad (1)$$

где α — приведенная плотность потока отказов агрегатов;
 n — количество оборотных агрегатов i -того наименования.

Для лесовозного автомобиля

$$\alpha = \frac{t_{обi} \cdot t_{сc} \cdot N}{L_{срi} \cdot k_{сm} \cdot t_{сm}}, \quad (2)$$

где $t_{сc}$ — среднесуточный пробег автомобиля, км;
 $L_{срi}$ — средний срок службы i -того агрегата до замены, км;
 $t_{обi}$ — среднее время оборота агрегата, маш.-час;
 N — количество машин, шт.;
 $k_{сm}$ — число смен за сутки;
 $t_{сm}$ — продолжительность смены, маш.-час.

Для трелевочных тракторов формула (2) несколько упрощается:

$$a = \frac{t_{об_i} \cdot N}{t_{ср_i}}, \quad (3)$$

где $t_{ср_i}$ — средний срок службы агрегата i -того наименования до замены, маш.-час.

Внедрение агрегатного ремонта требует создания оборотного фонда агрегатов. Парк машин, который может быть обслужен одним агрегатом, — это минимальный парк, при котором экономически целесообразно внедрение агрегатного метода. Как следует из формул (1), (2) и (3), минимальная величина N парка машин определяется следующими соотношениями:

для трелевочных тракторов

$$N = \frac{(1-P)t_{ср_i}}{P t_{об_i}}; \quad (4)$$

для лесовозных автомобилей

$$N = \frac{(1-P)L_{ср_i} k_{см} t_{см}}{P t_{об_i} \cdot t_{ср}}. \quad (5)$$

Основной фактор, обуславливающий экономический эффект внедрения агрегатного метода, — увеличение эффективного фонда времени работы машин за счет сокращения их простоев в ремонтах. Это сокращение зависит от степени внедрения агрегатного метода, а следовательно, от величины гарантийной вероятности P .

Сокращение времени простоя машин в ремонтах (текущих и капитальных) $\Delta\Pi$ от внедрения агрегатного метода численно равно разности годовых простоев до и после внедрения агрегатного метода

$$\Delta\Pi = N\Phi_1 \frac{\left[\frac{100T_k(L-L_1) + T_7LL_1}{100LL_1} - \sum_{i=1}^m \frac{a(L-t_{ср_i})t_{з_i}}{Lt_{ср_i}} \right] P}{1 - \left[\frac{100T_k(L-L_1) + T_7LL_1}{100LL_1} - \sum_{i=1}^m \frac{a(L-t_{ср_i})t_{з_i}}{Lt_{ср_i}} \right] P}, \quad (6)$$

где T_7 , T_k — нормативный простой машины в текущем и капитальном ремонте соответственно;

L_1 — срок службы полнокомплектной машины до капитального ремонта при индивидуальном методе ремонта;

Φ_1 — годовой фонд времени машин при индивидуальном методе, маш.-час.

Экономическая эффективность агрегатного метода ремонта обусловлена увеличением рабочего времени машины за счет сокращения простоя в ремонте и его ожидания, сокращения трудозатрат на ремонт и снижения расхода запасных частей. Исследования* показали, что с увеличением гарантийной вероятности P возрастает суммарная экономия на эксплуатации машин, но одновременно увеличиваются и затраты C_ϕ на комплектование оборотного фонда агрегатов и при $P \rightarrow 1,0$ $C_\phi \rightarrow \infty$.

При некоторых значениях P условно-годовая экономия максимальна (рис. 1). Величина экономии от внедрения агрегатного метода и значения $P_{опт}$ зависят от времени оборота агрегатов. Величина гарантийной вероятности, при которой достигается наибольший экономический эффект, может быть принята за оптимальную. Зависимость $P_{опт}$ для трелевочных тракторов ТДТ-40М и ТДТ-75 приведена на рис. 2.

Результаты технико-экономического анализа показали, что на практике имеются большие резервы совершенствования агрегатного метода. Экономический эффект от внедрения агрегатного ремонта на один трактор в среднем за год составляет около 250 руб. (по данным ЦНИИМЭ), в то время как ожидаемый экономический эффект в 1,5–2,5 раза выше (рис. 1).

Основной резерв повышения эффективности агрегатного ремонта — сокращение времени оборота. Время оборота агрегата $t_{об}$ есть промежуток времени от момента замены неисправного агрегата на исправный, взятый из оборотного фонда, до момента

* Ф. И. Инбер, В. Н. Сердечный. Агрегатный ремонт и техническое обслуживание лесотранспортных машин. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1972.

Рис. 1. Зависимость экономической эффективности агрегатного ремонта тракторов от времени оборота агрегатов и гарантийной вероятности.

Для ТДТ-40М — штриховые линии;
для ТДТ-75 — сплошные линии.

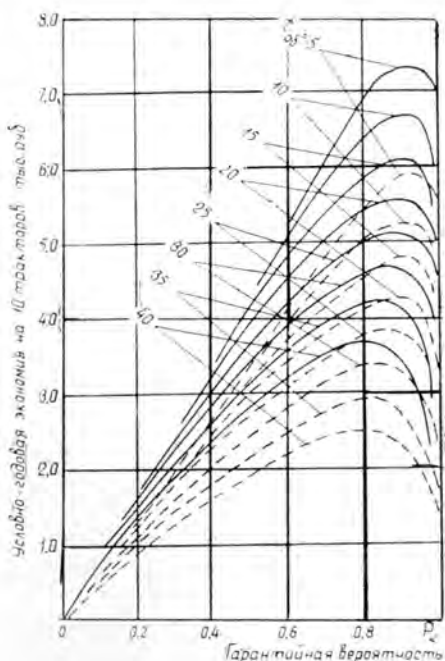


Рис. 2. Зависимость оптимальной величины гарантийной вероятности от времени оборота агрегатов.

возвращения отремонтированного агрегата в оборотный фонд. Время оборота агрегата $t_{об}$ — величина, определяющая совершенство организации метода и его эффективность.

$$t_{об} = \sum_{i=1}^s t_i, \quad (7)$$

где t_i — i -тый элемент времени оборота;
 s — общее количество элементарных составляющих времени оборота.

Для анализа резервов сокращения времени оборота целесообразно различать постоянные составляющие времени оборота, определяемые производственными и географическими особенностями ремонтных предприятий и эксплуатационных хозяйств, а также переменные составляющие, зависящие от совершенства организации движения агрегатов. Такое деление тем более важно, что переменные составляющие времени оборота являются организационным резервом его сокращения, а следовательно, повышения эффективности агрегатного метода и совершенствования его организации.

Анализ наиболее общей схемы организации движения агрегатов (рис. 3) позволяет предложить следующие основные составляющие времени оборота:

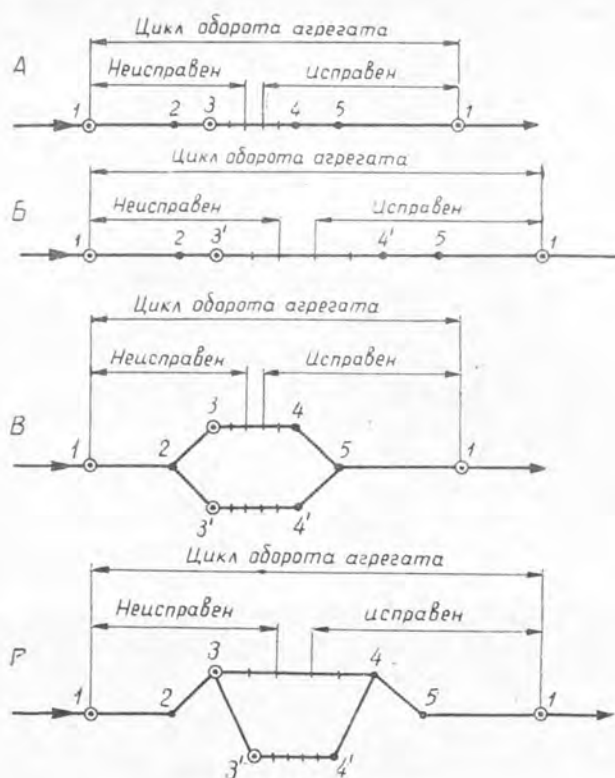


Рис. 3.

1 — момент замены агрегата i -того наименования; 1—2 — длительность ожидания отправки в ремонт $t_{ож}$; 2—3 — продолжительность транспортировки агрегата до РММ t_2 ; 2—3' — продолжительность транспортировки агрегата на РМЗ (вариант В) t_2' ; 3—3' — продолжительность транспортировки агрегата на РМЗ и РМЗ (вариант Г) t_3 ; 3—4 — время обмена агрегата в РММ t_4 , включает время оформления приемки τ_1 , ожидание ремонта τ_2 , ремонт τ_3 , ожидание отправки на лесопункт τ_4 и время оформления выдачи τ_5 ; 3'—4' — время обмена агрегата на РМЗ (ЦРММ) t_4' , включает время оформления приемки агрегата в ремонт r_1 , время ожидания на складе ремфонда r_2 , продолжительность ремонта r_3 , время ожидания на складе готовой продукции r_4 , продолжительность оформления выдачи r_5 ; 4—5 — длительность транспортировки исправного агрегата от РММ до лесопункта (мастерского участка) t_5 ; 4'—5 — продолжительность транспортировки агрегата от РМЗ (ЦРММ) до лесопункта (мастерского участка) t_5' ; 4—4' — длительность транспортировки агрегатов от РМЗ (ЦРММ) до РММ леспрохоза t_6 ; 5—6 — продолжительность пребывания исправного агрегата i -того наименования в оборотном фонде; 6 — момент поступления исправного агрегата в обменный фонд.

А. Период ожидания отправки неисправного агрегата в ремонт $t_{ож}$ (участок 1—2). Этот период включает время, необходимое для накопления достаточной партии агрегатов (при отправки агрегатов в ремонт партиями), а также время, потерянное вследствие различных организационных причин.

Б. Период транспортировки неисправных агрегатов до ремонтного предприятия $t_{тр}$ (участок 2—3 или 2—3'). Этот период включает все затраты времени, связанные с транспортировкой агрегатов (время движения, время погрузки, оформление путевых документов и др.).

В. Время обмена агрегата на ремонтном предприятии $t_{обм}$ (участки 3—4 или 3'—4'). Время обмена включает в себя время, необходимое для оформления приемки агрегата в ремонт $\Delta t_{обм1}$, время ожидания на складе ремонтного фонда $\Delta t_{обм2}$.

время пребывания в ремонте (или производственный цикл) $\Delta t_{обм_3}$, время ожидания на складе готовой продукции $\Delta t_{обм_1}$ и время оформления выдачи агрегата $\Delta t_{обм_2}$.

Г. Период транспортировки от ремонтного предприятия до места хранения оборотного фонда $t_{тр_1}$ (участок 4—5).

Постоянные составляющие времени оборота для конкретного сочетания эксплуатационного предприятия и ремонтных организаций — время транспортировки $t_{тр} = t_{тр_1} + t_{тр_2}$, время оформления приемки агрегатов в ремонт и выдачи из ремонта $\Delta t_{обм_1} + \Delta t_{обм_2}$ и производственный цикл $\Delta t_{обм_3}$ (или время ремонта).

Организационным резервом сокращения времени оборота, то есть его переменной частью являются время ожидания отправки агрегатов в ремонт $t_{ож}$, время ожидания на складе ремонтного фонда $\Delta t_{обм_2}$ и время ожидания на складе готовой продукции $\Delta t_{обм_1}$.

Сокращение постоянной составляющей времени оборота, в основном, возможно за счет уменьшения продолжительности производственного цикла $\Delta t_{обм_3}$, методика расчета которого детально разработана В. С. Крамаровым. В настоящее время известно два организационно-технических мероприятия по сокращению продолжительности ремонтного цикла: совершенствование технологического процесса ремонта агрегатов и создание обменного фонда агрегатов.

Таблица 1

Агрегат	Математическое ожидание $M(t_{обм})$ и коэффициент вариации $v(t_{обм})$ времени обмена агрегатов на РМЗ по годам			
	1965	1966	1967	1968
Лебедка ТДТ-60	$\frac{73}{0,95}$	$\frac{130}{1,28}$	$\frac{79,5}{0,88}$	$\frac{32,5}{1,12}$
Коробка перемены передач ТДТ-60	$\frac{100}{1,39}$	$\frac{105}{0,91}$	$\frac{98,5}{0,92}$	—
Задний мост (без КПП) ТДТ-60	$\frac{100}{1,15}$	$\frac{118}{0,77}$	$\frac{108}{0,84}$	—
Лебедка ТДТ-40	$\frac{46}{1,20}$	$\frac{57}{1,11}$	$\frac{18}{0,94}$	$\frac{19}{1,10}$
Коробка перемены передач ТДТ-40	$\frac{136}{1,07}$	$\frac{116}{1,07}$	$\frac{100,4}{0,83}$	$\frac{59,4}{0,87}$
Задний мост ТДТ-40	$\frac{36}{1,28}$	$\frac{32}{1,22}$	$\frac{30}{0,90}$	$\frac{51}{1,07}$

Примечание. В числителе математическое ожидание; в знаменателе — коэффициент вариации; $t_{обм} \approx t_{пер}$.

Сумма постоянных составляющих характеризует минимально возможную величину времени оборота, ее нижний теоретический возможный предел. Постоянная составляющая $t_{пост}$ обычно невелика и колеблется в пределах от одного до нескольких дней. Основной удельный вес падает на переменную часть $t_{пер}$. Так, по данным предприятий комбината «Вельсклес», максимальное время обмена агрегата в ремонтно-механических мастерских составляет десятки рабочих дней, а на ремонтно-механических заводах до нескольких сотен. Средние значения $t_{обм}$ приведены в табл. 1. Следовательно, при существующем уровне организации агрегатного метода сокращения $t_{пер}$ — основной резерв повышения эффективности агрегатного ремонта.

УДК 634.0.165

О ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ ОТДЕЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЕВ В КУЛЬТУРАХ СОСНЫ

Г. В. САВИЧ

Ленинградский трест лесопарковой зоны

Исследовали ширококронные деревья и культуры сосны возраста 10—30 лет, выращенные из семян ширококронных деревьев. Отмечено, что потомство ширококронной формы сосны очень неустойчиво, имеет резко различную продолжительность жизни и часто в массовом количестве гибнет в возрасте до 30—40 лет. Установлено, что продолжительность жизни каждого дерева в значительной степени зависит от генотипа.

В лесоводстве издавна укоренилось мнение, что отпад отдельных деревьев в древостоях происходит главным образом под влиянием экологических факторов. Поэтому многие исследователи в своих работах очень большое значение придают энтомо- и фитовредителям [10], [11], [4], [6] и др.), деформации корней семян при посадке (П. И. Чудников, 1925), условиям произрастания [5], недостатку влаги в почве [1], [2], влиянию конкуренции, но на наш взгляд, уделяют недостаточное внимание индивидуальной изменчивости сосен. Вместе с тем Ч. Дарвин [3] и Г. Ф. Морозов [8] придавали большое значение индивидуальной изменчивости растений.

Многие факты убеждают, что влияние индивидуальной изменчивости на продолжительность жизни отдельных деревьев очень велико. В естественных древостоях это мало заметно, тогда как в культурах, где каждое дерево находится почти в равных условиях и где конкуренция ослаблена, фактор индивидуальной изменчивости становится преобладающим.

Уже с ранних лет в культурах у деревьев наблюдается закономерное изменение морфологических, физиологических и других особенностей организма, причем время и порядок проявления этих изменений у разных сосен в онтогенезе совершенно различны. Одни растения, хотя и неплохо укоренившиеся, гибнут в результате этих изменений в первые же пять лет. Другие сразу же значительно отстают в росте и гибнут при смыкании культур, не выдержав конкуренции; третьи, обладая значительной энергией роста и развития, гибнут в различное время, часто не имея конкурентов и произрастая в довольно хороших условиях.

Ясно, что отстающие в росте сосны должны погибнуть в результате конкуренции, но то, что деревья по генетическим причинам имеют кратковременный срок жизни, многие не учитывают.

Для выявления закономерностей хода естественного отбора в культурах сосны посадки весны 1957 г. в квартале № 12 Бегеневского лесничества Бегеневского мехлесхоза в ленточных борах Приртышья были заложены культуры сосны на площади 90 га. Участок — гарь 1939 г. Ранее на этом участке произрастало чистое сосновое насаждение III класса возраста, II класса бонитета. Почва боровая, неразвитая, дерново-слабподзолистая, слабогумусированная, песчаная с содержанием гумуса до 0,48% и рН от 6,4 до 6,9. Тип леса — бор средних вехолмлений.

В культурах нами была заложена пробная площадь размером 306 м². Двухлетние сеянцы были посажены кулисами шириной 10,5 м с размещением 1,5 × 0,4 м.

Отпад на пробной площади за 8 лет составил 33,7%, хотя в первые годы культуры имели высокую приживаемость (88,6 и 85,1%).

На пробной площади питательная среда почти однородна, а между тем в культурах к 10 годам произошла очень резкая дифференциация деревьев по высоте — от 0,6 до 2,5 м.

Поэтому на пробной площади деревья по характеру роста были подразделены на деревья хорошего роста (высота от 1,5 до 2,5 м), отставшие в росте (до 1,5 м) и погибающие и погибшие. Подсчеты показали, что количество деревьев этих категорий составило соответственно 45, 40,75 и 14,25%. В число погибающих включено и 0,3% деревьев хорошего роста, потерявших жизнеспособность.

Нами было изучено число смоляных ходов в срединном разрезе хвои, взятой с осевого побега прироста прошлого года у деревьев всех категорий. Оказалось, что деревья хорошего роста в среднем имеют 12,3 ходов, отставшие — 9,0, а погибающие и погибшие — 6,8 ходов.

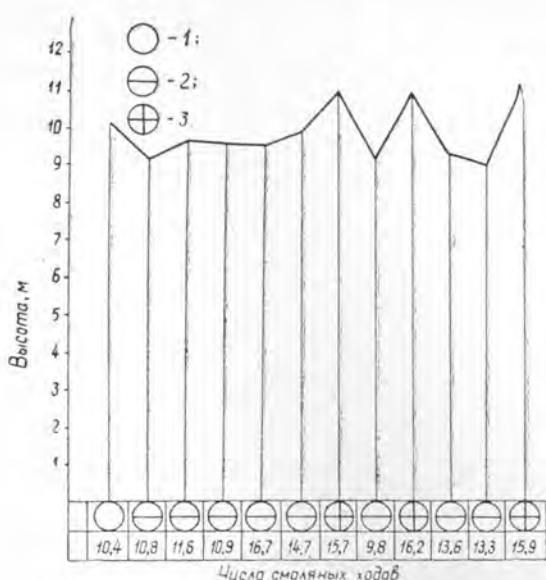


Рис. 1. Рост деревьев в высоту в зависимости от характера строения корневой системы и числа смоляных ходов в срединном срезе хвои.

1 — поверхностная корневая система; 2 — слабо развитый стержневой корень; 3 — стержневой корень редькой.

Ряд исследователей [9], [17] считают, что число смоляных ходов — наследственный признак. Поэтому есть основания полагать, что этот признак в какой-то степени характеризует и индивидуальные, наследственные особенности деревьев. Для подтверждения на рис. 1 показан рост одного ряда сосны в культурах Вагановского лесничества Всеволожского парлесхоза под Ленинградом, созданных посадкой весной 1959 г. в квартале 9. Тип леса — сосняк бруснично-черничный. Почва слабо гумусированная, сильно оподзоленная легкая супесь.

Из графика видно, что интенсивность роста коррелятивно связана с характером строения корневой системы и что число смоляных ходов в хвое деревьев даже в 24 года в какой-то степени характеризует индивидуальные, наследственные качества деревьев.

Здесь выделяется группа деревьев с поверхностной корневой системой, которые устойчивы и имеют наименьшее число смоляных ходов (10,4), и деревья с хорошо развитым стержневым корнем, имеющим в среднем 15,9 смоляных ходов. Деревья со слабо развитой корневой системой имеют в среднем 12,7 смоляных ходов. Мы полагаем, что индивидуальная изменчивость деревьев тесно связана с наличием в древостоях разных генетических форм сосны: образующих поверхностную корневую систему или глубокую.

Кроме того, по-видимому, потомство, рожденное в разных частях крон деревьев, очень неравноценно. Нам исследовано 50 ширококронных деревьев под Ленинградом. Хвоя на вершине у них имеет в среднем 12,2 ходов, а на неосвещенной, нижней части кроны в среднем только 10,0 ходов.

Ряд генетиков [12—14] считают, что соматические клетки имеют различную наследственность, поэтому мы вправе ожидать и резкую разнокачественность у этих ширококронных деревьев и в потомстве. Это предположение сейчас нами проверяется.

В том, что потомство ширококронной формы сосны имеет резко различную продолжительность жизни, нас убеждают и гнездовые культуры сосны 26 лет под Ленинградом, созданные из семян ширококронных деревьев на площади 2,1 га в квартале 20 Токсовского лесничества Токсовского парлесхоза.

Почва на участке довольно богатая, супесчаная, подзолистая, свежая. Тип леса — сосняк-черничник. Рельеф ровный. Культуры создавали посадкой в площадки по 5 двухлетних сеянцев. Всего было заложено 5 тыс. площадок на 1 га. В первом десятилетии отпали полностью сеянцы на 910 площадках, а во втором — на 30 000 площадках.

Если бы на этих площадках сохранилось хотя бы по одному дереву, то можно было бы говорить о конкуренции. Но здесь гибель всех деревьев в раннем возрасте — результат их слабости.

Рядом с культурами произрастает сосновый древостой на 5 лет моложе культур. В нем процесс естественного отбора происходит нормально. Состав 5С5Б, ед. Е. Ос. Деревьев хорошего роста 80%. Часть самосева сосны и березы (790 шт. на 1 га) имеется и в указанных культурах и также хорошо развивается, поэтому к почвенным условиям в данном случае претензий предъявить нельзя.

Таким образом, наши исследования показывают, что срок жизни каждого дерева сугубо индивидуален, но под влиянием среды может изменяться. Иногда генетически слабое потомство в культурах гибнет под влиянием энтомо- фитовредителей или по другим причинам (заморозки, сильная засуха и т. п.). Но все эти факторы вторичны, так как генетически устойчивые долговечные деревья в этих же условиях произрастания хорошо себя чувствуют и растут. Поэтому основным фактором, не менее важным, чем естественный отбор в жизни отдельных деревьев, следует признать индивидуальную изменчивость деревьев и связанную с нею индивидуальную продолжительность их жизни. При закладке культур это необходимо учитывать.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. И. Ахромейко. Физиологическое обоснование разведения сосны в степях. ВНИИЛХ. «Бузулукский бор», Т. III, Гослесбумиздат, М.—Л., 1950. [2]. З. С. Головянко. Причины усыхания сосновых насаждений. Киев, 1949. [3]. Ч. Дарвин. Происхождение видов. М., 1949. [4]. П. И. Ключник. Большое внимание борьбе с корневой губкой. Журн. «Лесное хозяйство» № 9, 1958. [5]. П. О. Комаровский. О причинах усыхания культур Бузулукского бора. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1961. [6]. А. Лауска. Корневая губка (*Fotus annosus* F. R.) в сосновых насаждениях. Известия академии наук Латвийской ССР, № 12, Рига, 1961. [7]. Л. И. Малышев. Применение анатомического метода для целей определения сосен и выявления их филогении. Труды Восточно-Сибирского филиала, сер. биологическая, 7, Благовещенск, 1957. [8]. Г. Ф. Морозов. Учение о лесе. М.—Пг. 1924. [9]. Л. Ф. Правдин. Сосна обыкновенная. Изд-во «Наука», М., 1964. [10]. А. П. Тольский. Усыхание Бузулукского бора (Самарской губернии). Журн. «Лесоведение и лесоводство» вып. 2, Л., 1926. [11]. П. Я. Шувалов. К вопросу о причинах гибели сосновых культур в Боровом лесничестве Самарской губернии. Известия Казанского института сельского хозяйства и лесоводства, вып. VI, Л., 1926. [12]. J. M. Britton. Hull. Mitotic instability in *Rubus*. *J. Heredity*, 48, II, 1957. [13]. M. S. Brown. A case of spontaneous reduction of chromosome number in Somatic tissue of Cotton. *Amer. J. Bot.* 34, 344, 1947. [14]. L. Sachs. Chromosome mosaics in experimental amphidiploids in the triticeae. *J. Heredity*, 4, № 2, 157, 1952.

УДК 634.0.813.11

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПЕНТАХЛОРФЕНОЛЯТА НАТРИЯ С ДРЕВЕСИНОЙ МЕТОДАМИ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Е. Е. ФЛОМИНА, Л. А. КРАСҚОВА

ЦНИИМОД

А. В. ОБОЛЕНСКАЯ, В. П. ЗИМНИЦКАЯ

Ленинградская лесотехническая академия

Приведены результаты исследований изменений химического состава древесины после пропитки водными растворами пентахлорфенолята натрия. Показано, что глубоких химических изменений в древесине при пропитке не происходит. Предварительная обработка древесины растворами едкого натра и соды уменьшает связывание антисептика древесиной. Весь пентахлорфенолят натрия, поглощенный при пропитке, извлекается горячей водой в неизменном состоянии.

Пентахлорфенолят натрия (ПХФ-натрия) — один из наиболее перспективных антисептиков. Однако ему присущи недостатки; основные из них: селективная сорбция ПХФ-натрия древесиной и значительная степень его вымывания.

При пропитке древесины растворами пентахлорфенолята натрия анион пентахлорфенолята сорбируется в наружном слое, тогда как ион натрия и вода проникают вглубь древесины [7]. Некоторые исследователи считают, что под действием кислой среды древесины ПХФ-натрия переходит в пентахлорфенол, который препятствует проникновению последующих порций раствора [8]. По данным Клайнерта [6], сорбция ПХФ-натрия обусловлена способностью лигнина поглощать вещества, содержащие фенольные группы. В некоторых работах отмечается незначительное снижение селективного проникновения ПХФ-натрия при использовании щелочных растворов [3], [5], [8], [9].

Ряд исследователей [4], [8], [9] отмечает значительную степень вымывания пентахлорфенолята натрия из древесины и, что особенно интересно, селективность вымывания (ион пентахлорфенолята вымывается в меньшей степени, чем ион натрия). Обра-

Таблица 1

Опилки	Выход после пропитки, %	Поглощение ПХФ-натрия по УФ, г/г сухой, древесины	Содержание ПХФ-натрия в древесине после пропитки, %	Выход вещества древесины, %	Количество вымываемого ПХФ-натрия, г/г древесины
Исходные	112,4	0,121	10,8	100,3	—
Обработанные холодной водой	112,3	0,132	11,7	99,1	—
Обработанные горячей водой	115,1	0,148	12,9	100,3	—
Обработанные спирто-бензольной смесью	111,9	0,116	10,3	100,4	—
Обработанные 3%-ной содой	119,2	0,186	15,5	100,7	—
Обработанные 3%-ным аммиаком	124,6	0,208	17,2	103,1	—
Обработанные 3%-ным едким натром	110,1	0,167	15,12	93,3	0,1364
Обработанные 3%-ным едким натром и допропитанные 3%-ным раствором уксусной кислоты	110,6	0,168	15,2	93,9	0,0445

Древесина	Зольность, %	Экстрагируем	
		горячей водой	эфиром
Исходная	0,8	6,2	5,1
Пропитанная ПХФ-натрия	0,49	10,7	—
Обработанная холодной водой и пропитанная ПХФ-натрия	0,52	10,0	—
Обработанная горячей водой и пропитанная ПХФ-натрия	0,47	7,3	—
Обработанная спирто-бензольной смесью и пропитанная ПХФ-натрия	0,50	7,7	—
Обработанная 3%-ным едким натром	—	13,9	0,3
Обработанная 3%-ной содой	—	6,8	0,9
Обработанная 3%-ным едким натром и пропитанная ПХФ-натрия	2,2	16,8	0,3
Обработанная 3%-ной содой и пропитанная ПХФ-натрия	1,7	15,4	0,3
Обработанная 3%-ным едким натром, пропитанная ПХФ-натрия и вымытая холодной водой	2,1	1,7	0,3

ботка уксусной кислотой несколько снижает вымывание, что объясняется более интенсивным образованием водонерастворимого пентахлорфенола [9].

Анализ опубликованных данных показывает, что механизм сорбции ПХФ-натрия в древесине не установлен, и это не позволяет разработать радикальные способы улучшения его проникновения в древесину.

Задача нашего исследования заключалась в изучении взаимодействия пентахлорфенолята натрия с древесиной методами химического анализа. Для обеспечения сквозной пропитки древесины в опытах применяли опилки из заболони несплавной сосны, просеянные через сито 1 мм. Пропитку проводили вакуум-методом на лабораторной установке. Концентрация пропиточного раствора ПХФ-натрия 3%. Для расчета поглощения антисептика спектрофотометрическим методом определяли содержание ПХФ-натрия в растворах до и после пропитки.

Чтобы выяснить влияние экстрактивных веществ и активных групп вещества древесины на поглощение пентахлорфенолята натрия в некоторых опытах до пропитки опилки подвергали предварительной обработке холодной и горячей водой, спирто-бензольной смесью, растворами едкого натра и соды. Часть опилок после пропитки растворами антисептика обрабатывали уксусной кислотой с целью изучения влияния кислой среды на фиксацию антисептика в древесине. Половину опытных образцов опилок, подвергнутых различным обработкам, вымывали холодной водой.

Данные опытов по пропитке опилок раствором ПХФ-натрия приведены в табл. 1. Обработанные опилки подвергали химическим методам анализа. Контрольные (непропитанные) опилки анализировали по следующей схеме. В отдельных пробах определяли влажность, зольность, содержание экстрактивных веществ (водорастворимых и растворимых в этиловом эфире), целлюлозы (азотно-спиртовым методом), пентозанов и уроновых кислот. Содержание лигнина определяли в древесине после экстракции этиловым эфиром. Все анализы проводили по общепринятым методикам [1]. Такая схема непригодна для анализа пропитанной древесины из-за большого содержания в ней поглощенного антисептика. Для этих опилок использовали схему анализа с применением предварительных исчерпывающих экстракций. Влажность и зольность также определяли в отдельных пробах. Затем проводили исчерпывающую экстракцию пропитанных опилок горячей водой для извлечения растворимых в ней веществ и поглощенного ПХФ-натрия. В водном экстракте (по сухому остатку) определяли общее количество веществ, экстрагируемых горячей водой, и содержание ПХФ-натрия методом УФ-спектрофотометрии. Экстрагированную горячей водой древесину подвергали исчерпывающей экстракции азеотропной спирто-толуольной смесью с определением общего количества экстрагируемых веществ по сухому остатку и извлеченного ПХФ-натрия методом УФ-спектрофотометрии. Экстракцию азеотропной смесью и определение ПХФ-натрия проводили по модифицированной нами методике [2]. Опилки после исчерпывающих экстракций подвергали дальнейшим анализам.

Результаты химического анализа представлены в табл. 2, из данных которой видно, что пропитка ПХФ-натрием не вызывает глубоких химических изменений в древесине. Содержание основных компонентов в ней почти не изменяется, уменьшение лишь кажущееся. Если учесть поглощение ПХФ-натрия и выход вещества древесины после пропитки (табл. 1), то значения определяемых компонентов для пропитанной древе-

Таблица 2

мг, %	Лигнин, %	Целлюлоза (без пентозанов), %	Пентозаны, %	Уровневые кислоты, %	ПХФ-натрия, %	ПХФ, %
азеотропной смесью						
—	26,4	56,1	12,3	4,1	—	—
0,48	23,1	55,0	11,2	3,6	—	—
0,50	23,0	55,3	11,8	3,4	—	—
0,52	23,2	55,1	10,4	3,8	—	—
0,42	23,9	57,2	12,4	3,9	—	—
0,12	24,5	59,1	9,4	3,6	—	—
0,18	24,8	56,9	8,6	3,2	—	—
0,03	23,7	55,4	8,9	3,4	13,0	Следы
0,33	24,6	55,3	8,3	Не опре- деляли	11,7	.
0,64	23,8	54,6	8,3	3,5	0,22	0,60

сины практически отличаются от соответствующих значений для контрольной древесины.

Предварительная обработка древесины 3%-ными растворами едкого натра и соды увеличивает процентное содержание веществ, экстрагируемых горячей водой, за счет поглощения NaOH и Na_2CO_3 . Содержание веществ, экстрагируемых органическими растворителями, и пентозанов несколько снижается, а содержание основных компонентов — целлюлозы и лигнина (с учетом изложенных соображений) не изменяется.

При вымывании пропитанной древесины холодной водой извлекается значительное количество поглощенного пентахлорфенолята натрия. В случае предварительных обработок древесины растворами едкого натра и соды весь ПХФ-натрия, поглощенный при пропитке, извлекается при горячей водной экстракции.

Анализ полученных данных показывает, что в древесине, пропитанной растворами ПХФ-натрия, глубоких химических изменений не происходит.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. В. Оболенская и др. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965. [2]. Е. Е. Фломина, Л. А. Краскова, А. В. Оболенская, В. П. Зимницкая. Определение пентахлорфенола в пропиточных растворах и древесине методом УФ-спектроскопии. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1974. [3]. O. Constantinescu, M. Gheorghe, J. Catrina. Utilizarea metodei trasorilor radioactivi pentru determinarea pătrunderii pentachlorfenolatului de sodiu in lemn. «Industria lemnului» 13, № 8, 1962, s. 284—291. [4]. A. J. Cserjesi, T. W. Roiff. Retention of Pentachlorophenol in Lumber Dipped in Water Solutions. «Forest Products Journal», vol. XIV, № 8, 1964, p. 373—376. [5]. M. Gheorghe, J. Catrina, O. Constantinescu. Cercetari in legatura cu patrunderea selectiva a pentachlorfenolatului de sodiu in ZEWW. «Tehnica nucleară» № 9, 1962. [6]. P. Kleinert. Über die Aufnahme von Phenolen durch die Holzsubstanz und ihre Hauptbestandteile. «Cellulose chemie» 18, № 5, 1940, s. 115—118. [7]. V. Paserin, F. Komora, E. Kocaniova. Prispěvek k otázce ochrany dřeva pomocan pentachlorfenolátu sodného. «Dřevářský výskum», Zvázok 3, 1964, s. 145—153. [8]. A. Simon, H. Tönjes. Beiträge über das Verhalten von Natriumpentachlorphenolat als Holzimprägnierungsmittel. «Holz als Rohund Werkstoff» № 3, 1953, s. 104—111. [9]. E. Vintilă, M. Gheorghe, N. Costin, F. Sachelarescu. Cercetări si experimentări privind utilizarea pentachlorfenolatului de sodiu ca antiseptic pentru lemn. «Studii si cercetări», vol. XXII, 1962, B. Buchresti, s. 329—341.

УДК 547.992.3

К РАСЧЕТУ МОЛЕКУЛЯРНО-ВЕСОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И МОЛЕКУЛЯРНЫХ ВЕСОВ ПО ДАННЫМ ГЕЛЬ-ФИЛЬТРАЦИИ

*Н. Д. БАБИКОВА, Б. Д. БОГОМОЛОВ, О. М. СОКОЛОВ,
Е. Н. КОРОБОВА*

Проблемная лаборатория
Архангельского лесотехнического института

Показано, что метод расчета молекулярных весов по данным гель-фильтрации из уравнения, выведенного с учетом полидисперсности эталонных образцов, применим также и для препаратов широко изменяющегося полимолекулярного состава.

Нами установлено, что при гель-фильтрации лигнина в системе гель-сефадекс G-75 — диметилсульфоксид связь между молекулярным весом M и коэффициентом распределения при гель-фильтрации K_d наилучшим образом описывается зависимостью типа [1]

$$K_d^{1/3} = A - bM^{1/2}. \quad (1)$$

Наиболее точные результаты получаются, если при установлении зависимости (1) коэффициенты распределения рассчитывают по формуле, учитывающей полидисперсность и тип среднего молекулярного веса эталонных образцов. Для коэффициента распределения, соответствующего средневесовому молекулярному весу, эта формула имеет следующий вид:

$$\bar{K}_d(M_w) = \left[A - \sqrt{\sum \left(A - K_j^{1/3} \right)^2 W_j} \right]^3, \quad (2)$$

где W_j — весовая доля j -той фракции полимера;

K_j — коэффициент распределения j -той фракции полимера;

A — постоянная уравнения.

При расчете средневесовых значений молекулярных весов по гель-хроматограммам из уравнения, выведенного с учетом полидисперсности, точность увеличивается в 1,5–2 раза [2].

В работах [1], [2] применимость и точность разработанного нами метода расчета молекулярных весов и молекулярно-весовых распределений (МВР) лигнинов по гель-хроматограммам проверяли на эталонных образцах, имеющих не очень широкую полидисперсность. В настоящей работе проведена дополнительная проверка применимости разработанного метода для образцов широко изменяющегося полимолекулярного состава.

Точность метода расчета для таких образцов оценивали следующим образом. Из различных весовых количеств фракций сульфатного лигнина (ПП-66 переосажденного и метилированного) с разными средневесовыми молекулярными весами, определенными на ультрацентрифуге G-110 [1], составлены три полидисперсные смеси (табл. 1).

Для каждой смеси получены кривые гель-хроматографии аналитическим фракционированием растворов этих смесей в ДМСО на колонке с сефадексом G-75 (диаметр колонки 17,5 мм, высота слоя геля 390 мм).

Средневесовые молекулярные веса смесей рассчитывали по весовым долям фракций и их молекулярным весам [3], а также по гель-хроматограммам, используя зависимость [2]

$$K_d^{1/3} = 1,0646 - 0,48183 \cdot 10^{-2} M^{1/2}.$$

Таблица 1

Номер фракции	Средневесовой молекулярный вес $M_w = M_j$	Весовые доли W_j фракций, взятых для приготовления смеси		
		I	II	III
1	21 250	0,1750	0,0860	0,0932
2	11 740	0,2540	0,0820	0,1405
3	7580	0,2010	0,1803	0,1480
4	6020	0	0,1844	0,1183
5	2500	0	0,1885	0,1301
6	2100	0	0,0983	0,1183
7	1330	0,2080	0,0574	0,1405
8	857	0,2080	0,1147	0,1108

Данные сведены в табл. 2. Сопоставление приведенных величин показывает удовлетворительную сходимость.

Таблица 2

Смесь фракций	Средневесовые молекулярные веса полидисперсных смесей, рассчитанные	
	по формуле $\bar{M}_w = \sum_{j=0}^n M_j W_j$	по гель-хроматограммам
I	8679	8489
II	6119	5680
III	6319	5440

Таким образом, дополнительно проведенными исследованиями показано, что разработанный нами [1], [2] метод расчета молекулярных весов по данным гель-хроматографии можно рекомендовать для образцов широко изменяющегося полимолекулярного состава.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. В. Антонова, О. М. Соколов, Б. Д. Богомолов, Н. Д. Бабилова, Г. Г. Кочергина. Сборник студенческих научно-исследовательских работ, вып. VII, Архангельск, 1972, стр. 99—103. [2]. Н. Д. Бабилова, Б. Д. Богомолов. Тезисы докладов к научно-технической конференции аспирантов АЛТИ по итогам научно-исследовательских работ за 1973 г., Архангельск, 1973, стр. 20. [3]. С. Р. Рафиков, С. А. Павлова, И. И. Твердохлебова. В кн. «Методы определения молекулярных весов и полидисперсности высокомолекулярных соединений». Изд. АН СССР, М., 1963, стр. 8.

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

АНДРЕЙ ПЕТРОВИЧ ТОЛЬСКИЙ

(К 100-летию со дня рождения)

В августе 1974 г. исполнилось сто лет со дня рождения заслуженного деятеля науки Марийской АССР, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Андрея Петровича Тольского, крупнейшего ученого в области теории и практики лесокультурного дела и выдающегося деятеля по лесному опытному делу, одного из зачинателей искусственного лесовосстановления в засушливых районах России.

Высшее образование Андрей Петрович получил в Санкт-Петербургском Лесном институте, который окончил в 1897 г. Его научно-исследовательская деятельность началась еще в студенческие годы. По окончании института он был прикомандирован к Лесному департаменту для завершения начатых исследований в физической лаборатории, проводившихся под руководством проф. Лачнинова и Г. А. Любославского. Одновременно он работал в Главной физической обсерватории в качестве исполняющего обязанности физика под руководством проф. А. А. Каминского.

В 1899—1903 гг. А. П. Тольский состоял помощником лесничего и преподавателем Парфинской лесной школы близ г. Ст. Руссы, где по его инициативе была построена метеорологическая станция II разряда. Здесь были проведены наблюдения над залеганием снежного покрова в лесу и в поле и над глубиной залегания грунтовой воды на лесосеках и под пологом леса.

В начале 1903 г. А. П. Тольский был назначен лесничим вновь открытого Борового опытного лесничества в Бузулукском бору, где проработал около 15 лет. За это время под его руководством созданы сотни гектаров опытно-производственных лесных культур, географические посадки, развернуты широкие исследования по вопросам выращивания посадочного материала, изучению экологических условий произрастания сосновых насаждений, физиологии и экологии древесных пород, водоохраных свойств леса и другим актуальным вопросам.

Благодаря трудам Андрея Петровича, Боровое опытное лесничество получило широкую известность не только в России, но и за границей. Из практических достижений этого периода времени сам Андрей Петрович считал наиболее важными: разработку способов выращивания доброкачественного посадочного материала, главным образом, сосновых сеянцев; доказательство и выяснение причин непригодности рубки узкими кулисами (20 м ширины) в сосновых насаждениях — способа, широко применявшегося в южных борах с начала 1900-х годов; выяснение водоохранного значения леса в Бузулукском бору; климатические особенности сосновых насаждений в тех же условиях.

Интересные лесные культуры, созданные Андреем Петровичем различными способами и методами на больших площадях, явились объектами исследования как самого автора, так и специальных экспедиций (1927 и последующие годы) и очень многих ученых лесоводов, энтомологов и др.

В 1917 г. Андрей Петрович Тольский был приглашен на должность профессора кафедры частного лесоводства Ново-Александровского института сельского хозяйства и лесоводства. С переходом на кафедру характер научной деятельности его изменился в сторону разработки курса частного лесоводства, особенно в лесокультурном направлении (в 1930 г. в лесных вузах кафедры частного лесоводства были переименованы в кафедры лесных культур).

В 1925 г. Андрей Петрович Тольский возглавил кафедру частного лесоводства (ныне лесных культур) в Казанском институте сельского хозяйства и лесоводства.

Перу А. П. Тольского принадлежит более 110 работ, из которых свыше тридцати оригинальных работ написаны им в период деятельности в Казанском институте сельского хозяйства и лесоводства, а впоследствии в Поволжском лесотехническом институте.

А. П. Тольский составил капитальное научное и учебное пособие «Основы лесокультурного дела в СССР». Этот труд в течение многих лет являлся основным учебным пособием по лесным культурам для студентов лесохозяйственных факультетов и настольной книгой молодых научных работников, лесничих и других инженерно-технических работников лесхозов.

Проф. А. П. Тольский руководил также лесокультурными экспедициями в Татарской, Удмуртской и других автономных республиках, а в 1927 г. возглавил лесокультурную группу большой экспедиции в Бузулукский бор.

Андрей Петрович не мыслил своей деятельности без широкой опытно-исследовательской работы. Так, например, в 1931 г. А. П. Тольский вновь переключился на работу в Главную геофизическую обсерваторию Агрогидрометеорологического института в Ленинграде, где продолжал работать до 1937 г. За это время он разработал климатические показатели для районирования лесных культур сосны (посевом и посадкой), сибирской лиственницы и лесосеменного хозяйства, методику парных метеорологических станций.

Чрезвычайно важная для своего времени в теоретическом и практическом отношении работа по климатическому районированию посевов и посадок сосны была по плечу только такому ученому, как Андрей Петрович, который был всесторонне эрудированным и глубоким знатоком в области метеорологии, климатологии и лесокультурного дела. Его считают одним из основоположников лесной метеорологии.

Под руководством А. П. Тольского проведены большие работы в Марийской республике по изысканию способов лесовосстановления гарей и вырубок путем постановки опытов в бывшем Сретенском учебно-опытном лесничестве Казанского института сельского хозяйства и лесоводства. Здесь же изучено плодоношение сосновых насаждений по модельным деревьям и с помощью семеномеров на пробных площадях, разработаны способы выращивания семян на опытном питомнике кафедры.

С 1937 г. Андрей Петрович снова перешел на заведование кафедрой лесных культур Поволжского лесотехнического института, где он работал до конца своей жизни.

А. П. Тольский неустанно вовлекал в научно-исследовательскую работу сотрудников своей кафедры, аспирантов и студентов.

Под руководством и при непосредственном участии А. П. Тольского подготовлены десятки научных работников: доктора наук, профессора А. П. Петров, М. Д. Данилов, С. С. Лисин; кандидаты наук, доценты Г. К. Незабудкин, Е. Д. Годнев, Е. П. Кнорре, А. М. Березин, П. Г. Мгебров, П. Д. Трусов и др.

Круг научных интересов А. П. Тольского был весьма широк, а эрудиция поразительна. Поэтому его имя мы встречаем в капитальных работах и монографиях не только по лесным культурам, но и по ботанике, лесоведению, физиологии и экологии растений, лесному почвоведению, климатологии, метеорологии и лесной гидрологии. А. П. Тольский ясно представлял научные основы дальнейшего прогресса в лесокультурном деле. Он неоднократно высказывал мысли о значении селекции и физиологических исследований.

В мае 1941 г. А. П. Тольский выехал для работы в научных библиотеках и институтах Ленинграда, где готовил второе издание пособия «Основы лесокультурного дела в СССР». Эту работу он продолжал и после вероломного нападения фашистской Германии в осажденном Ленинграде. В январе 1942 г. Андрей Петрович Тольский скончался.

А. П. Тольский оставил лесоведам, лесной науке и практике не только более сотни научных статей, ценных пособий, но и опытно-производственные лесные культуры в Бузулукском бору, в Раифском и Куярском лесничествах, которые изучаются многими лесоведами страны. Он был исключительно трудолюбив. Скромность, простота, высокая требовательность к себе, отзывчивость были характерными чертами Андрея Петровича в его отношениях с сотрудниками, студентами и со всеми, с кем приходилось ему встречаться и работать.

П. К. Незабудкин, М. Д. Данилов.

Марийский политехнический институт.

П. И. Войчаль.

Архангельский лесотехнический институт.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

НОВОЕ В ОСМОЛОЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

(по материалам семинара в г. Петрозаводске)

24—26 июля 1974 г. в Петрозаводске состоялся Всесоюзный семинар по технологии и организации осмолзаготовительного производства, созданный объединением «Союзхимлес» Министерства лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР. В работе семинара принимали участие инженерно-технические работники и рабочие ведущих профессий осмолзаготовительных леспромхозов, химлесхозов и химлеспромхозов, научные сотрудники НИИ лесной промышленности и лесного хозяйства, учебных заведений, сотрудники Министерства лесной промышленности и Министерства целлюлозно-бумажной промышленности СССР и Союзных республик и специалисты трестов и комбинатов, заготавливающих осмол для канифольно-экстракционного производства.

О выполнении плана по заготовке и вывозке осмола предприятиями Минлеспрома СССР сообщил начальник объединения «Союзхимлес» Л. И. Дигмелишвили, указав на то, что в последние два года объем осмолпоставок для лесохимической промышленности увеличился в 1,5 раза и в дальнейшем будет возрастать в связи с вводом в действие новых крупных канифольно-экстракционных заводов как в европейской части СССР, так и в Сибири. Экстракционная канифоль — один из основных товарных продуктов канифольно-скипидарного производства.

О перспективах механизации осмолзаготовительного производства указывалось в сообщении директора КарНИИЛПа Ю. М. Новоселова. Кроме исследований по совершенствованию технологии заготовки пневого осмола взрывным способом, в институте проводятся перспективные работы по коренному изменению осмолзаготовительного производства. Для полной механизации трудоемких работ по разделке и очистке осмола необходимо поставлять на КЭЗы осмол в виде целых пней от машинной корчевки с измельчением их в технологическую щепу на сырьевых биржах заводов.

О механизации трудоемких работ на осмолзаготовках рассказали в своих выступлениях зав. лабораторией КарНИИЛПа К. А. Демин, зав. лабораторией СибНИИЛПа Н. В. Горшков, ст. н. сотрудник МЛТИ К. А. Панютин. Об опыте работы комплексных бригад на заготовке осмола сообщили главный инженер треста «Карелхимлесзаг» Ю. И. Чукин и директор Тунгусского опытно-показательного ЛПХ А. И. Тумаков (Красноярсклеспром). Исключение операционной оплаты труда упрощает организацию и учет на осмолзаготовительных работах. При двухсменной работе комплексными бригадами (по 10—13 чел.) с трелевкой осмола на верхний склад повышается производительность труда и сокращаются простои тракторов при укладке осмола в штабели. В сезоне 1974 г. на осмолзаготовительных участках в виде опыта применяют новую технологию: корчевку пней взрывом, вывозку неразделанного осмола на нижний склад, разделку бензопилами, одноразовую укладку в штабеля, погрузку в вагоны для отправки на КЭЗ.

О корчевке пней методом электровзрывания сообщил главный инженер Плесецкого химлеспромхоза треста «Архимлес» Ю. С. Кузин. Преимущества этого способа по сравнению с огневым: обеспечивается безопасность для рабочих, находящихся в момент взрыва за пределами опасной зоны; устраняется возникновение лесных пожаров; подготовка и взрыв одновременно 100—150 пней повышают производительность труда взрывников и др. Корчевка пней электровзрыванием успешно внедряется в осмолзаготовительных предприятиях Востсибхимлесзага.

Об организации заготовки осмолы в леспромхозах объединения «Кареллеспром» рассказал зам. начальника объединения А. Ф. Амозов. Кроме взрывного способа, в ЛПХ Карелии успешно применяют тракторную корчевку пней.

О работе над первым вариантом проекта нового ГОСТа на осмол пневый сосновый доложил Ю. М. Новоселов.

Участники семинара познакомились на участках в лесу с работой машин и механизмов, которые применяются в Карелии на заготовках осмолы и рекомендуются в КарНИИЛПе к внедрению. Агрегат для корчевки пней (АКП-1) на базе трелевочного трактора ТДТ-55, прицеп для подвозки пней ЛТ-68 и станок для разделки ЛО-60, разработанные в КарНИИЛПе, ликвидируют тяжелые ручные операции на заготовке осмолы, повышают производительность труда в 2—3 раза по сравнению со взрывным способом и улучшают условия труда рабочих.

Показана технология заготовки осмолы взрывным способом с применением мотобура, трелевкой и погрузкой осмолы трелевочно-погрузочной машиной для осмолзаготовок (ТПО-МЛТИ), разработанной Московским лесотехническим институтом на базе колесного трактора высокой проходимости (Т-40Л) Липецкого тракторного завода. Продемонстрирована работа комплексной осмолзаготовительной бригады на заготовке взрывным способом, трелевке на ТДТ-40М с тросовой системой и погрузкой осмолы траншейным способом на автомашины. Большой интерес вызвали организация работ и оборудование при электровзрывании пней.

Состоялся широкий обмен мнениями и опытом работы на осмолзаготовительном производстве. Обсуждались вопросы сквозного весового учета осмолы (без перевода складокубометров в тонны при приемке потребителями), дифференциации стоимости (цены) осмолы в зависимости от содержания в нем смолистых веществ, очистки осмолы на механизмах барабанного типа в крупных масштабах на одном месте (станции примыкания у железнодорожных магистралей или сырьевые биржи КЭЗ), привлечения других видов смолистой и малосмолистой древесины и, в первую очередь, свежего соснового осмолы для укрепления и расширения сырьевой базы быстро развивающегося канифольно-экстракционного производства и др. На семинаре были разработаны и приняты рекомендации по улучшению организации осмолзаготовок на предприятиях Министерства лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР, механизации трудоемких технологических операций, внедрению новой техники и прогрессивных методов работы в осмолзаготовительном производстве, подготовке инженерно-технических кадров в учебных заведениях Минлеспрома и Министерства высшего и среднего специального образования СССР для осмолзаготовительного производства.

Ф. А. Медников.

Ленинградская лесотехническая академия.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 634.0.161.4

ОБ УЧЕБНОМ ПОСОБИИ «ВОДНЫЙ РЕЖИМ РАСТЕНИЙ»*

Рецензируемое пособие посвящено одному из важнейших разделов физиологии растений, ибо водный режим древесных растений и лесных фитоценозов в целом в ряде районов нашей страны является одним из основных факторов, определяющих биологическую продуктивность лесов.

Пособие состоит из предисловия, вводной части и четырех разделов. Во введении напоминает о зарождении растений в воде, о необходимости поддержания органов и тканей растений в насыщенном водой состоянии при их существовании на суше, об их способности непрерывно поддерживать постоянный ток воды в системе почва — растение — атмосфера. Коротко сказано о физических свойствах воды и ее роли в жизни растений. Водный режим растений подразделяется на четыре основных процесса: поглощение, передвижение, выделение и усвоение воды растением.

В разделе «Поглощение и передвижение воды по растению» большое внимание уделяется строению и размерам корневых систем, их поглощающей поверхности. Часть примеров дана из работ Л. А. Иванова, его учеников, а также зарубежных авторов. К сожалению, в пособии совершенно отсутствует упоминание о микоризах растений для основных лесообразующих пород, являющихся главной частью аппарата корневых систем, поглощающего воду и минеральные питательные вещества. Здесь же указывается на наличие двух важнейших механизмов поглощения воды из почвы — активного и пассивного. Читатель узнает о плаче и гуттации у растений как проявлениях активного поглощения или корневого давления. Излагаются вопросы, связанные с осмотическими свойствами или явлениями живых клеток растений: развиваются представления об осмосе, осмотическом давлении, сосущей силе, тургоре, плазмолизе и деплазмолизе и др. Дается схема Д. А. Сабинина об одностороннем токе воды через живые клетки. Читатель может познакомиться с так называемым свободным пространством клеток, с единой гидростатической системой растений. Лишь после этого освещается вопрос о втором важнейшем двигателе водного тока у растений — сосущей силе транспирирующих частей растений, крон деревьев или, в отличие от нижнего концевое двигателя, верхнем концевом двигателе водного тока, названием которым дал Н. А. Максимов.

Для объяснения передвижения воды по стволу на большие расстояния и различной скорости движения воды делается экскурс в особенности строения водопроводящей системы хвойных и лиственных древесных пород, дается понятие о теории сцепления между молекулами воды, находящейся в капиллярах. Подчеркивается, что теория сцепления хорошо согласуется с современными представлениями о свободном пространстве в клетках различных тканей растений. В этом же разделе описывается потометрический метод учета поглощения воды корнями растений.

К сожалению, в этой главе нет сведений о влиянии внешних и внутренних условий на процесс поглощения воды корнями растений. Лишь частично этот пробел восполняется в следующем разделе. Уместно напомнить, что в предыдущем издании** В. П. Дадыкин с достаточной полнотой изложил эти вопросы.

В разделе «Водные свойства почвы» рассказывается о максимальной гигроскопичности, влажности завядания или мертвом запасе воды в почве, наименьшей и полной влагоемкости и методах их определения, активной или продуктивной влаги, термодинамическом потенциале или давлении почвенной влаги. Дается общее представление о термодинамике и термодинамических терминах и понятиях. Безусловно, единый принцип оценки состояния водного режима в системе почва — растение — атмосфера представляется весьма заманчивым. Здесь же критикуется теория А. Шимпера о физиологической сухости холодных почв. К недостаткам этого раздела следует отнести отсутствие примеров устойчивых к засухе или избытку влаги в почве сортов и видов растений и экологических по отношению к воде групп растений.

В разделе «Выделение воды растениями» рассматривается расход воды лесными фитоценозами различных климатических зон. Показываются физиологическая природа и роль транспирации растений, природа устьичных движений, простейшие методы изу-

* В. П. Дадыкин. Водный режим растений. МЛТИ, М., 1973.

** В. П. Дадыкин. Физиология растений. МЛТИ, М., 1972.

чения состояния устьичного аппарата, объясняется роль различий водного дефицита листьев в жизни растений и дается представление о транспирационном сопротивлении. Здесь же излагаются методы определения транспирационных потерь, в частности, методы быстрого взвешивания и актинометрический, разработанные Л. А. Ивановым с сотрудниками (1950, 1951), дается определение десукции и эвапотранспирации. Затем автор рассматривает показатели количественной оценки транспирации: интенсивность, транспирационный коэффициент, продуктивность транспирации, а также водоемкость растений. Подчеркивается, что содержание воды в стволах, ветвях и других частях древесных пород — одна из важных особенностей деревьев, способствующая в засушливых районах или в засушливое время вегетации переносить засуху в течение некоторого времени без существенного нарушения метаболизма. Однако пример, иллюстрирующий сезонные изменения содержания воды в стволах березы желтой (рис. 22), не удачен, так как эта порода не типична для наших лесов.

Слабо отражено влияние избытка влаги в почве на водообмен растений. Известно, что в нашей стране имеются значительные площади сельскохозяйственных земель с постоянным или временным избытком влаги. Площадь гидроресурсообеспеченного фонда представлена также весьма внушительной величиной — около 200 млн. га. Учитывая колоссальный ущерб, причиняемый избыточным увлажнением почвы, знакомить студентов с особенностями водного режима растений в подобных условиях столь же необходимо, как и с действием почвенной засухи на эти процессы. Желательно было бы дать и краткое освещение физиологических основ орошаемого земледелия в засушливых и гидротехнической мелиорации — в водоизбыточных районах.

Последний небольшой по объему раздел посвящен вопросу усвоения воды растениями. Указывается количество воды, идущей непосредственно на построение органического вещества, доля ее в процессе фотосинтеза, сопоставляется масса «организационной воды» с сухим весом травянистых и древесных растений. В связи с исключительной ролью воды в метаболизме растений можно считать вполне оправданным выделение данного раздела в самостоятельный.

В прилагаемом списке литературы, к сожалению, отсутствуют такие работы, как работа Л. А. Иванова «Свет и влага в жизни наших древесных пород» (1946), монография немецких физиологов растений Х. Лира, Х. Польстера и Х.-Д. Фидлера «Физиология древесных растений» (1967), выходящая в текущем году на русском языке, и некоторые другие.

В заключение следует отметить, что рассматриваемое пособие написано на высоком научном уровне с привлечением современных данных по водному режиму растений. Поэтому оно не только вполне удовлетворяет расширенным программным требованиям подготовки специалистов для лесного хозяйства, но и окажет несомненную помощь всем, интересующимся вопросами водного режима растений.

А. В. Веретеников.

Архангельский институт леса и лесохимии.

УДК 912:634.0.2

АТЛАС ЛЕСОВ СССР

Директивами XXIV съезда КПСС предусмотрено повышение общественного производства на основе всемерной его интенсификации, дальнейшее улучшение рационального использования и охраны природных ресурсов, охраны окружающей среды в целом.

В условиях развитого социализма, при плановом ведении народного хозяйства, при мощном и постоянно возрастающем экономическом потенциале, при быстром научно-техническом прогрессе первостепенное значение приобретает правильное представление о наличии и размещении природных ресурсов, их количественном и качественном состоянии, о точности научных данных по необходимым показателям, характеризующим возможности и размеры их использования в народнохозяйственном производстве нашей страны.

Исключительно важное значение имеет изученность и приведение в известность лесов СССР, представляющих основные лесные ресурсы нашей страны и являющихся основным компонентом ландшафта и биосферы. Огромна роль лесов в перспективе и рациональном развитии многих отраслей производства.

В настоящее время все леса СССР приведены в известность. Для эффективного решения задач по использованию лесных ресурсов с учетом зональных особенностей и для практического осуществления планов необходим такой картографический документ, как «Атлас лесов СССР».

Целевое назначение «Атласа лесов СССР» состоит в том, чтобы в наглядной картографической форме передать информацию о размещении лесов страны, об их количественных и качественных показателях, использовании, восстановлении и разведении.

Материалы атласа содержат сведения, необходимые для перспективного планирования. Это значит, что атлас является специальным по назначению и комплексным по содержанию.

Такой атлас создан в СССР впервые. Это крупное достижение советской лесной картографии представляет серьезный научный труд большого коллектива авторов. В обсуждении программы и методики его составления приняли участие различные научно-исследовательские и учебные институты, многие производственные организации.

К разработке авторских макетов карт были привлечены видные ученые. Созданные карты редактировались учеными и специалистами, ответственными работниками Государственного комитета лесного хозяйства Совета Министров СССР, Министерства лесного хозяйства РСФСР, комитетов и министерств лесного хозяйства союзных республик.

Общее руководство при подготовке Атласа лесов СССР осуществлял Редакционный совет, в состав которого входили ведущие ученые, крупные специалисты лесного хозяйства и картографии. Атлас лесов издан Государственным комитетом лесного хозяйства Совета Министров СССР и Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР.

Атлас состоит из трех разделов. В первом разделе дается широкая общая характеристика лесов и лесного хозяйства. Здесь мы видим карты: «Союз Советских Социалистических Республик», «Почвы», «Леса», «Лекарственные растения», «Фенологии», «Птицы лесов» и многие другие. В этот раздел входят карты ареалов древесных пород, фенологии основных древесных пород, классов бонитета, приростов, запасов, избыточно-увлажненных земель гослесфонда, групп лесов, возрастов рубок, лесопользования, использования расчетной лесосеки, размещения лесохозяйственных предприятий, защитного лесоразведения, заготовки лесных семян, подсоски сосны, ареалов лекарственных растений лесов, птиц лесов, охотничьих промысловых зверей и птиц, основных перевозок древесины, лесного экспорта и др.

Абсолютное большинство карт раздела составлено впервые. Карты сопровождаются дополнительными сведениями в форме текста, графиков и диаграмм, размещенных во врезках.

Второй раздел атласа состоит из карт лесов по экономическим районам Госплана СССР. На них обозначены контуры леса с разделением на основные преобладающие породы и группы по запасам древесины в кубометрах на 1 га покрытой лесом площади. Кроме того, на картах показано размещение лесозаготовительных предприятий и предприятий по обработке и переработке древесины с разделением по специализации и производственной мощности (мелкие, средние и крупные).

Во врезках карт даны дополнительные сведения о лесопокрытой площади и запасах древесины, обеспеченности лесом на душу населения, лесопользовании, вывозке древесины и др. по областям (краям, АССР), входящим в экономический район, и в целом по району.

В третий раздел включены региональные карты в границах областей, краев, автономных и союзных республик, на которых приведены данные о размещении и породном составе лесов.

Специальное содержание включает следующие элементы: контуры лесов по преобладающим породам; лесные, не покрытые лесом площади с разделением на площади редины (хвойные, лиственные), гарей, вырубок, границ зеленых зон городов, границ запретных полос рек и других водоемов; специальные лесные дороги; защитные лесные полосы, лесопитомники, заповедники. В зависимости от особенностей лесов области (края, АССР) находят отражение и некоторые другие показатели, что предусмотрено при разработке редакционного плана карты каждой картографируемой единицы. Региональные карты также сопровождаются дополнительными сведениями, помещенными во врезках. К таким сведениям относятся: статистические данные учета лесного фонда о категориях земель гослесфонда, группах лесов и категориях защитности, запасах леса по породам, средние таксационные показатели, преобладающие породы и группы возраста, фонд искусственного лесовыращивания и другие в зависимости от особенностей лесов картографируемого района.

Карты первого раздела всей территории страны составлены в масштабах 1 : 15 000 000, 1 : 25 000 000 и 1 : 35 000 000, масштабы карт второго раздела 1 : 2 000 000 — 1 : 5 000 000, третьего — 1 : 1 000 000 — 1 : 2 500 000.

Несомненным достоинством «Атласа лесов СССР» является последовательность и конкретность изложения научного материала, его глубокое содержание, удачная компоновка графического материала; все это окажет большую помощь в дальнейших научных разработках.

«Атлас лесов СССР» — настольная книга для специалистов не только лесного хозяйства и лесной промышленности, но и других отраслей знаний, связанных с комплексным изучением природных ресурсов и их освоением. Атлас также может быть использован работниками высших и средних специальных учебных заведений многих отраслей знаний при изучении лесов страны.

«Атлас лесов СССР» поможет дальнейшему улучшению координации лесного хозяйства со многими отраслями народного хозяйства. На наш взгляд, одним из недостатков является издание его малым тиражом. Но мы надеемся, что при переиздании этот недостаток будет устранен.

Г. Н. Рукосуев, Н. А. Волоскова.

Всесоюзный государственный
проектно-исследовательский институт «Союзгипролесхоз».

УДК 634.0.237

НОВАЯ КНИГА О БИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

В 1965 г. была выпущена в свет монография проф., доктора сельскохозяйственных наук Б. Д. Жилкина «Повышение продуктивности лесов культурой люпина». В 1974 г. опубликован новый труд Б. Д. Жилкина*, представляющий собой значительный шаг в раскрытии проблемы повышения продуктивности лесов путем биологической мелиорации почв. В нем даны краткий и четкий исторический обзор, характеристика ряда представителей рода *Lupinus* Tourg., подробно изложены работы автора, его учеников и производственников, изучающих проблему люпинизации лесных почв, высказаны рекомендации по агротехнике введения многолетнего люпина многолистного в лесные насаждения и ориентировочно подсчитана экономическая эффективность предлагаемого мероприятия. Уже один такой всесторонний подход к изучаемому вопросу представляется важным и многообещающим. Попутно, очень кратко, автор сообщает и о некоторых удачных результатах введения люпина в культуры ели и дуба со спутниками. Радует большой географический размах исследований: Белоруссия, Украина, Прибалтика, некоторые области России.

Наиболее существенны и интересны, на наш взгляд, следующие выводы из исследований Б. Д. Жилкина: положительное влияние люпина на все компоненты молодых и даже спелых биогеоценозов; повышение количества и качества лесной продукции; длительное влияние люпина; усиление разностороннего защитного значения леса; экономическая выгодность культуры люпина, заглушающего сорняки и продуцирующего ценные семена для реализации; интенсификация биологического обмена веществ (углерода, азота, фосфора, калия, кальция, магния, алюминия, кремния, серы и натрия); изменение типов леса в сторону повышения их продуктивности (например, от сосняка верескового к сосняку орляково-черничному).

Обращает внимание подмеченный автором факт изменения содержания сахаров в хвое под влиянием люпина. Было бы интересно и важно дополнительными исследованиями проверить, не может ли это явление понизить, например, морозоустойчивость молодых хвойных деревьев.

Книга хорошо иллюстрирована. Следует лишь заметить, что на рис. 5 (стр. 47) трудно понять, где граничат участки *a* и *б*.

В общем книга достойна широкого внимания лесоводов, однако ознакомлению с ней препятствует небольшой тираж — 1500 экземпляров. При этом тираже она мало доступна, поэтому было бы желательным ее переиздание большим тиражом и с освещением опытов с другими народами.

П. И. Войчалъ.

Архангельский лесотехнический институт

* Б. Д. Жилкин. Повышение продуктивности сосновых насаждений культурой люпина. Изд-во «Высшая школа», Минск, 1974.

ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРА — профессора БОРИСА ДМИТРИЕВИЧА БОГОМОЛОВА

1 августа 1974 г. исполнилось 60 лет со дня рождения заведующего кафедрой химии древесины, целлюлозы и гидролизных производств, руководителя Проблемной лаборатории Архангельского лесотехнического института, заслуженного изобретателя РСФСР, профессора Бориса Дмитриевича Богомолова.

В 1934 г. Б. Д. Богомолов был направлен на учебу в АЛТИ по путевке Наркомлеса СССР после окончания Брасловского лесотехникума, с отличием окончил химико-технологический факультет и был оставлен в аспирантуре. В 1946 г. он защитил кандидатскую диссертацию, в 1947 г. утвержден в звании доцента, а в 1968 г. — в звании профессора.



С 1941 г. Борис Дмитриевич — старший преподаватель кафедры лесохимических производств, с 1946 г. заведует созданным им курсом гидролизных и целлюлозных производств; с 1952 г. он возглавляет объединенную кафедру органической химии, химии древесины, целлюлозы и гидролизных производств. В течение 10 лет Б. Д. Богомолов возглавлял химико-технологический факультет и сыграл большую роль в его развитии.

Интенсивные научные исследования Б. Д. Богомолова послужили основой для создания в 1958 г. Проблемной лаборатории, которой он руководит с ее организации и по настоящее время.

Б. Д. Богомолов — крупный ученый в области химии древесины и химической технологии древесины, комплексного использования отходов целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности и охраны биосферы. Его труды известны не только в СССР, но и за рубежом. Им опубликовано

230 печатных работ, получено 16 авторских свидетельств на изобретения. В 1962 г. Б. Д. Богомолов (в соавторстве с А. А. Соколовой) опубликовал монографию «Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства», в которой обобщен отечественный и зарубежный опыт в этой области; в 1973 г. вышла его книга «Химия древесины и основы химии высокомолекулярных соединений», рекомендованная в качестве учебного пособия для вузов; также переведены с английского капитальные монографии Л. Уайза, Э. Джана «Химия древесины» и В. Зандермана «Природные смолы, терпены, талловое масло».

Исследования Б. Д. Богомолова составили важный этап в развитии комплексного использования древесины при химической переработке, особенно промышленных лигнинов. Большое народнохозяйственное значение имеют разработка и осуществление непрерывной технологии производства сульфатного лигнина на Соломбальском ЦБК и изучение его применения в качестве химического сырья.

Исследованиями Б. Д. Богомолова решены вопросы использования токсичных сероорганических соединений сульфатно-целлюлозного производства с получением сульфана, диметилсульфида и диметилсульфоксида. Исследования и внедрение работ

проводятся широким фронтом в содружестве со многими промышленными предприятиями, НИИ, Проблемными лабораториями вузов и другими организациями.

Б. Д. Богомолов ведет большую работу по воспитанию инженерных и научных кадров для гидролизной, целлюлозно-бумажной и лесохимической промышленности и высшей школы. Под его руководством выполнено и защищено десять кандидатских диссертаций.

Большую педагогическую, научную и административную работу Борис Дмитриевич сочетает с активной общественной и научно-организаторской деятельностью. Он член бюро Совета АН СССР по научному направлению «Химия древесины и ее основных компонентов», член редакционной коллегии общесоюзного журнала «Химия древесины», член комиссии АН СССР по разработке проблемы охраны природных вод, член научно-технического Совета Минбумпрома СССР и ряда других. В течение двух созывов Б. Д. Богомолов руководил Советом научно-технического общества бумажной и деревообрабатывающей промышленности Архангельской области. Плодотворная деятельность Бориса Дмитриевича отмечена тремя медалями, грамотой Президиума Верховного Совета РСФСР, почетной грамотой Архангельского обкома КПСС, грамотой Облпрофсовета, а также двумя серебряными медалями ВДНХ СССР. Свое шестидесятилетие Борис Дмитриевич встречает в расцвете творческих сил, неиссякаемой энергии, полный творческих замыслов и инициативы.

Сердечно поздравляем Бориса Дмитриевича со славным юбилеем, желаем ему доброго здоровья, счастья, многих лет плодотворной деятельности и дальнейших творческих успехов на благо нашей великой Родины!

И. М. Боховкин, В. В. Улезко, Т. А. Гурьев,
В. П. Морозов, Б. А. Порядин, Л. Е. Чивиксин,
Б. С. Филиппов, Ю. М. Водолазов, В. Г. Звягин,
А. М. Чащин, С. Н. Юшманов, Л. М. Меньшикова,
А. Ф. Личутин, В. И. Каменный, Н. Н. Звягин,
В. В. Меньшиков, Г. Л. Дравишников,
В. Ф. Чесноков, А. Е. Соснин, Г. Ф. Прокшин,
О. М. Соколов, Е. Д. Гельфанд, О. Ф. Горбунова, И. В. Хазова.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>М. В. Давидов.</i> Типы роста дубовых древостоев в Шиповом лесу	3
<i>В. В. Сычев.</i> Эволюционная теория и проблема исходного материала для селекции	7
<i>М. И. Калинин.</i> Новые принципы исследования корневых систем древесных пород	12
<i>Г. Т. Криницкий.</i> Биоэлектрическая реакция подроста сосны на поражение фитоболезнями	15
<i>В. П. Зенцов.</i> Воздушный режим выработанных торфяников и особенности их лесокультурного освоения	20
<i>В. П. Рябчук.</i> К вопросу о нагрузке подсачиваемых деревьев березы	23
<i>В. А. Жиряков.</i> Влияние мышевидных грызунов и птиц на возобновление ели Шренка в условиях Северного Тянь-Шаня	26
<i>П. М. Верхунов.</i> Возрастное строение сосновых и лиственничных лесов бассейна о. Байкал	30

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>Н. М. Беляя, А. Г. Прохоречко.</i> О пределах выносливости несущих канатов	35
<i>И. И. Сленко, А. А. Пустовойтов.</i> Метод расчета несущего каната многопролетной подвесной установки с произвольным числом грузов	40
<i>Н. И. Библюк, С. И. Медвидь.</i> Экспериментальное исследование свободных колебаний лесовозного автопоезда	47
<i>П. Ф. Марченко.</i> Кинематические параметры поворота автовоза	52
<i>С. И. Морозов, М. В. Попов.</i> Начальные неровности рельсо-шпальной решетки	57
<i>Н. В. Лившиц, Б. Е. Меньшиков.</i> Технологические особенности рычажных переключателей	62
<i>И. Б. Потаповский, В. Д. Денисламов.</i> О применении регуляторов мощности компенсирующих установок по току и по напряжению на подстанциях лесопромышленных предприятий	65

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>В. Я. Филькевич.</i> Упругие вальцы механизмов подач лесопильных рам	70
<i>А. И. Яцок, И. М. Заяц, А. В. Якубовский, В. Н. Чурзин, С. М. Плоцанский.</i> О влиянии некоторых факторов на силы резания при шлифовании древесины абразивными кругами	75
<i>В. Г. Любимов.</i> Режущие свойства одиночного абразивного зерна и шлифовального круга	79
<i>О. А. Яковлев.</i> Исследование точности распиловки влажной древесины коническими дисковыми пилами	83
<i>Н. Н. Буторин, Б. А. Ставинский.</i> Использование короткозамкнутого асинхронного двигателя для привода механизма резания лесопильной рамы	87
<i>П. М. Мазуркин, В. Г. Грудачев, В. Е. Печенкин.</i> К изучению продольного бесстружечного резания древесины	93
<i>Т. Д. Заверткина, В. Н. Петри.</i> О взаимосвязи между влажностью и физико-механическими характеристиками древесных пластиков без добавления связующих	96
<i>Н. А. Мельников.</i> Исследование вибрации столов фрезерных станков для обработки древесины	99

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Б. Н. Лебедев, С. Я. Коротов.</i> Математическая модель процесса пиролиза в реторте с неподвижным слоем	103
<i>Г. И. Царев, А. П. Шишкина.</i> О взаимодействии высших жирных кислот с древесным волокном при нагревании	106
<i>Р. И. Дерюжкин, В. Т. Мезенцева, Э. П. Мирошникова, А. Г. Рычкова.</i> Минеральный состав хвой лиственницы по данным эмиссионного спектрального анализа	110

Б. В. Рошмаков, А. А. Эльберт, Н. Я. Солечник. Определение оптимальных условий получения древесностружечных плит с улучшенными гидрофобными свойствами	117
В. П. Чернокрылов. Формующее устройство для исследования условий двухстороннего формования бумажного полотна	122

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

Д. Л. Дудюк. Зависимость показателей загрузки оборудования от степени упорядочения процесса поступления предметов труда	125
А. М. Киляков. Об особенностях автоматизации двухсторонних сортировочных устройств	127

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

А. П. Петров, Г. В. Ганьжича. О методах построения цен равновесия, балансирующих спрос и предложение (на примере технологической щепы)	131
Е. С. Романов. Производственная мощность как объект системного анализа	136
Б. И. Соловий. О закономерностях движения процесса производства мебели	139
Т. А. Гурьев, В. А. Лукина. Об экономической эффективности применения сетевого планирования и управления на строительстве лесовозных дорог	142

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

В. Г. Чистилин. Лесные пожары в Брянском лесном массиве и их влияние на возрастную структуру сосняков	147
А. В. Чудный, В. В. Патрикеев. О влиянии монотерпенов на энергию прорастания семян сосны	149
М. С. Ячменев. Об изучении лесовозобновительных процессов в пихтовых насаждениях Северного Кавказа	151
Ф. П. Попов. Эффективность агрегатного ремонта	153
Г. В. Савич. О продолжительности жизни отдельных деревьев в культурах сосны	158
Е. Е. Фломина, Л. А. Краскова, А. В. Оболенская, В. П. Зимницкая. Исследование взаимодействия пентахлорфенолята натрия с древесиной методами химического анализа	161
Н. Д. Бабинова, Б. Д. Богомолов, О. М. Соколов, Е. Н. Коробова. К расчету молекулярно-весового распределения и молекулярных весов по данным гель-фильтрации	164

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

Г. К. Незабудкин, М. Д. Данилов, П. И. Войчалъ. Андрей Петрович Тольский (к 100-летию со дня рождения)	166
--	-----

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

Ф. А. Медников. Новое в осмолзаготовительном производстве	168
---	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

А. В. Беретенников. Об учебном пособии «Водный режим растений»	170
Г. Н. Рукосуев, Н. А. Волоскова. Атлас лесов СССР	171
П. И. Войчалъ. Новая книга о биологической мелiorации сосновых насаждений	173

ЮБИЛЕИ

И. М. Боховкин, В. В. Улезко, Т. А. Гурьев, В. П. Морозов, Б. А. Порядин, Л. Е. Чивиксин, Б. С. Филиппов, Ю. М. Водолазов, В. Г. Звягин, А. М. Чащин, С. Н. Юшманов, Л. М. Меньшикова, А. Ф. Личутин, В. И. Каменный, Н. Н. Звягин, В. В. Меньшиков, Г. Л. Дранишников, В. Ф. Чесноков, А. Е. Соснин, Г. Ф. Прокшин, О. М. Соколов, Е. Д. Гельфанд, О. Ф. Горбунова, И. В. Хазова. Поздравляем юбиляра — профессора Бориса Дмитриевича Богомолова	174
---	-----

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений.

Статьи, представляемые в журнал, не должны превышать 6—7 страниц машинописного текста. Статьи, превышающие указанный объем, к рассмотрению не принимаются. Статьи библиографического характера должны быть не более 3 страниц. В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k*, *U* и *u*, *C* и *c*. Необходимо самое серьезное внимание обращать на аккуратное вписывание схожих по начертанию букв: *h* и *n*, *q* и *g*, *l* и *e*, *v* и *u*, *и* и *a*, *o* и *a*, *I* и *J*, *z* и *5*.

Для отличия от буквы *O* ноль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть обведены красным карандашом, латинские — синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых

наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страны).

Список литературы должен содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. В списке указываются фамилия и инициалы автора, название работы, журнал, в котором она опубликована (для книг — место издания и издательство), год издания, № журнала. Название журнала, в котором опубликована упоминаемая в списке литературы работа, дается полностью. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры; должны быть написаны дата отправки рукописи, полное имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации представляются в двух экземплярах. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе, перепечатанными на машинке.

Редакция может возвращать авторам неопубликованные статьи с требованием об изменении и более аккуратном изложении.

Автор имеет право производить коррекционные изменения рукописи статей, как предоставляется.

Публикации статей бесплатно 15 откликов (за исключением публикации в библиографии и хронике).

**ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ НЕ ПОЗЖЕ
обозначенного здесь срока**

Таблица 1

Местоположение участка	Почва	Знак горизонта	Глубина взятия образцов, см	Скважность, %	Содержание воздуха, %, по датам															
					май			июнь			июль			август			сентябрь			
					5	15	25	5	15	25	5	15	25	5	15	25	5	15	25	
Брянский лесхоз, Стяжновское лесничество, квартал 53, пробная площадь 2	Торфянисто-перегнойно-глебовая	T	0—10	76,7	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{32,8}$	$\frac{12,0}{29,0}$	$\frac{6,4}{4,6}$	$\frac{28,0}{12,3}$	$\frac{40,9}{16,7}$	$\frac{17,5}{68,7}$	$\frac{—}{64,0}$	$\frac{29,7}{5,7}$	$\frac{15,9}{18,3}$	$\frac{18,8}{14,6}$	$\frac{21,2}{71,9}$	$\frac{0}{22,7}$	$\frac{31,4}{16,7}$	$\frac{0,5}{11,7}$	
		T	10—20	63,4	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{28,9}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{49,3}$	$\frac{—}{39,4}$	$\frac{33,4}{0}$	$\frac{21,5}{0}$	$\frac{0}{23,8}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{7,6}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
		A ₁	20—30	49,3	$\frac{28,3}{4,8}$	$\frac{19,4}{3,8}$	$\frac{0}{13,7}$	$\frac{0}{17,0}$	$\frac{0}{26,7}$	$\frac{12,9}{10,3}$	$\frac{0}{41,0}$	$\frac{—}{20,1}$	$\frac{5,1}{0}$	$\frac{0}{22,8}$	$\frac{0}{19,7}$	$\frac{0}{1,2}$	$\frac{26,4}{0}$	$\frac{27,0}{10,0}$	$\frac{11,6}{15,5}$	
		B	40—50	37,3	$\frac{0}{7,0}$	$\frac{8,0}{8,3}$	$\frac{6,4}{0}$	$\frac{13,1}{12,2}$	$\frac{11,3}{8,1}$	$\frac{14,5}{9,3}$	$\frac{17,7}{20,5}$	$\frac{—}{13,0}$	$\frac{22,2}{0}$	$\frac{19,4}{10,2}$	$\frac{17,1}{5,5}$	$\frac{12,8}{14,5}$	$\frac{6,4}{0}$	$\frac{14,5}{2,2}$	$\frac{14,5}{15,6}$	
		C	60—70	36,5	$\frac{4,7}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{6,8}$	$\frac{0}{1,8}$	$\frac{9,6}{0}$	$\frac{6,2}{17,7}$	$\frac{—}{16,2}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{7,2}{0}$	$\frac{10,8}{5,4}$	$\frac{16,7}{2,9}$	$\frac{17,8}{0}$	$\frac{21,4}{11,3}$	$\frac{9,0}{0}$	
То же, квартал 30, пробная площадь 3	Маломощный торфяник	T ₁	0—10	83,3	$\frac{33,8}{43,5}$	$\frac{18,3}{39,0}$	$\frac{29,2}{63,3}$	$\frac{29,2}{69,8}$	$\frac{33,4}{62,7}$	$\frac{37,5}{62,5}$	$\frac{42,0}{57,5}$	$\frac{—}{81,8}$	$\frac{55,2}{33,3}$	$\frac{44,6}{17,0}$	$\frac{58,9}{54,5}$	$\frac{47,4}{63,6}$	$\frac{55,5}{63,8}$	$\frac{46,6}{76,3}$	$\frac{48,7}{56,3}$	
		T ₁	10—20	89,5	$\frac{43,7}{0}$	$\frac{31,0}{8,4}$	$\frac{29,5}{20,0}$	$\frac{50,1}{16,0}$	$\frac{43,2}{20,6}$	$\frac{46,4}{8,6}$	$\frac{50,0}{25,5}$	$\frac{—}{76,0}$	$\frac{66,6}{0}$	$\frac{60,3}{0}$	$\frac{63,2}{0}$	$\frac{62,7}{18,7}$	$\frac{69,5}{21,0}$	$\frac{73,5}{25,5}$	$\frac{62,4}{0}$	
		T ₂	30—45	89,1	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{2,0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0,8}{28,2}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{—}{71,9}$	$\frac{11,5}{0}$	$\frac{20,8}{0}$	$\frac{13,9}{0}$	$\frac{19,0}{23,0}$	$\frac{16,5}{79,2}$	$\frac{4,1}{0}$	$\frac{0}{0}$	
		T ₃	60—70	82,6	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{2,0}$	$\frac{3,8}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{20,5}{5,2}$	$\frac{—}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{18,6}{32,5}$	$\frac{0}{—}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{—}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{—}{0}$
		C	85—95	46,0	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{—}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{—}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$

Примечание. В числителе дано содержание воздуха в 1970 г.; в знаменателе — в 1971 г.

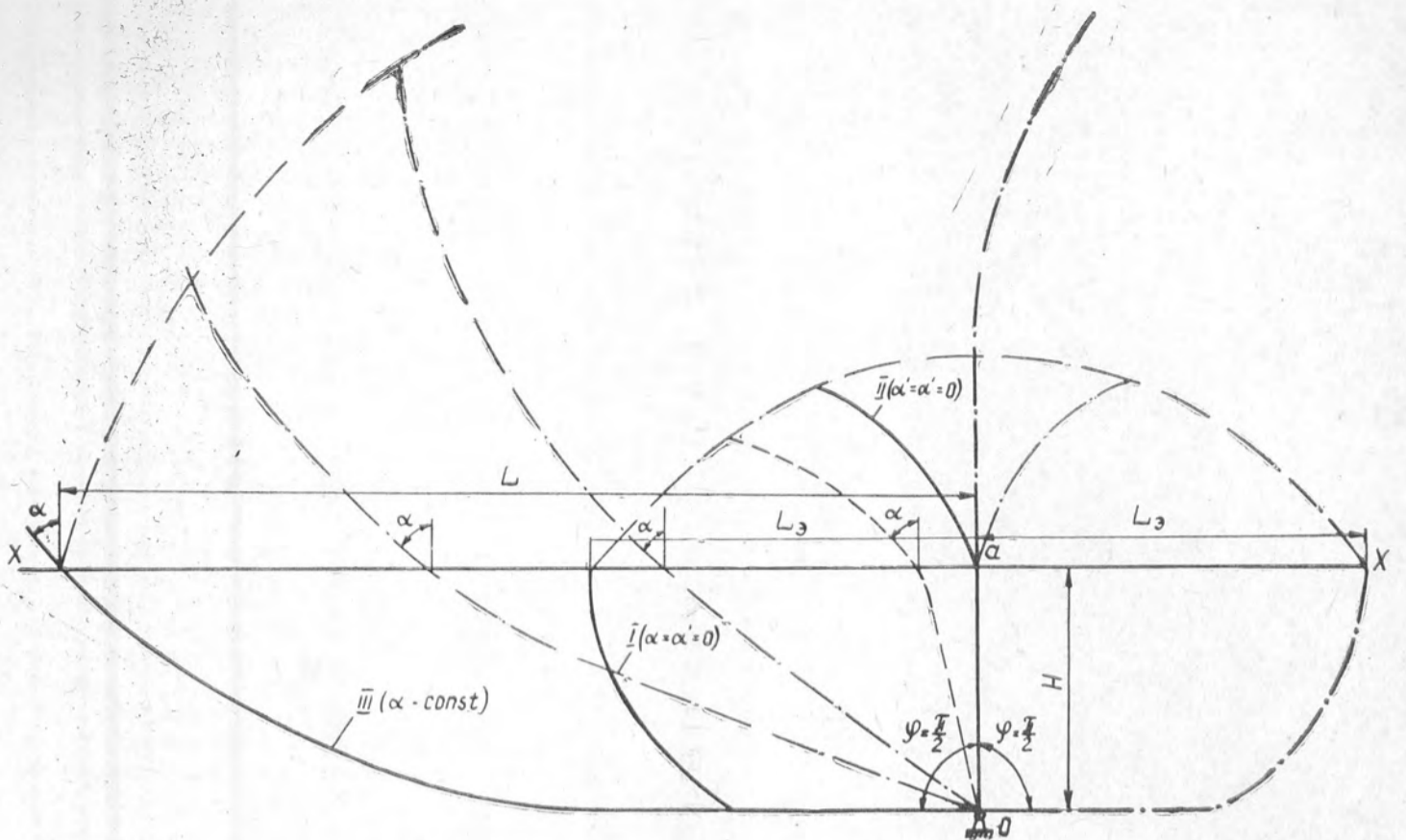


Рис. 1. Криволинейные профили рабочей поверхности рычагов.

I — вогнутый эвольвентный профиль; II — выпуклый эвольвентный профиль; III — вогнутый криволинейный профиль, выполненный по кривой, обеспечивающей постоянство максимально допустимого угла α .

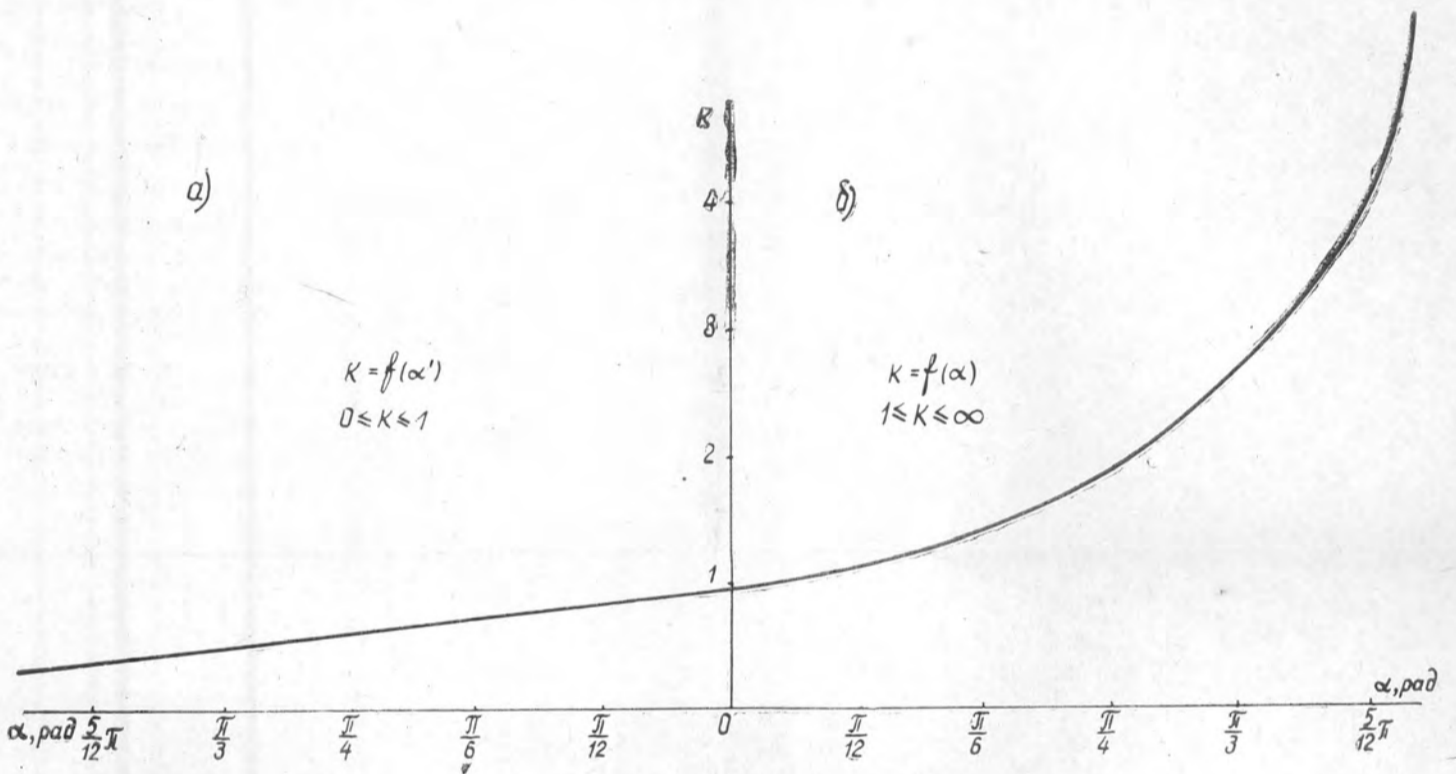


Рис. 2. График изменения величины коэффициента K .

a — для рычагов с выпуклой рабочей поверхностью; б — с вогнутой.

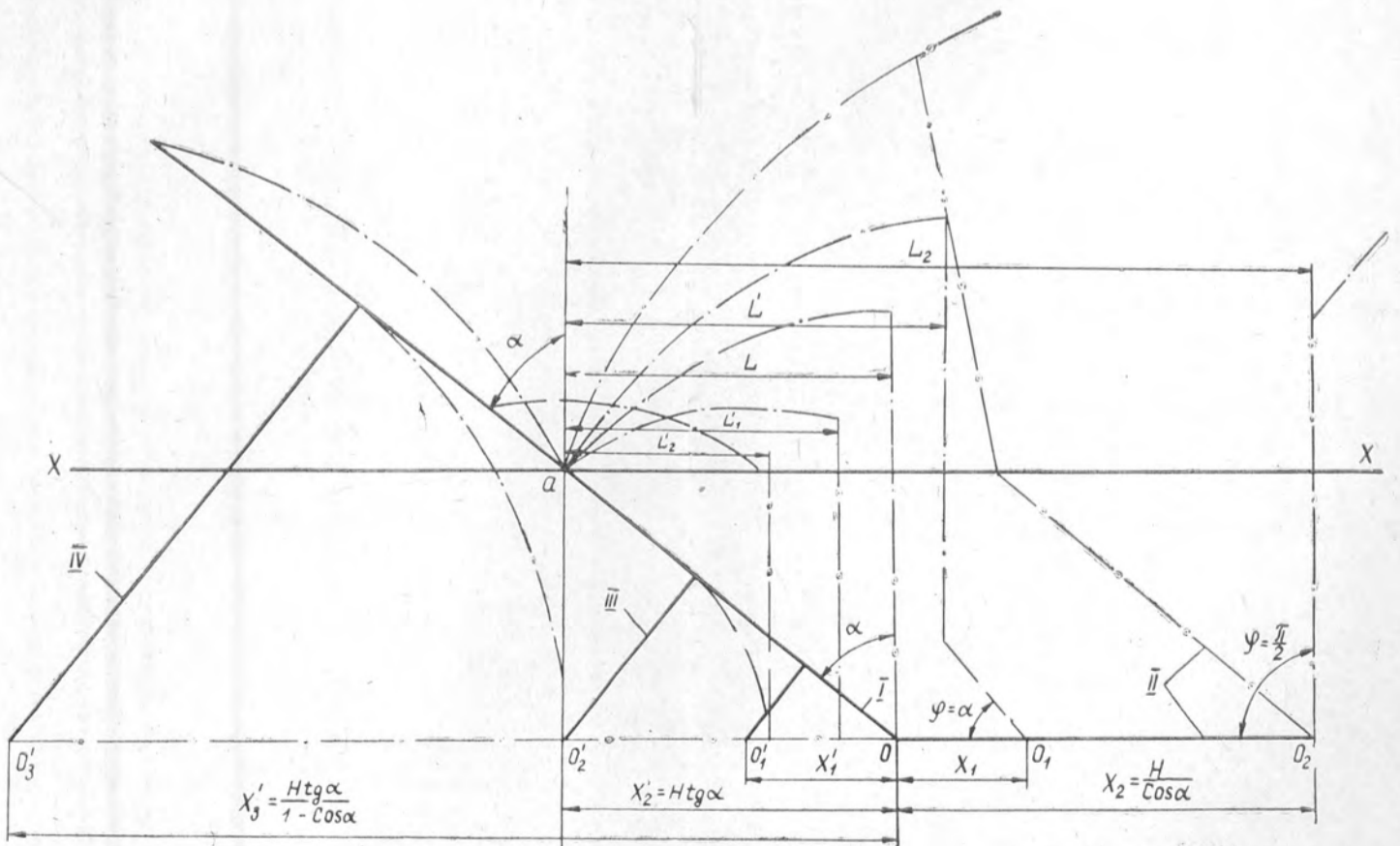


Рис. 3. Прямолинейные и прямолинейно-ломаные профили рабочей поверхности рычагов.

I — ось поворота рычагов совпадает с их рабочей поверхностью; II — ось поворота рычагов смещена в направлении движения груза; III — ось поворота рычагов смещена в сторону, противоположную движению груза; x_1 — смещение оси поворота рычагов в направлении движения груза на величину $0 < x < \frac{H}{\sin \alpha}$; x_2 — то же на величину $x = \frac{H}{\cos \alpha}$; x_1 — смещение оси поворота рычагов в направлении, противоположном движению груза, на величину $0 < x < \frac{H \operatorname{tg} \alpha}{1 + \cos \alpha}$; x_2 — то же на величину $x = H \operatorname{tg} \alpha$; x_3' — то же на величину $x = \frac{H \operatorname{tg} \alpha}{1 - \cos \alpha}$; L — путь перемещения груза при $x = 0$; L_1 — то же при $0 < x < \frac{H}{\sin \alpha}$; L_2 — при $x = \frac{H}{\cos \alpha}$; L_1' — $0 < x < \frac{H \operatorname{tg} \alpha}{1 + \cos \alpha}$; L_2' — при $x = H \operatorname{tg} \alpha$.

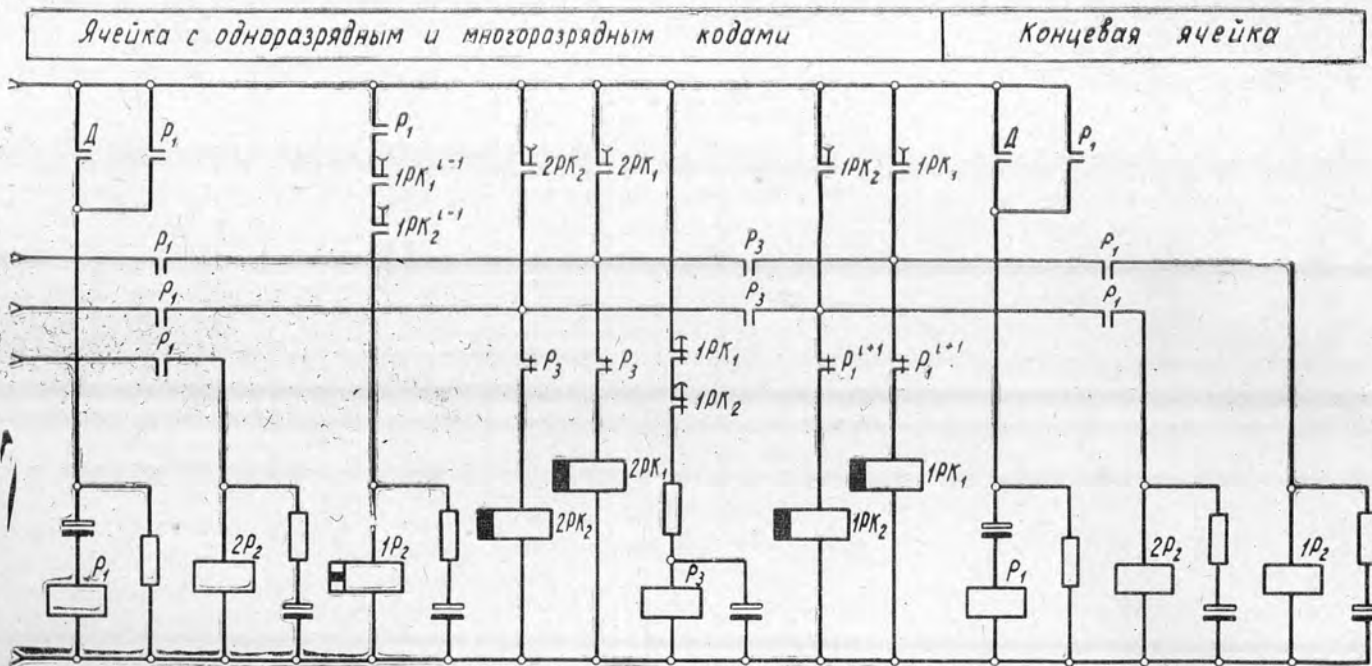
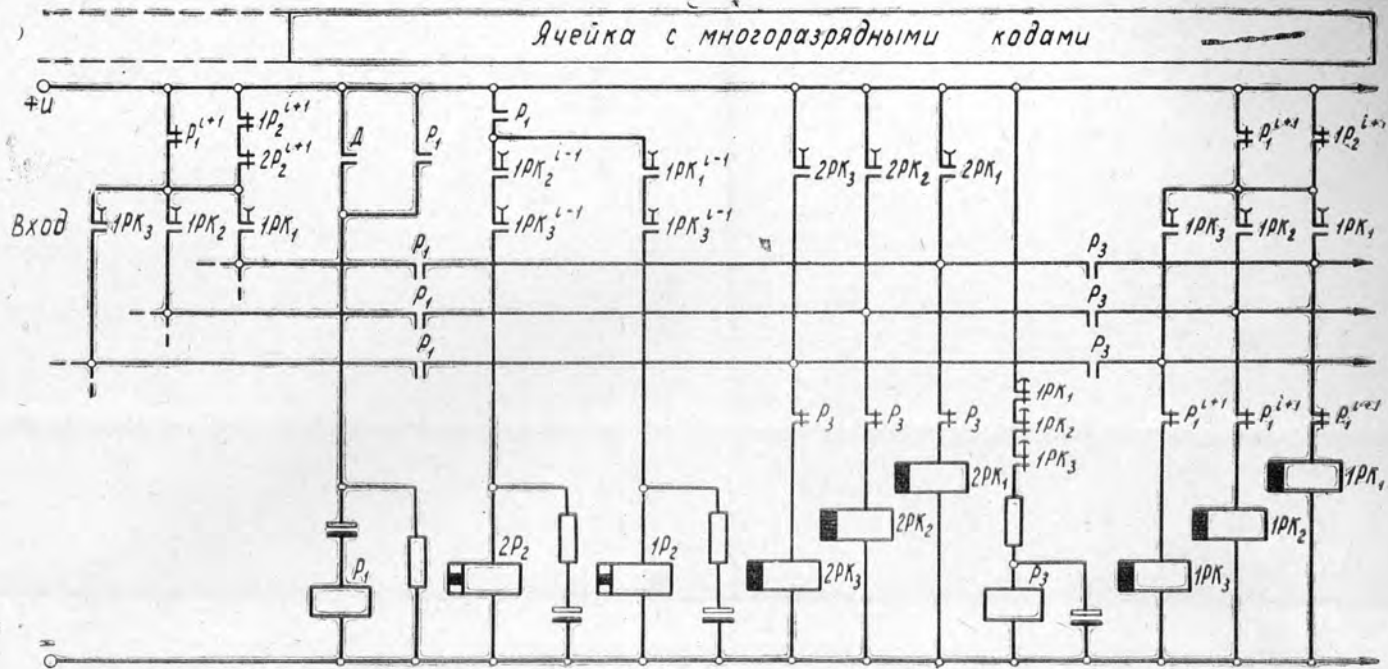


Рис. 1. Релейная система управления процессом сброски сортиментов в шесть последних карманов двухстороннего сортировочного устройства.

Цена 1 руб.

**Подписывайтесь
на журнал на 1975 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Раздел

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

Индекс 70368

«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: 163007, Архангельск, 7, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».

05
H332

ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ

5

1974