

05
U-332

ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ

5

1976

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ДЕВЯТНАДЦАТЫЙ

5

1976

АРХАНГЕЛЬСК

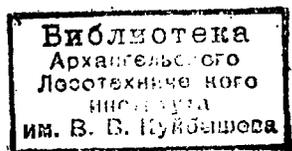
РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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**, проф. **В. Н. Худогов**, 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», 1976.

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 девятнадцатый)

Сдан в набор 31/VIII-76 г. Подписан к печати 3/XI-76 г.
Форм. бум. 70X108^{1/16}. Печ. л. 15,4+1 вкл. Физ. л. II. Уч.-изд. л. 15,56
Сл. 00146. Тираж 2060. Заказ 6075. Цена 1 руб.

Типография им. Скляпина издательства Архангельского обкома КПСС.
г. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

НОВЫЙ ЭТАП БОРЬБЫ ЗА КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

Центральный Комитет КПСС принял постановление «О работе Министерства лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР по повышению эффективности использования древесины в свете требований XXV съезда КПСС».

В постановлении ЦК КПСС отмечается, что в истекшей пятилетке Минлеспром СССР несколько улучшил руководство работой отрасли, повысил эффективность использования выделяемых ему лесных ресурсов.

В течение ряда лет при незначительном росте объема лесозаготовок ускоренно развиваются различные направления переработки древесины, повышается процент ее использования. Так, вывозка леса по Министерству возросла за 1971—1975 гг. на 9,2 млн. м³, тогда как ресурсы лесоматериалов за счет расширения выпуска эффективных заменителей деловой древесины увеличились на 16 млн. м³. В лесозаготовительных предприятиях создано новое производство — выпуск технологической щепы из дровяной древесины и лесосечных отходов. Опережающими по сравнению с лесозаготовками темпами развиваются производство древесностружечных и древесноволокнистых плит, фанеры, мебели.

Вместе с тем ЦК КПСС в своем постановлении отметил, что в структуре производства и работе по повышению эффективности использования лесных богатств страны имеются серьезные недостатки. Медленно сокращаются потери древесины при заготовке, транспортировке, переработке. Слабо используется сырье лиственных пород в целлюлозно-бумажной промышленности, производстве плит, строительстве. Велик расход деловой древесины на выпуск тары, на собственные нужды лесозаготовительных предприятий.

Центральный Комитет КПСС поставил перед лесными отраслями конкретные задачи по улучшению всех сторон деятельности: техническому перевооружению и совершенствованию технологии производства, более полному освоению лесосечного фонда, подготовке квалифицированных рабочих, улучшению жилищных и культурно-бытовых условий, расширению научных исследований и др.

Как боевую программу действий восприняли постановление Центрального Комитета партии коллективы лесных вузов страны.

Советские высшие учебные заведения лесного профиля — это крупные учебные и научные центры, охватывающие все отрасли лесного комплекса. Широкая география лесотехнических и технологических вузов и факультетов — от республик Прибалтики, Ленинграда и Белоруссии до Красноярска и Хабаровска, от Архангельска и Ухты до Львова и Киева — позволяет вести подготовку инженерных кадров и научные исследования с учетом особенностей каждого региона и потребностей его хозяйства. В лесных вузах создана развитая сеть проблемных и отраслевых научно-исследовательских лабораторий. В этих лабораториях и на сотнях кафедр трудится большой отряд ученых,

высокой квалификации. Все шире привлекается к научной работе способная студенческая молодежь. Сочетание в каждом из лесотехнических вузов кафедр по всем сторонам лесного дела — от ботаники и физиологии растений до химической технологии, охраны природы и труда, экономики и организации производства — создает исключительно благоприятные возможности для разработки крупных комплексных проблем регионального и общесоюзного масштаба.

Используя эти возможности, ученые лесных вузов внесли значительный вклад в развитие нашего лесного хозяйства, лесной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, лесохимической и гидролизной промышленности. Новое постановление ЦК КПСС нацеливает на расширение исследований по созданию новой техники, которая позволила бы резко сократить, а на ряде операций полностью исключить затраты ручного труда. К 1980 г. уровень механизации труда предстоит довести на лесозаготовках до 45%, в лесопилении и деревообработке до 65%. Научные кадры лесных вузов активно включаются в работу по выполнению сформулированной XXV съездом КПСС задачи: «Последовательно осуществлять переход от создания и внедрения отдельных машин и технологических процессов к разработке, производству и массовому применению высокоэффективных систем машин, оборудования, приборов и технологических процессов, обеспечивающих механизацию и автоматизацию всех процессов производства, и особенно вспомогательных, транспортных и складских операций». Необходимо обосновать и воплотить в жизнь такие направления развития техники, технологии и организации производства, которые обеспечивали бы получение максимума готовой продукции с каждого гектара лесной площади, из каждого кубометра заготовленной древесины при одновременном бережном отношении к природе, облегчении труда и повышении его производительности. Необходимо вскрыть резервы повышения эффективности и качества работы и продукции на всех стадиях лесного комплекса и предельно использовать их.

В X пятилетке перед лесными отраслями народного хозяйства стоят большие и сложные задачи. Стремясь помочь их решению, все лесные вузы разработали перспективные планы научных исследований, укрепляют материальную базу науки, готовят кадры ученых. Создана система компетентных совещательных органов по координированию научно-исследовательских работ. Привитие навыков научных исследований и научного мышления становится органической составной частью учебного процесса.

Постановление ЦК КПСС — новое свидетельство постоянного внимания партии к проблемам леса, партийной заботы о лучшем использовании этого ценнейшего сырья, бережного отношения к природе. Коллективы лесных вузов активно включаются в борьбу за выполнение указаний партии!

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 634.0.561.1

ТИПЫ РОСТА ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

М. В. ДАВИДОВ

Украинская сельскохозяйственная академия

В результате анализа опубликованных таблиц хода роста ели и использования специальной литературы установлены типы роста еловых лесов. Выяснено, что наступление возраста количественной спелости в ельниках данного класса бонитета зависит от ботанико-географической зоны, а в его пределах — от типа роста древостоев. Результаты настоящей работы могут быть использованы при лесоустройстве наиболее ценных еловых массивов.

Исследование хода роста ельников было начато еще в середине прошлого столетия Варгасом-де-Бедемаром. С тех пор они долгое время не привлекали внимания таксаторов, и только за последнее пятидесятилетие интерес к ели возрос, о чем можно судить по многочисленным таблицам хода роста, опубликованным в СССР и за рубежом.

В этой связи представляет интерес проанализировать существующие таблицы, чтобы установить типы роста насаждений данной породы; тем более, что исследованиями была затронута обширная территория, занятая ельниками, как в равнинных, так и в горных условиях произрастания. В последние годы вопрос о типах роста насаждений получил уже некоторое освещение в специальной литературе [2], [3]; это и послужило стимулом для дальнейшей его разработки на примере еловых насаждений.

Еще в 1907 г. при исследовании ельников в Швейцарии Флюри [10] отметил, что ель на равнинах в молодости растет более энергично в высоту, чем в горных условиях, хотя в спелом возрасте средние высоты в обоих случаях практически одинаковы, то есть класс бонитета один и тот же. К такому же выводу пришел и Гуттенберг [11] при исследовании хода роста ельников в горах Тироля и нижней Австрии. «Понижение» класса бонитета с возрастом было обнаружено также Ребелем [12] в ельниках, произрастающих в Баварии — между Альпами и Дунаем. В нашей отечественной литературе имеются указания о «падении» с возрастом класса бонитета ельников в условиях Горьковской области [7].

Отмеченные факты свидетельствуют о том, что типы роста ельников различны в зависимости от рельефа и почвенно-грунтовых условий: в одних условиях наблюдается «повышение» класса бонитета с возрастом (тип роста T_v), в других — «понижение» (тип роста T_y).

С этих позиций, располагая данными опубликованных опытных таблиц [5], и целесообразно было проанализировать особенности роста в высоту как естественных, так и искусственных еловых насаждений. Этот анализ удобнее всего было произвести графически (на фоне рбщбонитировочной шкалы), откладывая по оси абсцисс возраст насаждений, а по оси ординат — средние высоты.

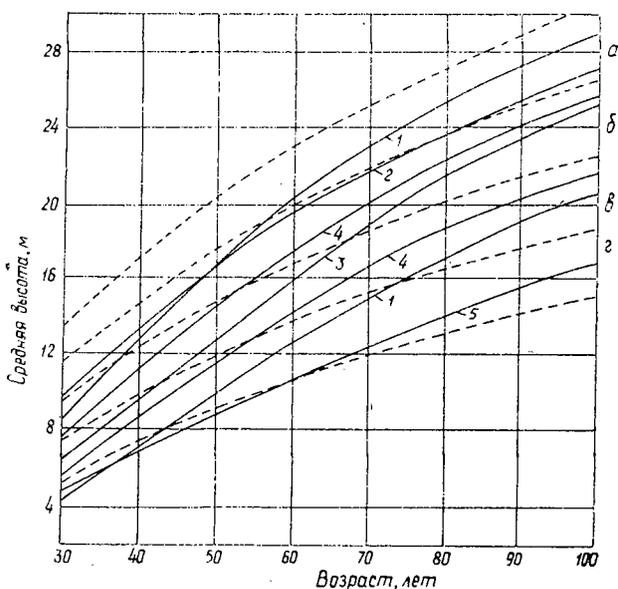


Рис.1. Ход роста средних высот ельников с возрастающей энергией прироста по высоте (тип роста T_B).

Пунктирные линии — границы классов бонитета по общепринятой шкале; сплошные — кривые хода роста, средних высот. а — I класс бонитета; б — II; в — III; г — IV. 1 — ельники Северо-Германской низменности; 2 — Ленинградской области; 3 — Литовской ССР; 4 — Карпат; 5 — Финляндии.

На рис. 1 изображены кривые хода роста средних высот еловых насаждений естественного происхождения в различных условиях местопроизрастания. Эти кривые пересекают границы классов бонитета общепринятой шкалы, причем с возрастом класс бонитета исследуемых насаждений повышается, то есть они растут по типу с возрастающей энергией прироста по высоте (тип роста T_B).

Характерно, что «переход» насаждений из одного класса бонитета в другой, более высокий, происходит в различные сроки, в зависимости от исходного класса бонитета в молодом возрасте и от географического местонахождения. Так, например, карпатские ельники II класса бонитета [9] до 30 лет росли по IV классу бонитета, в 31—50 лет — по III, а в более старшем возрасте перешли во II класс. Несколько иначе растут ельники Литовской ССР [1]. Относясь к тому же типу роста (T_0), что и карпатские ельники, они переходят во II класс бонитета несколько позднее — в 65-летнем возрасте. Такая же закономерность наблюдается и в насаждениях других классов бонитета, например, при сравнении ельников Ленинградской области [5] и Северо-Германской низменности [14]. Если ельникам Ленинградской области для перехода из III класса бонитета в I требуется период в 50 лет, то для сравниваемых с ними ельников этот срок сокращается до 25 лет. Относительное «запаздывание» с переходом в более высокий класс бонитета наблюдается и в ельниках Финляндии [13], что также подтверждает высказанные здесь соображения.

Однако, как отмечалось выше, ельники развиваются не только по типу роста T_B , хотя этот тип наиболее характерен и распространен

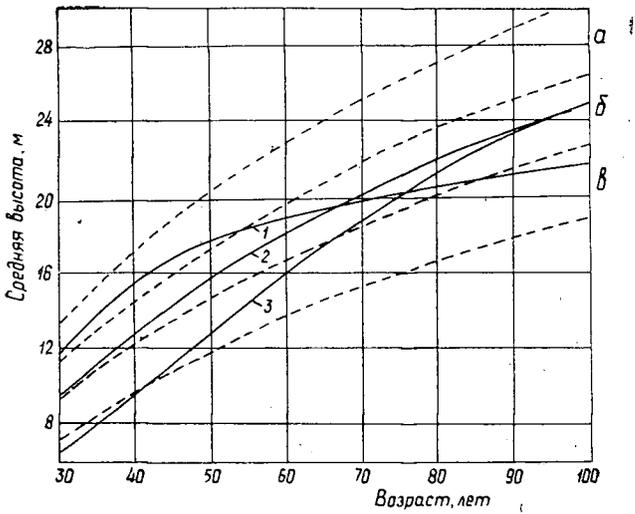


Рис. 2. Ход роста средних высот ельников с различной энергией прироста по высоте.

а — I класс бонитета; б — II; в — III. 1 — ельники-черничники Горьковской области, тип роста T_y ; 2 — ельники БССР, тип роста T_0 ; 3 — ход роста ельников II класса бонитета по данным «общих» таблиц А. В. Тюрина. Остальные обозначения те же.

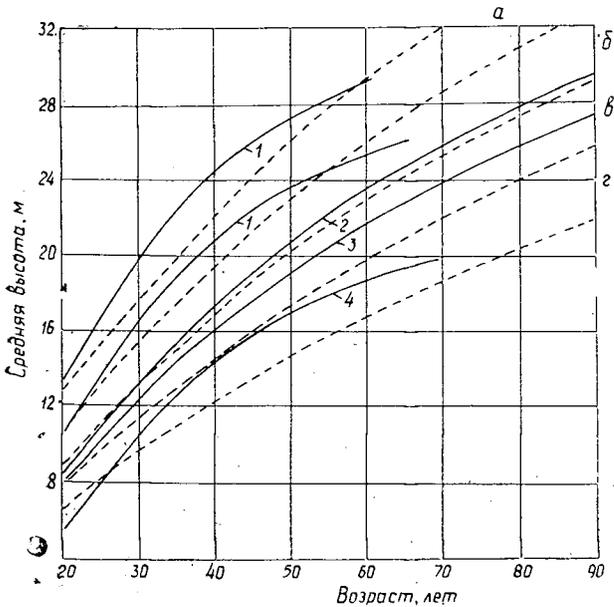


Рис. 3. Ход роста средних высот культур ели.

а — Iб класс бонитета; б — Ia; в — I; г — II. 1 — культуры ели БССР, тип роста T_y ; 2 — Московской области, тип роста T_0 ; 3 — Эстонской ССР, тип роста T_0 ; 4 — Пермской области, тип роста T_y . Остальные обозначения те же.

для еловых лесов естественного происхождения. Так, ельники Горьковской области (рис. 2), по данным С. Я. Соколова [7], растут по типу роста с убывающей интенсивностью прироста по высоте (тип роста T_y); такое же явление констатируется Флюри и Гуттенбергом для ельников, произрастающих в горных условиях [10], [11].

Как исключение можно встретить насаждения, которые растут с умеренным приростом по высоте, оставаясь в течение жизни в пределах одного класса бонитета. По такому типу роста (тип роста T_0), как выяснилось, растут ельники-кисличники в Горьковской области, а также и в БССР.

Рассмотрим особенности роста в высоту культур ели. Из опубликованных материалов [5] видно, что культуры ели растут только по двум типам: T_0 и T_y . Отсутствие типа роста T_b объясняется тем, что условия формирования молодых культур существенно отличаются от той обстановки, которая обычно создается в природных условиях в этот период жизни для ельников естественного происхождения (влияние полога лиственных пород).

На рис. 3 изображен ход роста по высоте культур ели, развивающихся по двум названным типам роста. Как видно из рисунка, культуры ели, произрастающие в Московской области и в Эстонской ССР [5], растут по «обычному» типу роста (T_0) и в течение длительного промежутка времени (до 90 лет) принадлежат к одному классу бонитета. Иной ход роста высот наблюдается в культурах ели БССР [4] и Пермской области [6]. Для них отмечается замедление прироста по высоте, начиная примерно с 40-летнего возраста, что в дальнейшем ведет к снижению класса бонитета.

Таблица 1

Местонахождение еловых насаждений	Класс бонитета	Возраст количественной спелости, лет, по типам роста		
		T_b	T_0	T_y
Ленинградская область	II	115	—	—
Литовская ССР	II	100	—	—
Карпаты	II	85	—	—
Эстонская ССР	I	—	90	—
Московская область	I	—	70	—
БССР	I	—	—	50

Представляет интерес проанализировать сроки наступления количественной спелости ельников I и II классов бонитета в зависимости от типа роста и географического их местонахождения. Как видно из табл. 1, возраст количественной спелости ельников, принадлежащих к одному типу роста (T_b), но находящихся в различных ботанико-географических зонах, наступает в различные сроки.

В Карпатах, где условия для роста ельников более благоприятны по сравнению, например, с Ленинградской областью, количественная спелость в насаждениях II класса бонитета наступает на 30 лет раньше. С другой стороны, в насаждениях ели, произрастающих в пределах одной ботанико-географической зоны и характеризующихся одним (I) классом бонитета, но принадлежащих к различным типам роста, возраст количественной спелости находится в зависимости от типа роста. Насаждения «ускоренного» роста (тип роста T_b) «созревают» на 20—40 лет раньше, чем «обычного» (T_0).

За отсутствием исходных материалов сроки наступления технической спелости ельников здесь не приводятся; однако, основываясь на опубликованных данных [2], условно можно считать, что закономерность, установленная для сроков наступления количественной спелости, подтвердится и для технической спелости.

Имея это в виду, можно более обоснованно подойти к установлению оптимальных возрастов рубки для данной породы или во всяком случае, к определению очередности рубки спелых древостоев, включая в первую очередь древостой типа T_y , затем — T_o и T_b . Такой дифференцированный подход к установлению возраста рубки или ее очередности можно рекомендовать прежде всего при лесоустройстве наиболее ценных еловых массивов (например, в Карпатах), а также при переходе к участковому методу ведения лесного хозяйства.

В заключение рассмотрим кратко причины оригинального роста еловых насаждений. Этот вопрос сложен, так как особенности роста насаждений нередко складываются в результате целого комплекса причин. Поэтому здесь может быть высказана лишь рабочая гипотеза.

Относительно замедленный рост в высоту в молодом возрасте (5—10 лет) — биологическая особенность ели; задержка в росте может сказаться и в течение более длительного периода времени (30—40 лет), если учесть, что ельники чаще всего формируются под пологом лиственных пород. Однако как только создадутся более благоприятные условия и ель выйдет в I ярус, прирост в высоту резко увеличивается, что сопровождается повышением класса бонитета (тип роста T_b).

Относительно быстрый рост в высоту в молодые годы, также иногда наблюдаемый в ельниках, происходит, по-видимому, при более благоприятных внешних условиях. Этому в значительной мере способствует также развитие более мощной и глубоко расположенной корневой системы, которая может образовываться на рыхлых, достаточно мягких и хорошо дренированных почвах [8]. Немаловажную роль здесь играет и придаточная корневая система, которая у ели обычно образуется с 3—4-летнего возраста. Располагаясь в верхнем, наиболее плодородном горизонте почвы, придаточные корни извлекают из него необходимые питательные вещества, что способствует лучшему росту древесных организмов. При данных условиях местопроизрастания молодые и средневозрастные насаждения имеют более высокий класс бонитета.

Однако по мере углубления корневой системы в нижележащие, более обедненные (подвижными формами азота, фосфора и калия) горизонты почвы рост в высоту замедляется и бонитет насаждения падает, что характерно для типа роста T_y . При других условиях местопроизрастания на задержку в росте древостоев ели может повлиять и наличие на некоторой глубине уплотненного иллювиального горизонта, при попадании в который корневая система обычно деформируется; как следствие, энергия роста древостоев по высоте замедляется и класс бонитета тоже понижается.

Здесь высказаны лишь общие соображения предварительного характера, но несомненно, что этот вопрос заслуживает тщательного изучения специалистами не только в области лесной таксации, но и почвоведения, лесоводства и других смежных дисциплин. Актуальность проблемы роста и развития растений (древостоев) подтверждается также и международной биологической программой.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Антанайтис В. В. Изучение хода роста еловых модальных насаждений в Литовской ССР в связи с установлением возраста рубки. Автореф. дис., 1958. [2]. Давидов М. В. Дифференцированное бонитирование и его роль в повышении продуктивности лесов. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1971, № 5. [3]. Давидов М. В. Типы роста дубовых древостоев в Шиповом лесу. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1974, № 5. [4]. Киселев А. Ф. Исследование хода роста культур ели Белорусской ССР. Автореф. дис., 1962. [5]. Козловский В. Б., Павлов В. М. Ход роста основных лесобразующих пород СССР. Справочник. «Лесная промышленность», 1967. [6]. Попова А. В. Особенности хода роста сосняков и ельников естественного и искусственного происхождения Камско-Чусовского лесорастительного района Пермской области. Автореф. дис., 1973. [7]. Соколов С. Я. Типы леса восточной части Баково-Варненского учебно-опытного леспромхоза. — В сб.: Природа и хозяйство учебно-опытных леспромхозов Ленинградской лесотехнической академии, 1931, вып. 2. [8]. Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М.—Л., Гослестехиздат, 1939. [9]. Цурик Е. И. Таксационное исследование ельников Украинских Карпат. Автореф. дис., 1973. [10]. Fluri. Ertragstafeln für die Fichte und Buche der Schweiz, 1927. [11]. Güttenberg. Wachstum und Ertrag Fichte im Hochgebirge, 1915. [12]. Rebel. Valdbauliches aus Bayern, 1926. [13]. Hvesalo. Ertragstafeln für die Kiefern, Fichten und Birkenbestände in der Hälfte von Finland. Referat, Acta forestalia fennica, 1920, № 15. [14]. Schwappach. Ertragstafeln der wichtigeren Holzarten, Dritte Auflage, 1929.

Поступила 16 апреля 1976 г.

УДК 634.0.231

УСПЕШНОСТЬ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ДУБА СЕВЕРНОГО САМОСЕВОМ

Н. Ф. ПРИКЛАДОВСКАЯ

Львовский лесотехнический институт

Установлена высокая количественная и качественная оценка естественного семенного возобновления дуба северного под пологом насаждений, продолжительность выживания и господствующее положение его подроста в молодом естественном пологе.

Способность новых видов входить без помощи человека в естественные ценозы оценивается успешностью их естественного семенного возобновления.

Сокращение ареала местных видов дуба на западе Украины, особенно дуба скального (*Quercus petraea* Liebl.), возвращает лесохозяйственников к вопросу об исследовании естественного семенного возобновления представителей этого рода.

Одним из новых хозяйственно-ценных древесных видов, широко вводимых в лесные массивы западных областей Украины, является дуб северный (*Quercus borealis* Mich.), естественно произрастающий в Северной Америке.

В условиях сравнительно теплого и влажного климата упомянутых областей дуб северный быстро растет, обильно и часто плодоносит, возобновляется естественным семенным путем, что характеризует его экологическую приспособленность к новым условиям.

Несмотря на ежегодный сбор желудей, самосев и подрост дуба северного имеются под пологом всех плодоносящих чистых насаждений этого вида или с его участием.

Нередки случаи наличия естественного семенного возобновления дуба северного под пологом насаждений, в составе которых этот вид не участвует; желуды дуба северного переносятся на значительное

№ пробной площади	Материнское насаждение		Естественный подрост					
	Возраст, лет	Состав	Сомнутость полога	Возраст, лет		В том числе, %		
				преобладающий	максимальный	благонадежный	сомнительный	усохший
1	31	8Д.с.2Д.об.	1,0	5	10	97,7	2,3	—
2	30	6Д.с.4С.об.	1,0	5	11	100	—	—
3	45	10Д.с.	0,9	4	11	100	—	—
4	50	10Д.с.	0,8	5	12	39,6	—	—
5	43	10Д.с. + Е.об.	1,0	7	13	59,7	0,3	—
6	60	7Д.с.6Е.2Е1Д.с.	0,7	8	13	78,5	21,5	—
7	43	7С.об.3Д.с.	0,6	7	14	97,5	—	—
8	44	6Д.с.4С.об.	0,9	7	14	100	—	—
9	58	4Д.с.4Д.об.2Лц	0,9	9	15	41,7	—	—
10	39	7Д.с.3Д.об.	0,5	8	15	216,2	—	—
11	53	10Д.с.	0,7	9	19	73,2	—	—
12	47	6Д.с.4С.об.	1,0	11	20	353,7	—	—
13	52	6Д.с.4С.об.	1,0	12	22	434,0	—	—

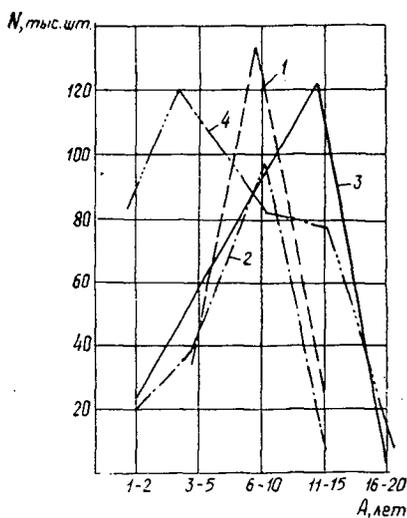


Рис. 1. Распределение самосева и подрост дуба северного по группам возраста на пробных площадях № 10 (1), № 11 (2), № 12 (3) и № 14 (4).

расстояние дикими кабанами, мышевидными грызунами, белками, сойками, кедровками. Исследованиями установлено, что под пологом насаждений, вступивших в репродуктивную стадию не более десяти лет назад, естественный семенной подрост дуба северного еще незначителен. Количество самосева и подрост дуба северного, учтенных под пологом 12 таких насаждений, составляло 4,4—36,4 тыс. шт. на 1 га. Максимальный возраст подрост — 8 лет.

Наибольший интерес представляют насаждения, под пологом которых естественный семенной подрост дуба северного достигает 10-летнего возраста и старше. Такой подрост исследован нами на пробных площадях, заложенных под пологом 13 насаждений в следующих лесничествах: 1 — Ожидовское Золочевского лесхоззага; 2 — Болдуровское Бродовского лесхоззага; 3 — Бендюжское Радоховского лесхоззага; 4 — Косовское Коломыйского лесокомбината; 5 — Гаи-Нижнянское Дрогобычского лесхоззага; 6 — Кутское Гринявского лесокомбината; 7 — Крукеничское Самборского лесхоззага; 8 — Лагодовское Бродовского лесхоззага; 9 — Толшевское Львовского лесхоззага; 10 — Рудковское Самборского лесхоззага; 11—13 — Меженецкое Старосамборского лесокомбината. Нумерация лесничеств соответствует нумерации пробных площадей, приведенных в табл. 1.

Перечисленные в таблице насаждения представлены сугрудовыми и грудовыми участками свежих и свеже-влажных гигротопов; почвенный покров — супесчаными и суглинистыми почвенными разностями.

Общее количество самосева и подроста дуба северного под пологом 30—60-летних насаждений различного состава и при различной сомкнутости материнского полога колеблется в пределах 15—377 тыс. шт. на 1 га.

На шести из тринадцати пробных площадей 6—10-летний подрост исчисляется десятками тыс. шт. на 1 га (77,8—135,6). На всех пробных площадях имеется подрост возраста 11—15 лет (сотни тысяч шт. на 1 га); на двух пробах учтен 16—20-летний подрост (1,7—10,5 тыс. шт. на 1 га), а на одной — 22-летний (рис. 1).

В натуре естественный семенной подрост дуба северного образует густой полог, часто достигающий 2—3-метровой высоты, с явно выраженной дифференциацией на господствующую и угнетенную части. Угнетенные дубки переносят затенение двух пологов: материнского и молодого, образованного подростом дуба северного. В 16—18 лет они достигают высоты 25—30 см, прирастая по 1,0—2,5 см за год. На вершинах угнетенных дубков размещены розетки из 2—3 мизерных листочков.

Продолжительность выживания естественного семенного подроста дуба северного под материнским пологом — показатель его теневыносливости.

В условиях запада Украины количественная оценка естественного семенного возобновления местных видов дуба (обыкновенного и скального), а также продолжительность выживания их подроста под материнским пологом несравненно ниже приведенных нами для дуба северного [1—3]. Известно, что одна из основных причин отсутствия под материнским пологом естественного семенного подроста местных видов дуба — его светолюбие.

Наличие полога, образованного подростом дуба северного разного возраста, свидетельствует о приобретении им свойств дикорастущего вида и в условиях почвоклимата запада Украины.

Качество подроста характеризуется высоким процентом благонадежных деревьев. Однако если на пробных площадях 1,5 и 7, где преобладают дубки возраста 5—8 лет, наличие категории сомнительных дубков своим происхождением обязано действию механического фактора (повреждению дубков при семенных рубках и частично при сборе желудей), то на пробах 6, 10—13 количество сомнительных дубков заметно возросло в результате светового голодания. Дубки, достигшие 13—22-летнего возраста, образуют двойчатки, а затем превращаются в торчки, составляя категорию усохших (рис. 2).

Особого внимания заслуживает состав естественного семенного возобновления. Под пологом всех 25 исследованных насаждений, в составе молодого поколения преобладает дуб северный; эта закономерность сохраняется и с повышением возраста подроста. Так, на 10 из 13 пробных площадей с подростом 10 лет и старше участие дуба северного в молодом ярусе колеблется в пределах 92,1—100%. Участие в образовании естественного семенного полога других лесобразующих пород крайне незначительно (рис. 3). Сказанное относится прежде всего к таким лесобразователям, как дуб обыкновенный и сосна обыкновенная. Даже при значительном участии последних в материнском пологе (пробные площади 6, 7 и др.) естественный семенной подрост или отсутствует вовсе, или образует окна.

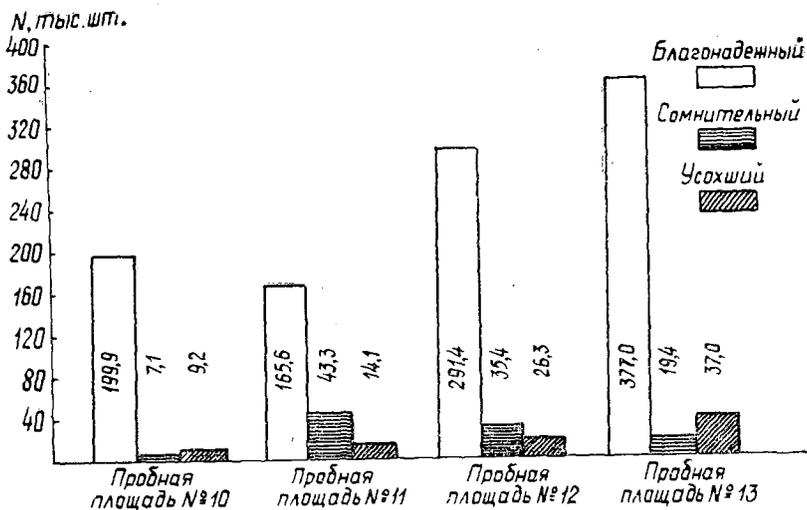


Рис. 2. Распределение подроста дуба северного по состоянию.

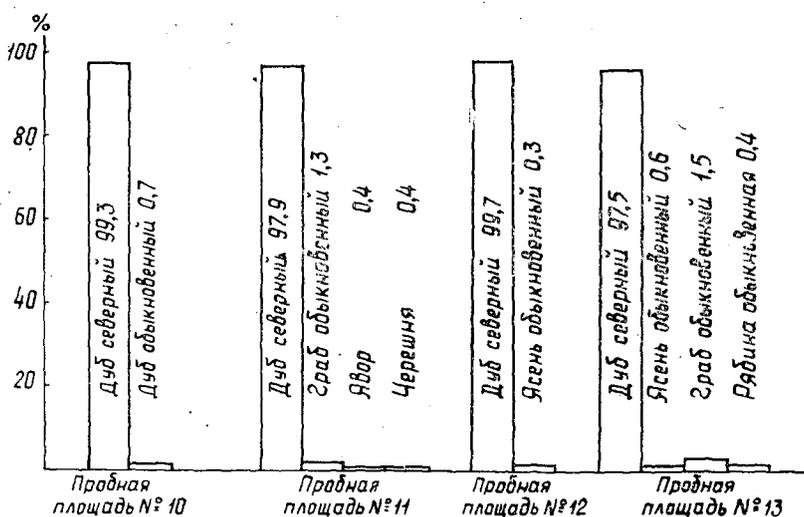


Рис. 3. Видовой состав естественного семенного возобновления.

Подрост дуба северного, обладающий высокой конкурентной способностью, настолько овладевает площадью, что вытесняет из молодого полога легко возобновляющиеся местные древесные и кустарниковые виды, а также и травянистый покров, который на большинстве пробных площадей очень беден или вообще отсутствует. Такая роль дуба северного в образовании полога естественного происхождения характеризует его как типичного эдификатора, способного без помощи человека не только входить в естественные ценозы, но и создавать их.

Наличие полога жизнеспособного естественного семенного подраста делает возможным вести хозяйство на возобновление дуба северного естественным семенным путем, сокращая затраты на его разведение.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Горшенін М. М., Шевченко С. В. Досвід реконструкції малоцінних деревостанів. Львів, Львівське обл. управління сільського господарства, вид-во книжка журналів, 1954. [2]. Савченко-Погребняк З. Ф. Горный дуб. Киев, изд-во АН УССР, 1955. [3]. Стойко С. М. Естественное возобновление дуба скального (*Quercus petraea* Liebl.) и черешчатого (*Q. robur* L.) в чистых смешанных дубравах Закарпатья.— ИВУЗ, «Лесной журнал», 1958, № 1.

Поступила 23 марта 1976 г.

УДК 634.05

МЕТОД РАСЧЕТА ГУСТОТЫ ДРЕВОСТОЯ ПО СРЕДНИМ РАССТОЯНИЯМ МЕЖДУ ДЕРЕВЬЯМИ

С. Н. СВАЛОВ

Московский лесотехнический институт

Предложен метод расчета густоты древостоя через среднее арифметическое расстояние до i -того дерева и поправочный коэффициент, зависящий от статистических показателей ряда распределения расстояний. Формула для расчета поправочного коэффициента выведена методом линеаризации.

Среди выборочных методов, применяемых в лесном хозяйстве для учета численности деревьев, выделяют площадочный метод средних расстояний между деревьями, причем последний можно рассматривать как дополнение к реласкопическим методам. Густота древостоя, вычисленная на основе метода средних расстояний, и сумма площадей сечений, найденная реласкопическим методом, дают объективную оценку среднего диаметра древостоя.

Преимущество метода средних расстояний по сравнению с площадочным состоит в том, что он свободен от условностей в выборе величины учетной единицы.

Расстояние a_i до i -того дерева для определения густоты древостоя N может быть измерено как от случайно выбранных «нулевых» деревьев, так и от случайных точек на исследуемом участке. В первом случае в формуле (1) будет стоять знак «плюс», во втором — «минус».

$$N = \frac{10\,000}{\pi \tilde{a}_i^2} \cdot \frac{2i \pm 1}{2}. \quad (1)$$

Среднее расстояние \tilde{a}_i в приведенной формуле не является средним арифметическим \bar{a}_i , а представляет собой гармоническо-квадратическую среднюю расстояний до i -того дерева. Величина $1/\tilde{a}_i^2$, представляющая собой математическое ожидание $M[1/a_i^2]$, может быть рассчитана как средняя арифметическая из n «обращенных» квадратов расстояний

$$\frac{1}{\tilde{a}_i^2} = M[1/a_i^2] = \frac{\sum_{j=1}^n 1/a_j^2}{n}, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Однако при анализе рядов распределения расстояний принято рассчитывать среднее арифметическое расстояние \bar{a}_i , а также такие статистические показатели, как коэффициент вариации c , асимметрию α и эксцесс ϵ рядов распределения расстояний. Ясно, что для расчета густоты древостоя через среднее арифметическое расстояние \bar{a}_i до i -того дерева в формулу (1) необходимо вводить поправку.

Величину этой поправки эмпирически определяли многие исследователи; найденные ими значения поправочных коэффициентов существенно варьируют [1]. Наиболее точный метод предложен Х. Хаусбургом [2], который составил таблицу поправочных коэффициентов в зависимости от значения среднего арифметического расстояния \bar{a}_3 от случайно выбранного до третьего ближайшего к нему дерева. Однако и этот метод не является абсолютно точным, так как не предусматривает различий в форме рядов распределений расстояний для древостоев разных пород, степени и характера ухода, происхождения и т. д. Естественно, что при одинаковых средних арифметических расстояниях \bar{a}_3 эти факторы будут в значительной мере влиять на расчет густоты, так как от них зависит форма рядов распределения расстояний.

Ниже предлагается новый метод расчета густоты по средним арифметическим расстояниям и статистическим показателям формы рядов распределения расстояний: коэффициенту вариации, асимметрии и эксцессу. Густоту N по предлагаемому методу рассчитывают на основе формулы (1), но уже через среднее арифметическое расстояние \bar{a}_i до i -того дерева и поправочный коэффициент K

$$N = \frac{10\,000}{\pi \bar{a}_i^2} \frac{2i \pm 1}{2} K. \quad (2)$$

Формула для расчета поправочного коэффициента K выведена методом линеаризации. Исходя из того, что функция $N = f(a_i)$ непрерывна и имеет производные, разложим ее в ряд Тейлора около точки \bar{a}_i , равной среднему арифметическому расстоянию \bar{a}_i до i -того дерева

$$N = f(a_i) = f(\bar{a}_i) + \frac{(a_i - \bar{a}_i) f'(\bar{a}_i)}{1!} + \dots + \frac{(a_i - \bar{a}_i)^k f^k(\bar{a}_i)}{k!} + \dots$$

Возьмем математические ожидания членов этого ряда. Принимая во внимание, что $M[a_i - \bar{a}_i] = 0$, для математического ожидания $M[N]$ ряда распределения густоты имеем

$$M[N] = f(\bar{a}_i) + \sum_{k=2}^{\infty} \frac{\mu_k[a_i]}{k!} \left. \frac{d^k f(a_i)}{da_i^k} \right|_{a_i = \bar{a}_i}, \quad (k = 2, 3, \dots),$$

где $\mu_k[a_i] = M[(a_i - \bar{a}_i)^k]$ — центральный момент порядка k ряда распределения расстояний.

Теперь возьмем производные порядка k рассматриваемой функции и вынесем за скобки величину $f(\bar{a}_i)$

$$M[N] = f(\bar{a}_i) \left\{ 1 + \sum_{k=2}^{\infty} \frac{(-1)^k (k+1) c^k r_k[a_i]}{100^k} \right\}, \quad k = 2, 3, \dots,$$

где c — коэффициент вариации ряда распределения расстояний; $r_k[a_i]$ — основной момент порядка k ряда распределения расстояний.

Ряд, заключенный в фигурные скобки, является точным выражением для расчета поправочного коэффициента K в формуле (2). Поскольку этот ряд является сходимым, для практических расчетов можно ограничиться двумя, тремя или четырьмя его членами.

При двух членах ряда

$$K = 1 + \frac{3c^2}{100^2}. \quad (3)$$

Для четырех членов ряда требуется расчет третьего $r_3[a_i]$ и четвертого $r_4[a_i]$ основных моментов или асимметрии α и эксцесса ϵ ряда распределения расстояний

$$\begin{aligned} K &= 1 + \frac{3c^2}{100^2} - \frac{4r_3[a_i]c^3}{100^3} + \frac{5r_4[a_i]c^4}{100^4} = \\ &= 1 + \frac{3c^2}{100^2} - \frac{4\alpha c^3}{100^3} + \frac{5(\epsilon + 3)c^4}{100^4}. \end{aligned} \quad (4)$$

Для облегчения расчета коэффициента K составлена табл. 1, входом в которую является коэффициент вариации c ряда распределения расстояний.

Таблица 1

c	$1 + \frac{3c^2}{100^2}$	$\frac{4c^3}{100^3}$	$\frac{5c^4}{100^4}$	c	$1 + \frac{3c^2}{100^2}$	$\frac{4c^3}{100^3}$	$\frac{5c^4}{100^4}$
11	1,0363	0,0053	0,0007	21	1,1323	0,0370	0,0097
12	1,0432	0,0069	0,0010	22	1,1452	0,0426	0,0117
13	1,0507	0,0088	0,0014	23	1,1587	0,0487	0,0140
14	1,0588	0,0110	0,0019	24	1,1728	0,0553	0,0166
15	1,0675	0,0135	0,0025	25	1,1875	0,0625	0,0195
16	1,0768	0,0164	0,0033	26	1,2028	0,0703	0,0228
17	1,0867	0,0197	0,0042	27	1,2187	0,0787	0,0268
18	1,0972	0,0233	0,0052	28	1,2352	0,0878	0,0307
19	1,1083	0,0274	0,0065	29	1,2523	0,0976	0,0354
20	1,1200	0,0320	0,0080	30	1,2700	0,1080	0,0405

При расчете густоты древостоя предлагаемым методом следует учитывать, что его применение в древостоях порослевого происхождения и молодняках с групповым размещением деревьев неизбежно ведет к значительным ошибкам, завышающим результат. Степень влияния «пятнистости» в размещении деревьев по площади на точность метода изменяется в зависимости от того, до какого из ближайших деревьев измеряется расстояние.

В табл. 2 приведены результаты определения густоты 90-летнего елового древостоя по формуле (2) и расхождения в процентах с его фактической густотой, равной 630 деревьям на 1 га. Статистические

Таблица 2

Ряды распределения по классам расстояний	Густота N , найденная через среднее арифметическое расстояние и поправочный коэффициент, рассчитанный по формулам		Расхождение с фактической густотой, %, для формул	
	(3)	(4)	(3)	(4)
a_1	1194	1376	89,5	118,4
a_2	932	972	47,9	54,3
a_3	702	717	11,4	13,8
a_4	652	655	3,5	4,0

показатели для расчета густоты предлагаемым методом взяты из работы [1]. Метод Х. Хаусбурга дал расхождение с фактической густотой 4,44%.

Из табл. 2 видно, что для рассмотренного примера расчет густоты предлагаемым методом оказался точнее, чем по методу Х. Хаусбурга, лишь для рядов распределения расстояний от «нулевых» до четвертых ближайших к ним деревьев. Поэтому расчет густоты предлагаемым методом рекомендуется производить через расстояния до четвертых или далее стоящих деревьев. Поправочный коэффициент K следует рассчитывать по формуле (3) как более простой и точной по сравнению с формулой (4). Более высокая точность формулы (3) объясняется все той же «пятнистостью» в размещении деревьев по площади. Однако в теоретическом отношении формула (4) имеет большую точность для древостоев с равномерным (случайным) распределением деревьев по площади.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Анучин Н. П., Свалов С. Н. Анализ точности определения густоты древостоя методом средних расстояний между деревьями.— Доклады ВАСХНИЛ, 1973, № 5. [2]. Hausburg H. Das Stammabstandsverfahren. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main, 1962.

Поступила 7 января 1975 г.

УДК 634.05

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИРОСТА ДИАМЕТРА В СПЕЛЫХ СОСНЯКАХ-ЗЕЛЕНОМОШНИКАХ

В. И. ЛЕВИН, В. И. КАЛИНИН

Архангельский лесотехнический институт

По данным повторных пересчетов в течение 25 лет на постоянных пробных площадях проанализирован прирост диаметра деревьев в спелых сосновых древостоях III класса бонитета. Выявлено варьирование прироста в зависимости от толщины деревьев и в целом для всего древостоя. Установлена корреляционная связь прироста с толщиной деревьев, диаметром и длиной кроны, с расстоянием между деревьями.

Многочисленными исследованиями установлено, что текущий прирост диаметра деревьев в древостое — величина чрезвычайно изменчивая и зависит от многих факторов. Большинство исследователей, как правило, выявляют зависимость прироста от одного из многих факторов по материалам разовых наблюдений. Наиболее достоверные данные об изменении с возрастом диаметра дерева можно получить путем длительных наблюдений на постоянных пробных площадях.

Объектом наших исследований служили две постоянные пробные площади (№ 3 и 4), заложенные в 1949 г. в Емцовском учебно-опытном лесхозе АЛТИ. Тип леса — сосняк-черничник, класс возраста — VII, класс бонитета — III, состав — 9С1Б + Лц, Е, полнота — 0,8.

На пробных площадях через каждые 5 лет, начиная с 1949 г., проводили повторные измерения диаметров стволов на высоте груди, что позволило проследить за приростом диаметра каждого дерева по пятилетиям и установить ряд закономерностей в изменчивости таксационных показателей в сосняках-зеленомошниках.

Анализ данных измерений за 25 лет показывает, что прирост диаметров одних и тех же деревьев сильно колеблется. В один год тонко-

мерные деревья дают больший прирост, чем толстомерные, в другой — меньший. В связи с этим «... ранг каждого дерева в насаждении меняется ежегодно» [1].

За 25 лет прирост диаметра разных деревьев по толщине колеблется от 4 до 72 мм.

По исследованиям В. Джурджу, В. В. Антанайтиса, О. А. Харина и др., распределение деревьев по величине прироста диаметра в чистых одновозрастных древостоях приближается к закону нормального распределения, что подтверждается и нашими данными (табл. 1).

№ пробной площади	Текущий прирост в среднем за 25 лет, мм	Распределение количества деревьев, %, по									
		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
3	31,7	3,0	4,2	5,2	5,3	5,3	5,6	7,7	10,1	8,2	
4	33,8	3,2	3,8	4,4	6,0	6,0	6,4	5,7	5,8	6,3	

Количество деревьев с приростом меньше средней величины на пробах № 3 и 4 соответственно 50 и 45%, а больше средней 50 и 55%. Максимальное количество деревьев (55—50%) сосредоточено в ступенях 0,7—1,3. Максимальный прирост в 18 раз выше минимального, вершина кривой распределения находится в ступени толщины 0,9 на пробе № 3 и 1,2 — на пробе № 4.

Исследования, проведенные рядом авторов, показывают, что изменчивость радиального прироста деревьев в древостое характеризуется коэффициентом изменчивости 30—60%.

По данным В. И. Левина [2] и наблюдениям на исследуемых пробных площадях, коэффициенты варьирования прироста диаметра в спелых сосняках составляют 40—45%. Но для отдельных ступеней толщины и для всего древостоя они существенно различны, изменяясь в зависимости от толщины деревьев от 29 до 73% (табл. 2). С увеличением толщины деревьев коэффициент варьирования прироста постепенно уменьшается, на что указывали П. В. Горский и В. С. Моисеев [1].

Таблица 2

Ступени толщины, см	Прирост диаметра по пятилетиям, мм						Коэффициент варьирования прироста
	1949—1954 гг.	1954—1959 гг.	1959—1964 гг.	1964—1969 гг.	1969—1974 гг.	за 25 лет (1949—1974 гг.)	
8	1,5	1,0	1,0	1,0	—	4,0	—
12	2,5	2,5	2,2	3,3	2,4	8,3	72,6
16	4,7	4,6	3,0	3,8	5,0	14,8	58,0
20	6,5	5,9	4,7	5,61	6,6	24,4	40,0
24	8,7	7,8	6,1	7,87	8,1	32,2	31,9
28	8,2	8,6	6,0	8,27	7,8	34,4	38,5
32	8,1	9,4	7,6	9,35	9,3	41,7	28,9
36	8,9	12,9	7,8	9,37	9,0	41,0	29,4
40	3,3	8,0	7,2	11,50	8,1	47,1	28,7
Среднее	7,2	7,3	5,5	7,26	7,6	31,7	44,7

Коэффициент изменчивости C находится в определенной связи с толщиной деревьев d , выражающейся уравнением

$$C = \frac{700}{d} + 10.$$

Коэффициент корреляции $r = -0,866 \pm 0,088$ и показатель достоверности $t = 9,85$ подтверждают высокую связь между значениями диаметров и коэффициентов вариации.

Несмотря на большое варьирование линейного прироста, среднее его значение по ступеням толщины во всех пятилетиях и в целом за 25 лет довольно тесно связано с диаметром ствола на высоте груди (табл. 2, данные для пробы № 3).

Связь линейного прироста диаметра за 25 лет z_d^{25} с диаметрами стволов на высоте груди в исследуемых сосновых древостоях выража-

Таблица 1

относительным ступеням прироста диаметра											
1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
9,1	7,8	6,7	6,2	5,3	3,2	2,7	1,8	0,7	1,0	0,6	0,4
8,5	10,6	7,1	7,1	5,6	5,0	3,6	2,6	1,0	0,7	0,6	—

ется уравнением параболы второго порядка:

на пробе № 3

$$z_d^{25} = 10,5x - 0,6x^2 - 1,64;$$

на пробе № 4

$$z_d^{25} = 15,5x - 0,7x^2 - 8,6,$$

где x — порядковый номер ступени толщины, начиная с 12 см на пробе № 3 и с 8 см на пробе № 4.

Теснота связи подтверждается значениями коэффициента корреляции. На пробе № 3 $r = 0,627 \pm 0,022$, на пробе № 4 $r = 0,738 \pm 0,020$.

В целом для древостоя средний периодический прирост диаметра во всех пятилетиях оказался одинаковым (7,2—7,6 мм), за исключением 3-го пятилетия (1959—1964 гг.), когда прирост составил 5,5 мм. Снижение прироста в этом пятилетии объясняется наличием засухливых лет (1960—1962 гг.).

Прирост диаметра за 25 лет на пробе № 3 составил в среднем 31,7, а на пробе № 4 — 33,8 мм, что составляет 11,8—13,4% среднего диаметра соснового древостоя в 1974 г. Следовательно, средний периодический прирост диаметра за этот период составил 1,26—1,35 мм в год. Средний прирост диаметра на пробах также не изменился (1,8 и 1,6 мм), оставаясь значительно выше текущего. Некоторые деревья имели средний периодический прирост 2,9 мм в год. В то же время на пробе № 3 насчитывается 89 деревьев (16,2%) с минимальным приростом диаметра, не превышающим 0,8 мм в год, а на пробе № 4 — 106 деревьев (19,6%), из них 26 деревьев за последнее пятилетие (1969—1974 гг.) совершенно не имели прироста, а у 24 прирост не превышал 0,4 мм в год. Такие деревья при перечете на пробах были отнесены к категории усыхающих.

В результате отложения линейного прироста диаметр отдельных деревьев за 25 лет увеличился на 6—7 см. Следовательно, произошло перераспределение деревьев по ступеням толщины. Некоторые из них перешли на одну, две и даже три ступени в сторону толстомерных. Например, на пробе № 4 в ступени 20 см в 1949 г. насчитывалось 158 деревьев, из них к 1974 г. 34 дерева (21,5%) остались в той же ступени, 104 (65,8%) перешли в ступень 24 см и 20 деревьев (12,7%) — в ступень 28 см.

В. И. Левиным еще в 1959 г. была подмечена закономерная связь прироста диаметра за 5 лет с поперечниками и длиной кроны. Это подтвердилось и материалами более длительных наблюдений. Связь прироста диаметра за 20 лет z_d^{20} с диаметром кроны D_k на пробных площадях [3] выражается уравнением гиперболы:

на пробе № 3

$$z_d^{20} = 41,3 - \frac{48,6}{D_k},$$

на пробе № 4

$$z_d^{20} = 44 - \frac{50,2}{D_k}.$$

Корреляция умеренная (на пробе № 3 $r=0,460\pm 0,049$, на пробе № 4 $r=0,404\pm 0,035$).

Связь прироста диаметра за 5 лет с длиной кроны $l_{кр}$ характеризуется корреляционным уравнением

$$z_d^5 = 0,53l_{кр} + 4,63.$$

Коэффициент корреляции $r = 0,402\pm 0,075$, а корреляционное отношение $\eta = 0,420\pm 0,073$ (связь умеренная).

Проанализирована зависимость линейного прироста от среднего расстояния между деревьями. Было замерено расстояние от каждого соснового дерева до ближайших 4—5 деревьев и вычислены средние расстояния. Выявилось, что текущий прирост диаметра зависит от среднего расстояния до окружающих его деревьев l , что выражается уравнением

$$z_d^{25} = 4,9l + 14.$$

Однако связь этих показателей слабая, коэффициент корреляции $r=0,282\pm 0,047$, корреляционное отношение $\eta = 0,355\pm 0,038$.

Выявленные закономерные связи прироста диаметров и величины варьирования могут быть использованы для установления необходимого числа наблюдений при определении прироста сосновых древостоев.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Горский П. В., Моисеев В. С. Изучение динамики таксационных показателей насаждений.—Сб. статей по обмену производственно-техническим опытом по лесному хозяйству и лесоустройству. Л., 1963. [2]. Левин В. И. Результаты исследования динамики сосновых насаждений Архангельской области. Архангельск, Архангельское книжное изд-во, 1959. [3]. Левин В. И., Калинин В. И. Опыт стационарного изучения продуктивности и динамики спелых сосняков-зеленомошников Севера. Техническая информация по результатам научно-исследовательских работ. Архангельск, 1972.

Поступила 28 апреля 1976 г.

УДК 634.0.11 : 674.031.33 : 634.0.443.3

ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗИ ПОРАЖЕННОСТИ ОСИННИКОВ ТРУТОВИКОМ С СОДЕРЖАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ

В. А. АЛЕКСЕЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

На основании проведенных исследований сделано заключение, что влияние азота, калия и фосфора на поражаемость осины трутовиком зависит не от уровня их содержания в дерново-подзолистых почвах, а от определенного сочетания этих элементов.

Свойства почвы сильно влияют на качество сельскохозяйственных растений [4], их устойчивость к грибным заболеваниям [8]. В отношении древесных пород этот вопрос пока слабо изучен. В частности, практически не исследовано влияние подвижных элементов почвенного питания (N, P, K) на поражаемость осины ложным осиновым трутовиком. Трудность такого изучения заключается не только в подвижном характере этих элементов, но и в продолжительности роста осины и развития гнилей, исключающих прямое экспериментирование. При решении этого вопроса необходимо учитывать также биологические особенности корневой системы осины.

Осина имеет мощную и хорошо развитую корневую систему, способную проникать на большую глубину и выходить далеко за пределы проекции кроны [6]. Протяженность корневой системы осины увеличивается при срастании корней деревьев. В связи с этим далеко выходящие корни осины оказываются в разных почвенных микроусловиях. Однако, учитывая способность корней и корневых прядей обеспечивать питание все части древесного растения [5], а также способность корневой системы регулировать поступление минеральных веществ [3], можно предположить, что для роста осины и ее устойчивости к гнили, вариабельность свойств почвы будет играть меньшую роль, чем для других древесных пород, например, хвойных.

При изучении связи пораженности осины ложным осиновым трутовиком с содержанием минеральных элементов в почве учитывали все приведенные особенности ее корневой системы и корневого питания.

Исследования выполнены в осинниках Ленинградской и Калининской областей. Объектами изучения послужили чистые или с небольшой примесью других пород осинники-кисличники, травяные и близкие к ним типы, преимущественно серокорой нормально распускающейся формы осины, I—X классов возраста, Ia—I классов бонитета.

Детальные лесоводственно-таксационные исследования проводили на пробных площадях размером от 0,05 га в молодняках I класса возраста до 0,90 га в спелых и перестойных насаждениях. Размеры пробных площадей определены исходя из минимального числа деревьев осины на пробной площади: не менее 400—500 в молодых и 200—250 в насаждениях более старшего возраста. При сплошном перече-те по ступеням толщины отдельно учитывали стволы осины с плодовыми телами. Всего заложена 41 пробная площадь, в том числе на дерново-подзолистых почвах, сформирован-

ных на карбонатных наносах.— 17 и бескарбонатных почвообразующих породах — 24. Описание почв выполнено в 35 разрезах и 64 полуразрезах глубиной от 0,8 до 1,6 м, из которых отобран и сделан общий химический анализ 248 образцов почвы. Гумус и общий азот определены по Тюрину, подвижные калий и фосфор — по Кирсанову в модификации Левницкого.

В ранее опубликованных материалах [1] показано, что зараженность осинников трутовиком связана с почвенно-грунтовыми условиями, в частности, с содержанием обменного кальция и карбонатов в почве, причем эта связь изменяется с возрастом древостоя. Достаточно четкого влияния типа леса на степень пораженности осины трутовиком не выявлено [2].

Поскольку существует мнение, что осина слабо поражается сердцевинной гнилью от трутовика на плодородных хорошо гумусированных почвах, были определены корреляционные связи между мощностью гумусового горизонта на разных почвах (включая карбонатные и бескарбонатные) и фауной осины разного возраста. Коэффициент корреляции между мощностью горизонта A_1 и числом пораженных стволов по данным 31 пробной площади оказался равным $+0,139 \pm 0,183$, то есть величиной незначительной и недостоверной. Эти расчеты показывают, что слабую поражаемость осины гнилью от трутовика нельзя связывать только с мощностью гумусового горизонта, без учета влияния других факторов. Корреляция между содержанием гумуса в горизонте A_1 , варьирующим от 1,5 до 13%, и фауной осины разного возраста по данным 22 пробных площадей выразилась коэффициентом, равным $-0,240 \pm 0,217$, то есть величиной недостоверной.

Одним из неясных вопросов является влияние азота почвы на поражаемость осины гнилью. На примере многих недревесных растений доказано, что усиленное азотное питание отрицательно влияет на иммунитет этих растений к грибной инфекции [8]. В отношении древесных пород эта связь пока не доказана, однако имеются аналогичные высказывания. Так, частую подверженность осины сердцевинной гнили на черноземах отмечал Куницкий еще в конце прошлого века. Поражение ели сердцевинной гнилью от гриба *Fomes annosus* Fr. усиливается на почвах, богатых азотом, вышедших из-под сельскохозяйственного пользования или развивающихся на базальтовых глинах [13].

Н. И. Стайченко [9] и Н. И. Федоров [10] при изучении азотного питания ложного осинового трутовика нашли, что кроме органических форм азота в чистой культуре хорошо усваивались и вызывали усиленный прирост мицелия гриба аммонийные соли фосфорной кислоты.

По данным 19 пробных площадей мы попытались выяснить взаимосвязь между содержанием общего азота, варьирующим в гумусовом горизонте A_1 различных почв (включая дерново-подзолистые бескарбонатные и развивающиеся на карбонатных наносах) в пределах от 0,11 до 0,70%, и пораженностью осины разного возраста ложным осиновым трутовиком. Коэффициент корреляции оказался равным $+0,394 \pm 0,222$, то есть связь слабо выражена и недостоверна. Однако можно отметить тенденцию к возрастанию пораженности осинников при увеличении содержания азота в гумусовом горизонте почв. Таким образом, общие соображения различных авторов сохраняют свою значимость и в отношении осины. Так, в пораженной ложным осиновым трутовиком древесине осины наблюдается увеличение аммиачного и нитратных соединений азота (но уменьшается содержание аминного азота) [11].

Таблица 1

Показатели	Факторы и их сочетания								Итого все факторы у	
	N	K	P	NK	KP	NP	NKP	Итого организованные факторы x		Случайные факторы z
Дисперсия S^2	13,01	4,31	80,27	507,68	483,82	490,34	590,13	2169,59	1165,15	3334,74
Степень влияния факторов η^2	0,004	0,002	0,024	0,152	0,145	0,147	0,177	0,651	0,349	1
Число степеней свободы ν	1	1	1	1	1	1	1	7	6	13
Девятки e^2	13,01	4,34	80,27	507,68	483,82	490,34	590,13	309,94	194,19	—
Показатель достоверности влияний F	0,06	0,02	0,41	2,61	2,49	2,52	3,03	1,60	—	—

Примечание. Стандартные отношения девятки соответственно при величине вероятности 0,999; 0,99; 0,95 равны, при числе степеней свободы 1—35,5; 13,4; 6,0; при числе степеней свободы 7—19,5; 8,3; 4,2.

Отношение углерода к азоту (C:N) в гумусовых горизонтах почв, занятых осинниками, сильно варьирует независимо от почв. Для слабopажeнных гнилю осинников на дерново-подзолистых бескарбонатных почвах отношение C:N более сужено и находится в пределах (15 ÷ 17) : 1. Однако для сильнопораженных осинников, произрастающих на карбонатных оподзоленных почвах, это отношение может быть еще меньше — (10 ÷ 14) : 1 и уже не может являться характерным признаком.

В питании растений важную роль играет калий. С его наличием также связывают обеспечение устойчивости сельскохозяйственных растений [8] и тополей [12] к грибной инфекции.

По Н. П. Ремезову и П. С. Погребняку [7], одной из причин повышения заболеваний осины сердцевинной гнилью от осинового трутовика может быть недостаточное обеспечение калием. Это может иметь место на легких песчаных и опесчаненных почвах, бедных калием и магнием. Дефицит калия названные авторы отмечали в 55-летнем осиннике, когда пораженность деревьев особенно усиливается.

Расчет корреляции был сделан по содержанию K_2O , изменяющегося в горизонте A_1 в пределах от 3,8 до 32,4 мг на 100 г почвы, и фаутиностью осины на 22 пробных площадях. Коэффициент корреляции оказался равным $-0,423 \pm 0,202$ ($t_{\text{факт}} = 2,12$; $t_{0,05} = 2,09$).

Связь же между содержанием P_2O_5 , варьирующим в этом же горизонте в пределах от 2,2 до 14,8 мг на 100 г почвы, и пораженностью осины трутовиком оказалась невыраженной: коэффициент корреляции составил $-0,044$. По исследованиям Н. И. Федорова [10], в древесине осины I и II стадий гниения содержание фосфора остается без особых изменений, и накапливаются другие элементы. Таким образом, результаты наших исследова-

ний согласуются в целом с немногочисленными данными других авторов по биологии ложного осинового трутовика.

Для оценки общего влияния азота, калия и фосфора почвы на поражаемость осины гнилью проведен дисперсионный анализ по данным 14 пробных площадей. Подобраны близкие по возрасту осинники (средний возраст — 49 лет, колебания от 43 до 54 лет), произрастающие на дерново-подзолистых почвах, сформированных как на карбонатной, так и на бескарбонатной материнской горной породе. Дисперсионный анализ выполнен по схеме трехфакторного неравномерного комплекса. Результаты дисперсионного анализа представлены в табл. 1.

В качестве организованных факторов x взято низкое и относительно высокое содержание в гумусовом горизонте почв азота (в двух градациях — менее 0,3 и более 0,3%), калия (до 12,5 и свыше 12,5 мг на 100 г почвы) и фосфора (менее 4,9 и более 4,9 мг на 100 г абс. сухой почвы). За результативный признак y принята фаутность осины — процент стволов с плодовыми телами трутовика в насаждениях осины.

Из данных таблицы следует, что степень влияния на фаутность осины каждого из указанных факторов и их сочетаний оказалась очень слабой ($\eta_N^2 = 0,4\%$; $\eta_K^2 = 0,2\%$; $\eta_P^2 = 2,4\%$; $\eta_{NK}^2 = 15,2\%$ и т. д.). Однако их совместное влияние довольно высоко — 65,1%. Это связано с тем, что действие каждого из изученных факторов чрезвычайно сильно зависит от градаций другого. Последнее приводит к слабому влиянию каждого из них порознь и сильному влиянию при их совместном воздействии на объект. Тем не менее влияние факторов на фаутность осины оказалось недостоверным (значительно меньше стандартного отношения девиат), что, вероятно, связано с незначительным числом наблюдений. Поэтому вывод о сильном влиянии организованных факторов еще нельзя перенести на генеральную совокупность. Необходимы дополнительные исследования.

На основании проведенных исследований можно сделать заключение, что влияние азота, калия и фосфора на поражаемость осины трутовиком зависит не от уровня их содержания в дерново-подзолистых почвах в отдельности, а от определенного сочетания этих элементов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алексеев В. А. Влияние почвенно-грунтовых условий на зараженность осинников ложным осиновым трутовиком.— В сб.: Лесоводство, лесные культуры и почвоведение, вып. IV. Л., ЛТА, 1975. [2]. Алексеев В. А. Связь поражаемости осинников сердцевинной гнилью с типами леса.— В сб.: Лесное хозяйство, лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность, вып. III. Л., ЛТА, 1975. [3]. Вахмистров Д. В. Распределительная функция корневой системы растений.— «Агрохимия», 1966, № 2. [4]. Влияние свойств почв и удобрений на качество растений. М., изд-во МГУ, 1972. [5]. Рахтеенко И. Н. Роль отдельных частей корневой системы в питании растений.— ДАН БССР, т. 3, № 11, 1959. [6]. Рахтеенко И. Н. Рост и взаимоотношение корневых систем древесных пород. Минск, АН БССР, 1963. [7]. Ремезов Н. П., Погрёбняк П. С. Лесное почвоведение. М., «Лесная промышленность», 1967. [8]. Рубин Б. А., Арциховская Е. В. Биохимия и физиология иммунитета растений. Изд. 2-е. М., «Высшая школа», 1968. [9]. Стайченко Н. И. Потребность ложного осинового трутовика в источниках углеродного и азотного питания.— В сб.: Лесоведение и лесное хозяйство, вып. I. Минск, 1969. [10]. Федоров Н. И. Биология *Fomitopsis annosa* (Fr.) Karst. и *Phellinus tremulae* Bond. et Boriss. и патологическая физиология сосны обыкновенной и осины. Автореф. докт. дис. Минск, 1970. [11]. Федоров Н. И., Раптунович Е. С. Содержание азотистых соединений у здоровых и пораженных сердцевинной гнилью деревьев осины.— В сб.: Лесоведение и лесное хозяйство, вып. 5. Минск, 1972. [12]. Baule H. Zusammenhänge zwischen Nährstoffgehalten Krankheiten bei Forstpflanzen.— «Allg.

Forstz.», 1968, № 49. [13]. Laatsch W., Alcubilla M., Wenzel G., Aufsess H. Beziehungen zwischen dem Standort und der Kernfäule—Disposition der Fichte (*Picea abies* Karst.).—Forstwiss. cbl., 1968, Jg. 87, H. 4.

Поступила 19 апреля 1976 г.

УДК 634.0.232.31

ОБ ИЗМЕНЕНИИ КАЧЕСТВА СЕМЯН ЕЛИ В СВЯЗИ СО СРОКАМИ ЗАГОТОВКИ И ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ШИРОТОЙ

Н. П. МУРМАНСКАЯ, П. И. ВОЙЧАЛЬ

Архангельский лесотехнический институт

Изложены результаты опыта по изучению веса и посевных качеств семян ели обыкновенной в зависимости от сроков заготовки шишек в различных районах Архангельской области. Отмечено увеличение веса и улучшение посевных качеств семян поздней заготовки по сравнению с ранней и в южных районах по сравнению с северными.

Вопрос о влиянии географического положения района и времени заготовки шишек на качество семян интересовал многих исследователей. По опубликованным сведениям [1—6], относящимся в основном к сосне, вес семян снижается, а посевные качества ухудшаются в направлении с юга на север.

Мы попытались проследить за изменением веса и посевных качеств семян ели обыкновенной в зависимости от сроков заготовки шишек в различных районах Архангельской области.

Для сбора шишек были подобраны участки ельников черничных свежих возраста 100—110 лет в пяти лесхозах: Архангельском (64° с. ш.), Березниковском и Плесецком (62° с. ш.), Коношском и Котласском (61° с. ш.).

Шишки собирали в 1971 г. в четыре срока (через 15 дней—с 1 октября по 15 ноября) и высушивали в термостате при 40—45°C. Семена извлекали и обескряливали вручную.

Вес 1000 семян в каждом из 20 вариантов определяли в соответствии с ГОСТом 13056.4—67. Для характеристики посевных качеств семена проращивали в лабораторных условиях согласно ГОСТу 13056.6—68. Полученные данные приведены в табл. 1 (к категории пустых отнесены семена без зародыша и с явно недоразвитым зародышем). Кроме того, результаты опыта подвергнуты однофакторному дисперсионному анализу.

Из табл. 1 видно, что вес 1000 семян, техническая всхожесть, абсолютная всхожесть и энергия прорастания возрастают от ранних сроков заготовки шишек к более поздним и с севера на юг (вместе с повышением средних летних температур), количество же пустых семян, наоборот, понижается к более поздним срокам и с севера на юг. Дисперсионный анализ показал, что вероятность этих выводов во всех случаях выше 0,95. Степень влияния изученных факторов на техническую всхожесть и энергию прорастания колеблется от 75 до 97%.

Отмечено, что показатели посевных качеств семян в зависимости от срока заготовки шишек в разных лесхозах изменяются не одинаково. Так, в первый срок наблюдений (1 октября) оказались стандартными (III класс) семена только из Коношского и Котласского лесхозов. К 1 ноября качество семян в Котласском лесхозе соответствовало уже I классу, а в Коношском, Плесецком и Березниковском — II классу сортности. В Архангельском же лесхозе семена оказались стандартными (III класс сортности) лишь к 15 ноября. Это еще раз свидетельствует

Таблица 1

Лесхоз	Средняя температура за май-сентябрь, °С	Балл урожайности по Капперу	Показатели качества семян	Показатели качества семян по срокам их заготовки			
				1.X	15.X	1.XI	15.XI
Котласский	11,1	2	Техническая всхожесть, %	61,0	74,3	85,3	92,0
			Абсолютная всхожесть, %	71,7	83,9	90,9	96,8
			Энергия прорастания, %	35,6	55,3	68,0	77,6
			Пустые семена, %	15,0	11,6	6,3	5,0
			Вес 1000 семян, г	4,8	5,0	5,5	5,8
Коношский	10,6	2	Техническая всхожесть, %	60,3	70,6	79,2	90,0
			Абсолютная всхожесть, %	73,3	82,7	85,1	94,4
			Энергия прорастания, %	29,3	54,3	56,6	75,0
			Пустые семена, %	17,0	14,3	6,3	5,0
			Вес 1000 семян, г	4,8	4,9	5,2	5,6
Березниковский	10,4	2	Техническая всхожесть, %	59,0	74,6	82,4	89,0
			Абсолютная всхожесть, %	74,8	85,0	89,3	95,0
			Энергия прорастания, %	40,3	53,6	67,3	73,3
			Пустые семена, %	21,0	10,0	8,0	6,3
			Вес 1000 семян, г	4,6	4,8	5,4	5,7
Плесецкий	10,0	1	Техническая всхожесть, %	57,0	63,5	77,0	83,2
			Абсолютная всхожесть, %	71,0	79,8	84,0	90,5
			Энергия прорастания, %	34,0	42,0	54,3	67,0
			Пустые семена, %	21,0	20,6	7,6	8,0
			Вес 1000 семян, г	4,5	4,6	5,0	5,5
Архангельский	9,4	1	Техническая всхожесть, %	48,0	45,0	58,3	68,0
			Абсолютная всхожесть, %	67,0	61,6	74,6	79,8
			Энергия прорастания, %	21,3	24,6	34,3	45,6
			Пустые семена, %	28,3	29,3	22,0	15,0
			Вес 1000 семян, г	4,1	4,0	4,4	4,7

об улучшении посевных качеств семян с уменьшением географической широты места сбора шишек.

Результаты наших наблюдений показывают, что сроки заготовки семян в лесхозах должны быть различными и тесно увязанными со временем созревания.

Если в Котласском лесхозе к сбору шишек можно приступать в конце октября, а в Коношском — в начале ноября, то в Плесецком и Березниковском не ранее середины ноября. В связи с поздним созреванием и довольно низким качеством семян ели в Архангельском лесхозе возникает вопрос, целесообразно ли вообще при слабом урожае заготавливать шишки в северных лесхозах области.

Как правило, в средней и южной частях области урожай выше, чем в северных районах, а семена значительно лучшего качества (табл. 1). При надлежащей организации семезаготовок лесхозы, расположенные в южных районах области, смогут обеспечить всю область высококачественными семенами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Волков А. Д., Зябченко С. С. О вызревании семян сосны в условиях Севера.—Сб. научно-исследовательских работ ЛенНИИЛХа по лесному хозяйству, вып. 10. М., «Лесная промышленность», 1966. [2]. Заборовский Е. П. Созревание семян сосны и ели и сроки сбора шишек на северо-западе таежной зоны европейской части РСФСР.—Сб. научно-технической информации ЛенНИИЛХа, вып. 11, Л., 1961. [3]. Молчанов А. А. География плодоношения главных пород деревьев в СССР. М., «Наука», 1967. [4]. Пастухов П. Н. Плодоношение сосны и ели в лесхозах Архангельской области.—В сб.: Вопросы таежного лесоводства на Европейском

Севере. М., «Наука», 1967. [5]. Пугач Е. А., Ворончихин Л. И. Анализ физических и посевных качеств семян сосны заготовки 1960—1970 гг. в Кировской области.—Тезисы докладов к межобластному совещанию-семинару: Пути совершенствования лесосеменного дела в лесхозах лесной зоны. Киров, 1971. [6]. Соколов А. И. О свойствах лесных семян.—«Лесной журнал», 1908, вып. 6.

Поступила 15 марта 1976 г.

УДК 576.8

СПОСОБНОСТЬ К ОРГАНОГЕНЕЗУ В КУЛЬТУРЕ *in vitro* ЛИСТОВЫХ ТКАНЕЙ ЛИСТВЕННИЦЫ ДАУРСКОЙ (*Larix dahurica* Turcz.)

Т. С. МОМОТ

Ленинградская лесотехническая академия

Исходным материалом для получения изолированной культуры тканей лиственницы были эксплантаты различных частей стерильных проростков (корень, гипокотиль, хвоя), выращиваемые на твердой питательной среде Мурасиге и Скуга. Обнаружена способность первичных листовых тканей лиственницы даурской к корнеобразованию, а также к побегообразованию.

Одна из важнейших проблем лесоводства — вегетативное размножение хвойных пород, которое может быть осуществлено путем создания так называемых семенных плантаций, а также посредством черенкования. Однако хвойные как в естественных условиях (*in vivo*), так и в культуре тканей (*in vitro*) обладают весьма пониженной способностью к регенерации и, следовательно, к органогенезу. Поэтому в литературе так мало данных о способности хвойных к морфогенезу в культуре тканей. И тем не менее именно проблема черенкования и встречающиеся при вегетативном размножении затруднения и послужили, вероятно, стимулом для проведения ряда исследований по способности хвойных к органогенезу в культуре *in vitro*. Все эти работы представлены в обзоре Уинтона [2] в основном как «личные сообщения», поскольку большая часть их еще находится в печати. Появление обзора Уинтона — весьма обнадеживающий факт для исследователей, работающих в этом направлении.

Цель нашей работы — изучение способности к органогенезу в культуре *in vitro* каллусных тканей лиственницы даурской.

Исходным материалом для получения корневых, листовых и гипокотильных каллусов лиственницы были различные части трехнедельных стерильных проростков. От корней, гипокотилей и хвои проростков отрезали кончики длиной 10—15 мм и помещали в колбы с твердой питательной средой (по 40 мл в каждой). Для получения и выращивания изолированных каллусных тканей использовали твердую питательную среду Мурасиге и Скуга [1] со следующими добавками: кинетин — 1,5 мг/л; 2,4Д — 1 мг/л; пантотенат кальция — 5 мг/л; мезоинозит — 100 мг/л; тиамин — 0,05 мг/л; пиридоксин — 0,1 мг/л; никотиновая кислота — 0,5 мг/л; сахароза (4%) — 40000 мг/л; агар-агар — 0,8%.

Железо добавляли в форме хелата. Питательные среды стерилизовали в автоклавах при 1 атм в течение 20 мин.

Каллусные ткани выращивали в термостате при 23—24°C в темноте и при 19—20°C на свету (освещение люминесцентными лампами; интенсивность 2140 лк; 8 ч в день). Наблюдения за ростом каллусных тканей проводили еженедельно.

Каллусообразование изолированных листовых, гипокотильных и корневых тканей лиственницы начиналось через 2—2,5 недели после помещения эксплантатов проростков на твердую питательную среду.

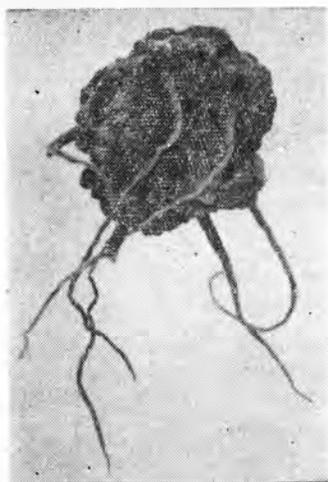


Рис. 1. Образование корней листовым каллусом лиственницы даурской после 1,5 месяцев роста.

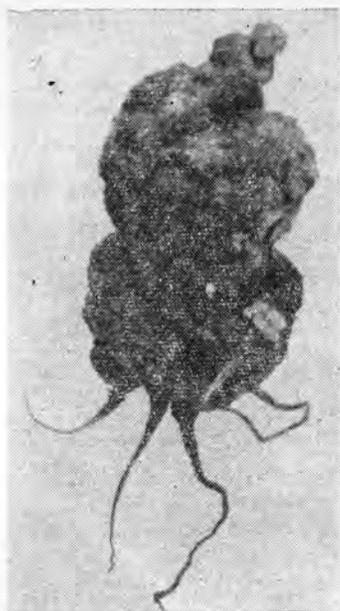


Рис. 2. Образование корней листовым каллусом лиственницы даурской после 2 месяцев роста.

Наиболее интенсивным оно было у листовых эксплантатов, менее интенсивным — у корневых. Через 1,5—2 месяца сформированные листовые, гипокотильные и корневые каллусы, выращиваемые на свету и в темноте, имели плотную, мелкозернистую структуру, но по цвету заметно различались.

Все три вида каллусных тканей, росшие в темноте, были обычно желтоватого цвета с белым налетом. Эти же ткани, выращиваемые на свету, имели интенсивный зеленый цвет, часто с белым налетом. Следовательно, каллусные ткани лиственницы, независимо от происхождения эксплантатов (корень, гипокотиль, лист) при выращивании на свету способны образовывать хлорофилл.

Способностью же к органогенезу обладали лишь первичные листовые каллусы.

Через 2—3 недели после каллусообразования, иногда параллельно с ним, у листовых тканей, выращиваемых как в темноте, так и на свету, наблюдалось образование корней, которое через 1,5—2 месяца роста тканей было довольно обильным (рис. 1, 2).

Корневые и гипокотильные ткани лиственницы способностью к органогенезу не обладали.

Исследуя сравнительную способность к органогенезу в культуре тканей различных частей проростка *Larix dahurica*, можно констатировать, что эксплантаты хвои способны формировать как каллус, так и корни (в 88% случаев), а эксплантаты корневые и из зоны гипокотилия образуют только каллус.

Выращивая эксплантаты хвои на средах с несколько измененным составом среды, мы наблюдали также и образование побегов. Это дает уверенность, что изменяя определенным образом состав питательной

среды, а также условия выращивания тканей, можно получить индуцированный морфогенез хвойных в культуре *in vitro*. Работы в этом направлении продолжаются.

ЛИТЕРАТУРА

III. Murashige T., Skoog F. A. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures.— *Physiol. plantarum*, 1962, v. 15. [2]. Winton L., Second addendum to the bibliography of tree callus cultures. — *Genetics and Physiology notes*, 1974.

Поступила 1 октября 1975 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 634.0.36

**ВАЛОЧНО-ПАКЕТИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО
ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ ДЕРЕВА***Ю. П. ЕФИМОВ, В. Н. МЕНЬШИКОВ*

Ленинградская лесотехническая академия

Приводится описание коромысло-шатунного механизма, применяемого в качестве валочно-пакетирующего устройства лесозаготовительной машины. Особенность устройства заключается в том, что энергия дерева используется для переноса и безударной укладки дерева в приемное устройство машины.

Одним из перспективных типов высокопроизводительных валочно-пакетирующих машин являются машины, работающие по схеме «дерево — машина». Дерево после срезания падает непосредственно в пакетирующее устройство машины. В результате существенно сокращается производственный цикл и возрастает производительность машины.

Известны три способа укладки дерева непосредственно в пакетирующее устройство: свободное падение дерева на машину; принудительная укладка специальными устройствами с использованием энергии двигателя; свободное падение дерева на наклонную приемную балку и далее в пакетирующее устройство.

При первом способе продолжительность цикла и энергетические затраты минимальны. К недостаткам относятся неблагоприятные условия работы оператора и машины из-за удара дерева о машину и сложность формирования пачки, так как выступающие впереди машины комли поваленных деревьев затрудняют валку последующих деревьев.

При втором способе эти недостатки устранены. Однако принудительный перенос и укладка дерева требуют много энергии, технологическое оборудование получается тяжелым и сложным. Работами ЛТА установлено, что в приводном механизме требуется усилие, достигающее 4—6-кратного значения веса дерева.

При третьем способе частично устраняются недостатки двух предыдущих (остается, например, хотя и менее сильный, удар дерева). Однако конструктивная схема машины, работающей по такому способу, не совсем совершенна. Срезающее устройство находится сбоку и позади машины. Это неудобно и для оператора, и в технологическом отношении.

В настоящей работе рассматривается задача применения коромысло-шатунного механизма в качестве валочно-пакетирующего устройства, которое осуществляет безударную направленную валку дерева в пакетирующее устройство.

На рис. 1, а представлена схема устройства, состоящего из коромысла 1, шарнирно соединенного одним концом с рамой машины 2, другим — с точкой захвата А. Такое соединение звеньев позволяет дереву после срезания свободно падать, совершая вращательное дви-

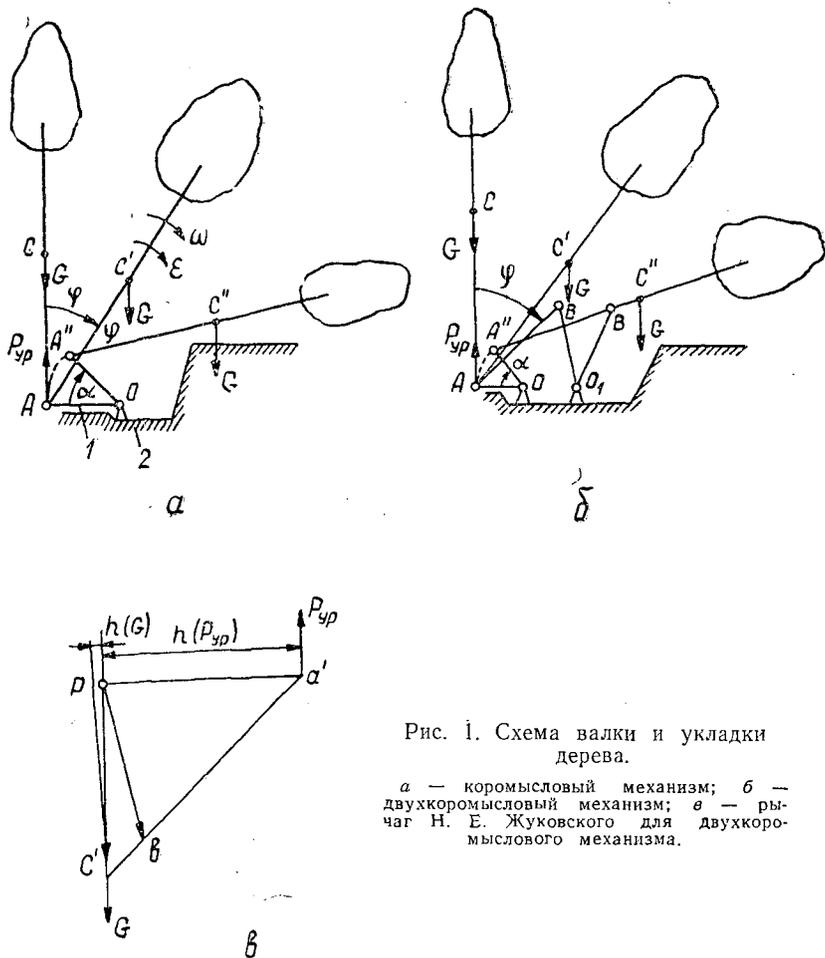


Рис. 1. Схема валки и укладки дерева.

a — коромысловый механизм; *б* — двухкоромысловый механизм; *в* — рычаг Н. Е. Жуковского для двухкоромыслового механизма.

жение вокруг точки захвата *A*, а точке захвата при определенном соотношении усилий совершать движение по круговой траектории.

Определим изменение уравновешивающей силы, приложенной к коромыслу в точке захвата *A*, при свободном падении дерева. Уравновешивающая сила определится соотношением составляющей силы веса дерева, направленной вдоль дерева, и центробежной силы инерции, возникающей при вращении дерева относительно точки захвата

$$P_{yp} = \left(G \cos \varphi - \omega^2 h_c \frac{G}{g} \right) \cos \varphi. \quad (1)$$

Для определения угловой скорости ω составим уравнение движения дерева под действием собственного веса

$$\frac{d\omega}{dt} I = M_\varphi, \quad (2)$$

где $M_\varphi = h_c G \sin \varphi$ — вращающий момент от веса дерева;

I — момент инерции массы дерева относительно точки *A*;

h_c — расположение центра тяжести дерева (0,3—0,4*h*);

h — высота дерева, м;

G — вес дерева, кгс;
 g — ускорение силы тяжести (9,81 м/с²).

Таким образом,

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{Gh_c}{I} \sin \varphi. \quad (3)$$

Интегрируя дифференциальное уравнение (3) и используя начальные условия $\omega = 0$ и $\varphi = 0$, получим

$$\omega = \sqrt{\frac{2Gh_c}{I} (1 - \cos \varphi)}. \quad (4)$$

Подставляя выражение (4) в уравнение (1), получим

$$P_{ур} = G(2,6 \cos^2 \varphi - 1,6 \cos \varphi). \quad (5)$$

Результаты вычислений по формуле (5) в диапазоне изменения угла $\varphi = 0 \div 75^\circ$ представлены в табл. 1.

Таблица 1

$\varphi, ^\circ$	0	15	30	45	60	75
$P_{ур}/G$	1	0,89	0,58	0,16	-0,15	-0,24

Значение уравнивающей силы $P_{ур}$, то есть силы, которую необходимо развить двигателю, чтобы оторвать коромысло от рамы машины и принудить точку захвата A двигаться по круговой траектории, не превышает веса дерева и быстро уменьшается по мере возрастания угловой скорости вращения дерева при его свободном падении. В диапазоне изменения угла $\varphi = 45 \div 60^\circ$ уравнивающая сила приобретает отрицательное значение, что указывает на возможность осевого перемещения дерева только за счет его собственной энергии.

Вращающий момент, способный осуществить осевое перемещение дерева при движении точки захвата по круговой траектории, может быть получен за счет веса дерева с помощью механизма, показанного на рис. 1, б. Как и в устройстве, представленном на рис. 1, а, дерево свободно вращается относительно точки захвата A . Однако когда его центр тяжести оказывается за вертикальной осью, проходящей через шарнир O , дерево встречает опору — шатун AB . Силы тяжести создают момент относительно шарнира O , который будет вращать коромысло вместе с деревом до его укладки на машину.

Условие появления вращающего момента, способного осуществить осевое перемещение дерева, выведем с помощью «жесткого рычага» Н. Е. Жуковского.

На рис. 1, в представлен повернутый на 90° план скоростей коромысло-шатунного механизма. Из соотношения моментов от сил $P_{ур}$ и G относительно полюса плана скоростей видно, что вращающий момент от веса дерева возникает, если центр тяжести дерева находится за вертикальной осью, проходящей через шарнир O_1 , соединяющий коромысло BO_1 с рамой машины. Уравнивающая сила в этом случае должна иметь отрицательное значение

$$P_{ур} = - \frac{Gh(G)}{h(P_{ур})}. \quad (6)$$

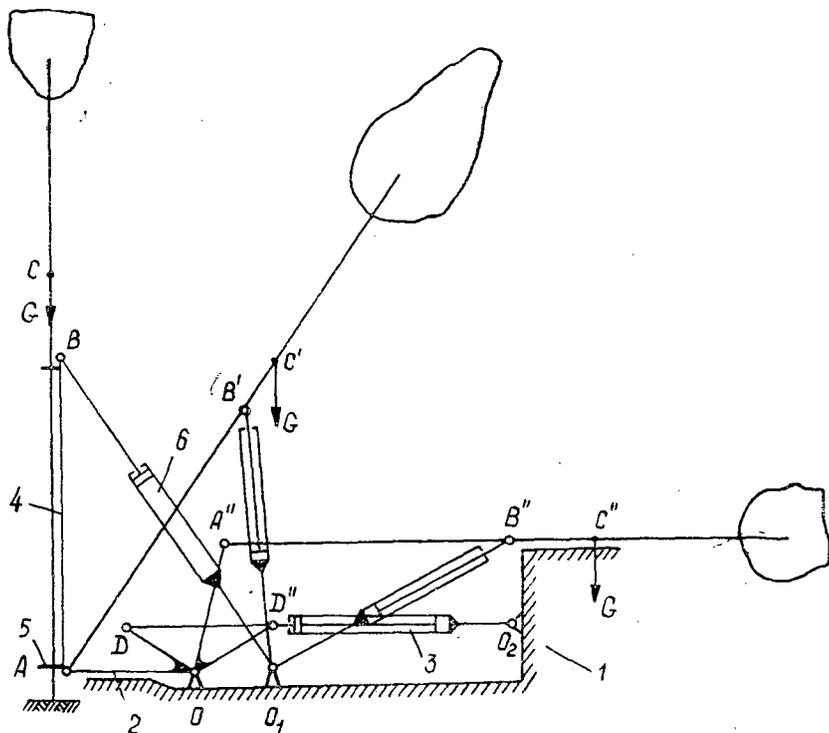


Рис. 2. Кинематическая схема валочно-пакетирующего устройства.

Осевое перемещение точки захвата A с помощью такого устройства может составлять величину, равную или даже большую длины коромысла AO .

Практическое воплощение рассмотренной схемы может иметь вид, показанный на рис. 2. Устройство монтируется на раме 1 самоходного шасси и состоит из двуплечего коромысла 2, гидроцилиндра 3, шатуна 4 (стойка) с захватом 5 и гидроцилиндра 6. Гидроцилиндры 3 и 6 выполняют роль коромысел BO_1 и AO (рис. 1, б). Кроме того, гидроцилиндр 6 создает опрокидывающее усилие после срезания дерева до появления вращательного момента от веса дерева. Дальнейшее вращательное движение дерева управляется дросселированием рабочей жидкости при истечении ее из гидроцилиндра 6, который в это время работает в режиме торможения. После того как центр тяжести дерева при его вращении относительно шарнира A вместе с шатуном 4 окажется правее вертикальной оси, проходящей через шарнир O_1 , шток гидроцилиндра 6 пройдет свой полный ход, а вращающий момент от веса дерева приведет в движение коромысло 2. Дерево при этом вместе с шатуном 4 будет совершать плоско-параллельное движение, а гидроцилиндр 3 работать в режиме торможения. После укладки срезанного дерева в приемное устройство машины шатун 4 с захватами 5 с помощью гидроцилиндров 3 и 6 занимает исходное положение для захвата следующего дерева. Равномерное распределение деревьев в приемном устройстве может быть обеспечено использованием

известных устройств (например, наклонных балок) или соответствующим поворотом захватов перед разжимом.

В данной схеме валочно-пакетирующего устройства практически исключаются недостатки перечисленных выше способов укладки деревьев на машину. Устройство может быть использовано как в машинах флангового типа, так и фронтального, работающих в циклическом или непрерывном режиме.

Поступила 14 мая 1976 г.

УДК 634.0.377.44.073

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА Т-157 С ПОМОЩЬЮ ЭЦВМ

А. В. ЖУКОВ, И. Ш. ЧЕРНЯВСКИЙ, П. Ф. РУДНИЦКИЙ

Белорусский технологический институт
Харьковский тракторный завод

Разработана расчетная модель трелевочного колесного трактора, на основе которой с помощью ЭЦВМ проанализирована вертикальная динамика трактора Т-157 и даны рекомендации по улучшению его конструкции.

В настоящее время на лесозаготовках все большее применение находят колесные трелевочные тракторы. Расчетная модель колебаний колесного трактора разработана достаточно глубоко. Хорошо известны исследования плавности его хода ([1], [4], [5] и др.).

В отличие от тракторов общего назначения и сельскохозяйственных лесной трелевочный трактор имеет свои особенности, к которым в первую очередь необходимо отнести особое соединение пачки деревьев с корпусом машины.

Для колесных трелевочных тракторов характерна повышенная по сравнению с гусеничными скорость движения, поэтому вопрос о плавности хода и вертикальной динамике таких машин приобретает первостепенное значение.

Вертикальную динамику трактора Т-157 исследовали на основе разработанной нами общей расчетной модели (рис. 1). Рассматривали колебания системы в продольной вертикальной плоскости. Подрессоренная масса тягача M_1 имеет вертикальные и продольно-угловые перемещения z_1 и Θ_1 . В общем случае учитывают неподрессоренные m_1 и m_2 массы, упругие и демпфирующие в отличие от характеристик рессор и шин [2], [4], а также упругую деформацию элементов трансмиссии и шин, приведенные к точкам контакта колес с дорогой. Масса пачки хлыстов приведена к трем дискретным массам M_2 , M_3 , M_4 (массы M_3 и M_4 имеют вертикальные перемещения z_3 и z_4) в соответствии с распространенной методикой [7]. Кроме гибкости пачки, учитывали также вертикальную и продольную упругость крон деревьев.

Упругие характеристики и характеристики трения системы в общем случае задавались нелинейными.

Общая расчетная модель, как и модель Ю. Л. Волошина [5], учитывает силы сухого трения и отрыв колес от дороги при движении по случайному дорожному профилю пути. Как видно из рис. 1, система имеет семь степеней свободы, которые описываются обобщенными координатами z_1 , Θ_1 , ξ_1 , ξ_2 , z_3 , z_4 , x_1 , где ξ_1 и ξ_2 — вертикальные пере-

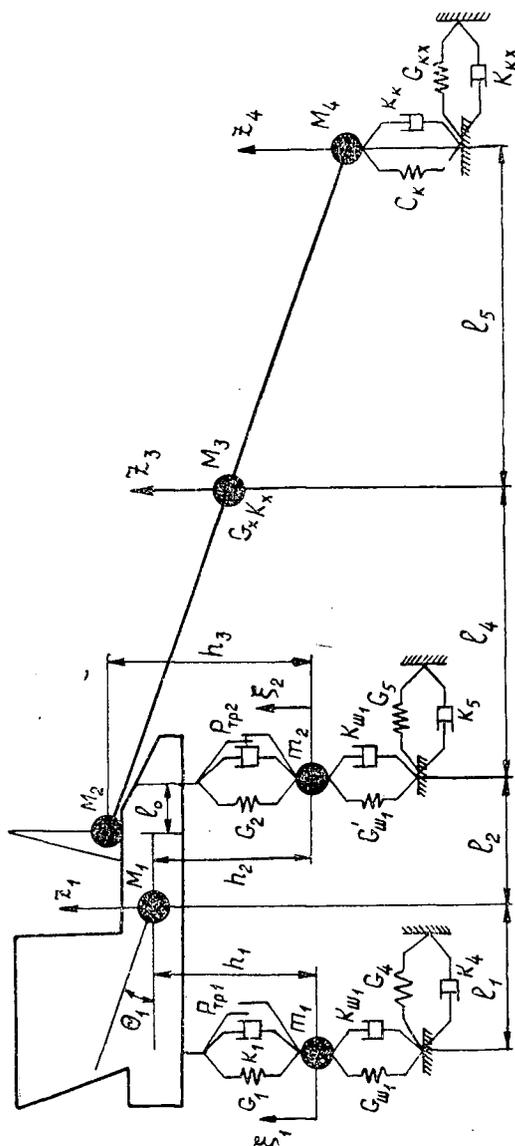


Рис. 1. Колебательная система, эквивалентная трелевочному трактору с пачкой хлыстов.

мещения неподдресоренных масс трактора; x_1 — продольное перемещение системы.

Для трактора Т-157, из-за отсутствия рессорной подвески ($\xi_1 = z_1 + l_1 \theta_1$, $\xi_2 = z_1 - l_2 \theta_1$), система имеет на две степени свободы меньше. Уравнения колебаний системы в продольной вертикальной плоскости могут быть записаны таким образом:

$$M_1 \ddot{z}_1 - (F_{k_{ш1}} + F_{ш1}) - (F_{k_{ш2}} + F_{ш2}) + \frac{l_5}{l_4 + l_5} (F_{k_x} + F_{c_x}) = 0; \quad (1)$$

$$I_1 \ddot{\theta}_1 - M_2 l_2 [\ddot{z}_1 - (l_2 + l_6) \ddot{\theta}_1] - l_1 (F_{k_{ш1}} + F_{ш1}) + \\ + l_2 (F_{k_{ш2}} + F_{ш2}) - l_2 \frac{l_5}{l_4 + l_5} (F_{k_x} + F_{c_x}) + h_1 (F_{c_{т1}} + F_{c_{x1}} + \\ + F_{k_{т1}} + F_{k_{x1}}) + h_2 (F_{c_{т2}} + F_{c_{x2}} + F_{k_{т2}} + F_{k_{x2}}) = 0; \quad (2)$$

$$M_3 \ddot{z}_3 - (F_{cx} + F_{kx}) = 0; \quad (3)$$

$$M_4 \ddot{z}_4 - (F_k + F_{kk}) + \frac{l_4}{l_4 + l_5} (F_{kx} + F_{cx}) = 0; \quad (4)$$

$$(M_1 + M_2 + M_3 + M_4) \ddot{x}_1 + (F_{ct_1} + F_{cx_1} + F_{kt_1} + F_{kx_1}) + (F_{ct_2} + F_{cx_2} + F_{kt_2} + F_{kx_2}) + (F_{ct_4} + F_{cx_4} + F_{kt_4} + F_{kx_4}) = 0, \quad (5)$$

где $F_{ш_1}, F_{ш_2}, F_{кш_1}$ и $F_{кш_2}$ — упругие и демпфирующие характеристики шин передней и задней осей трактора;

F_{cx} и F_{kx} — упругая и демпфирующая характеристика пачки при изгибе;

F_k и F_{kk} — упругая и демпфирующая характеристика сопротивления крон деревьев пачки в вертикальном направлении;

$F_{ct_1}, F_{ct_2}, F_{kt_1}, F_{kt_2}, F_{ct_4}, F_{kt_4}$ — продольные упругие характеристики и характеристики продольной амортизации трансмиссии и шин передней и задней осей, а также крон деревьев пачки (F_{ct_i}, F_{kt_i}), приведенные к точкам контакта шин и общей кроны пачки с землей.

Силы $F_{cx_1}, F_{cx_2}, F_{kx_1}, F_{kx_2}$ равны

$$F_{cx_i} = (fF_{ш_i} + F_{x_i}^c); \quad F_{kx_i} = (fF_{кш_i} + F_{x_i}^c),$$

где

$$F_{x_i}^c = (P_{ct_i} + F_{ш_i}) \frac{\dot{q}_i}{v + \dot{x}_1}; \quad F_{kx_i}^c = F_{ш_i} \frac{\dot{q}_i}{v + \dot{x}_1},$$

здесь v — скорость движения трактора;

q_i — вертикальные перемещения точек контакта ($i=1, 2$) колес соответствующих осей с поверхностью земли от микронеровностей;

P_{ct_i} — статические нагрузки на оси трактора.

Силы F_{cx_i}, F_{kx_i} аналогичны и возникают в точке контакта пачки с землей.

Характеристики упругих и демпфирующих элементов, принятые по данным лабораторных работ, проведенных на ХТЗ, моделировали согласно [5]. Расчеты производили на ЭЦВМ «М-220», шаг счета принимали 0,05 с. На печать выдавали средние квадратические и максимальные значения перемещений и ускорений обобщенных координат, количество отрывов колес от дороги и путь, проходимый в отрыве.

Движение системы с полной нагрузкой моделировали на пасечном ($\sigma_n = 2,99$ см) и магистральном ($\sigma_n = 3,35$ см) волоках, а также типичной по ровности лесной дороге ($\sigma_n = 2,41$ см).

При расчетах широко варьировала скорость движения, весовые и размерные величины (системы), а также параметры подвески.

Как показали исследования, колебания в вертикальной плоскости трактора Т-157 зависят от скорости движения и степени ровности проезжей части дорог или волоков. Так, зависимости, приведенные на рис. 2, показывают, что при увеличении скорости движения как σ_{z_1} , так и σ_{x_1} в целом возрастают. Менее нагружена система при движении по лесной дороге, так как ее поверхность более ровная, чем поверхность волока. Несколько больше значения вертикальных и гори-

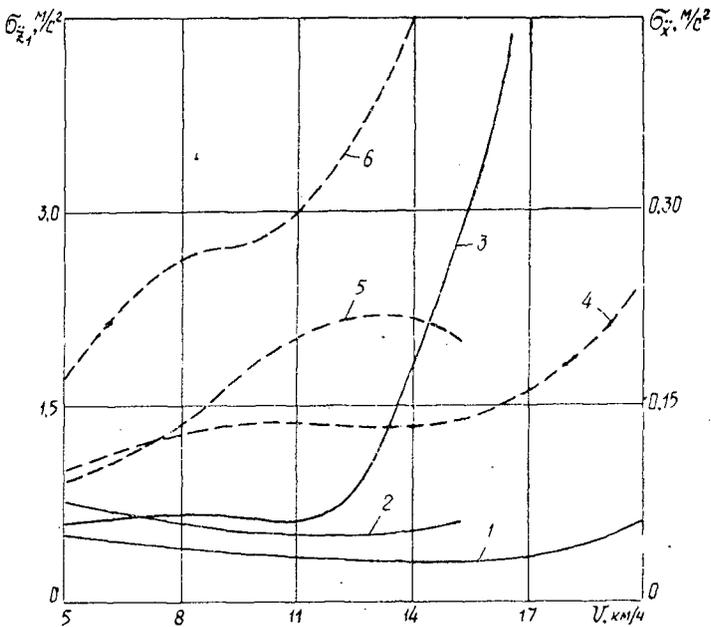


Рис. 2. Зависимость значений средних квадратических величин вертикальных ускорений (сплошные линии) и горизонтально-продольных ускорений (штриховые) тягача от скорости движения.

1, 4 — лесная дорога; 2, 5 — пасечный волок; 3, 6 — магистральный волок.

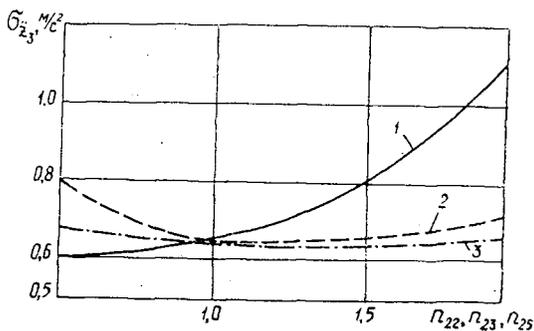


Рис. 3. Зависимость вертикальных средних квадратических ускорений центра тяжести пачки деревьев от коэффициентов n_{22} , n_{23} , n_{24} при движении трактора со скоростью 15 км/ч по ровному участку лесной дороги.

$$1 - \sigma_{z_3}^2 = f(n_{22}); \quad 2 - \sigma_{z_3}^2 = f(n_{23}); \quad 3 - \sigma_{z_3}^2 = f(n_{24}).$$

горизонтально-продольных ускорений на пасечном волоке, максимальные — на магистральном. Причем наиболее интенсивно значения σ_{z_1} и σ_{x_1} увеличиваются при скорости движения более 11—12 км/ч. При меньшей скорости движения σ_{z_1} изменяются незначительно (в пределах 0,3—0,67 м/с²), σ_{x_1} — более значительно на различных опытных участках. По абсолютной величине интенсивное возрастание значений

$\sigma_{z_1}^{\ddot{}}$ наблюдается на лесной дороге при $v > 20$ км/ч, на пасечном во-
локе — при $v > 15$ км/ч, на магистральном — при $v > 12$ км/ч.

Аналогично изменяются и другие исследуемые показатели вертикальной динамики трактора.

Было проанализировано влияние изменения характеристик упругости и сопротивления изгибным колебаниям пачки деревьев на вертикальную динамику системы. Анализ показал, что при изменении жесткости и характеристики сопротивления пачки в диапазоне 0,5—2,0 полной нагрузки трактора показатели его колебаний в вертикальной продольной плоскости изменяются незначительно, чего нельзя сказать о параметрах колебаний пачки деревьев.

Как видно из рис. 3, при увеличении жесткости пачки хлыстов $\sigma_{z_2}^{\ddot{}}$ интенсивно возрастает (см. кривую 1). Если при $n_{22} = 0,5$ $\sigma_{z_2}^{\ddot{}}$ составляло 0,6 м/с², то при $n_{22} = 2$ $\sigma_{z_2}^{\ddot{}}$ равно уже 1,1 м/с² (коэффициенты n_{22} , n_{23} и n_{25} — величины, на которые умножаются значения характеристик упругих и демпфирующих элементов в целях получения различных подобных вариантов; n_{22} — коэффициент изменения жесткости пачки; n_{23} — коэффициент изменения сопротивления пачки; n_{25} — коэффициент изменения продольной жесткости трансмиссии и шин, приведенной к колесам задней оси трактора).

При увеличении коэффициента n_{23} , то есть при возрастании сопротивления пачки изгибным колебаниям, значение $\sigma_{z_3}^{\ddot{}}$ (кривая 2 на рис. 3) несколько снижается при $n_{23} < 1,5$, а затем при $n_{23} > 1,5$ начинает возрастать. Такова же, однако менее выраженная, зависимость $\sigma_{z_3}^{\ddot{}}$ от изменения продольной упругости трансмиссии и шин (кривая 3).

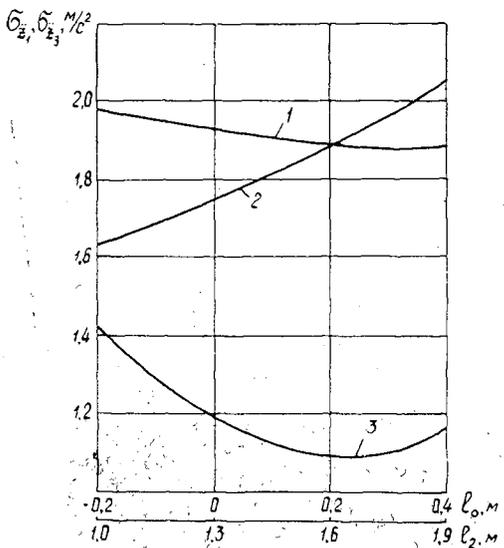


Рис. 4. Зависимость $\sigma_{z_1}^{\ddot{}}$ и $\sigma_{z_3}^{\ddot{}}$ от расстояний l_0 и l_2 .

1 — $\sigma_{z_1}^{\ddot{}} = f(l_0)$; 2 — $\sigma_{z_1}^{\ddot{}} = f(l_2)$; 3 — $\sigma_{z_3}^{\ddot{}} = f(l_2)$.

На рис. 4 приведены кривые изменения показателей $\sigma_{z_1}^{\ddot{}}$ и $\sigma_{z_3}^{\ddot{}}$ от расстояния l_0 (рис. 1) и l_2 (от центра тяжести трактора до его задней оси). Кривая 1 показывает, что увеличение расстояния l_0 от места опирания пачки на трактор до задней его оси несколько снижает вертикальную нагруженность трактора. При увеличении же расстояния l_2 она, наоборот, увеличивается.

Для пачки деревьев (кривая 3) характерна величина l_2 , равная 1,6 м, так как при $1,6 > l_2 > 1,6$ значения $\sigma_{z_3}^{\ddot{}}$ увеличиваются.

Проведенные исследования показали, что уровень динамической вертикальной нагруженности трактора Т-157 зависит от скорости движения и степени ровности дороги или волока; он выше, чем для трактора Т-150К [6]. Однако качественный характер

изменения показателей колебаний исследуемого трактора имеет существенные отличия, что объясняется особенностями трелевочной машины и прежде всего наличием пачки деревьев, что косвенно подтверждается также работами [2], [3].

Установлено, что резонансные скорости движения трактора Т-157 на дорогах различного типа различны. Так, для лесной дороги в рассматриваемом случае зона резонанса располагается выше скорости 20 км/ч, для пасечного волокна — выше 15 км/ч, а для магистрального — выше 12 км/ч.

Анализ данных расчета показал, что существенное улучшение плавности хода трактора произойдет при поддрессировании осей, а также введении в подвеску амортизаторов. Улучшение показателей вертикальной динамики возможно за счет рационального расположения точки опирания пачки на трактор по отношению к задней оси, а также выбора оптимального расстояния от задней оси до центра тяжести трактора.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Анилович В. Я. Анализ и синтез систем поддрессирования машинных агрегатов при случайных воздействиях. — Труды семинара по теории механизмов и машин, вып. 2. Харьков, ХГУ, 1966. [2]. Варава В. И., Помогаев С. А., Добрынин Ю. А. Установление компоновки параметров амортизации лесного колесного тягача. — В сб.: Машины и орудия для механизации лесозаготовок, вып. 1. Л., ЛТА, 1972. [3]. Волошин Ю. А., Добрынин Ю. А. Исследование плавности хода и нагруженности рессор лесохозяйственного трактора класса 1,4 ТС. — «Тракторы и сельхозмашины», 1974, № 1. [4]. Волошин Ю. Л., Фалеева Е. Н. К вопросу оптимизации параметров подвески колесного трактора. — «Тракторы и сельхозмашины», 1973, № 3. [5]. Волошин Ю. Л., Фалеева Е. Н. Моделирование типичных нелинейных характеристик подвесок транспортных средств. — «Тракторы и сельхозмашины», 1975, № 6. [6]. Волошин Ю. Л., Чернявский И. Ш. и др. Исследование плавности хода колесного трактора класса 3 ТС. — «Тракторы и сельхозмашины», 1972, № 11. [7]. Гастев Б. Г., Медьников В. И. Основы динамики лесовозного подвижного состава. М., «Лесная промышленность», 1967.

Поступила 24 мая 1976 г.

УДК 534.141.001.57

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ДИСКРЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Б. Т. ПЕРЕТЯТКО, Б. В. БИЛЫК

Львовский лесотехнический институт

Изложена методика моделирования систем с распределенными параметрами, основанная на равенстве кинетических энергий реальной системы и ее модели. Приведены практические рекомендации по определению параметров модели хлыста.

Выполнение ряда технологических операций лесозаготовительного процесса связано с взаимодействием машин и гибкого груза в виде хлыстов или деревьев. В первую очередь это относится к транспортным машинам (лесовозные автопоезда, трелевочные тракторы), валочно-пакетирующим, погрузочным и другим специальным лесным машинам.

Колебания сложных механических систем, включающих упругие подсистемы с распределенными параметрами, обычно рассчитывают с помощью методов, разработанных для систем с сосредоточенными параметрами, то есть реальные системы условно заменяют дискретны-

ми моделями с конечным числом степеней свободы. Это существенно упрощает расчет колебаний, однако до сих пор нет единой методики выбора параметров дискретной модели и оценки ее соответствия реальной динамической системе с распределенными параметрами.

Рассмотрим условия, обеспечивающие динамическую эквивалентность системы с распределенными параметрами и ее дискретной модели на примере плоской двухопорной балки переменного сечения, которая является подсистемой некоторой сложной колебательной системы. Ограничившись рассмотрением малых поперечных колебаний балки, запишем выражение для ее кинетической энергии в виде

$$T = \frac{1}{2} \int_0^l m(x) \dot{\xi}^2(x) dx, \quad (1)$$

где l — длина балки;

$m(x)$ — распределенная масса балки;

$\xi(x)$ — перемещение балки в сечении x .

Учитывая, что перемещение балки $\xi(x)$ может быть представлено в виде

$$\xi(x) = z_1 \frac{l-x}{l} + z_2 \frac{x}{l} + \zeta(x), \quad (2)$$

где z_1, z_2 — перемещения опор балки;

$\zeta(x)$ — упругая деформация балки в сечении x ,

перепишем формулу (1) следующим образом:

$$\begin{aligned} T = & \frac{\dot{z}_1^2}{2l^2} \int_0^l m(x) (l-x)^2 dx + \frac{\dot{z}_1 \dot{z}_2}{l^2} \int_0^l m(x) x(l-x) dx + \\ & + \frac{\dot{z}_2^2}{2l^2} \int_0^l m(x) x^2 dx + \frac{1}{2} \int_0^l m(x) \dot{\zeta}^2(x) dx + \\ & + \frac{\dot{z}_1}{l} \int_0^l m(x) \dot{\zeta}(x) (l-x) dx + \frac{\dot{z}_2}{l} \int_0^l m(x) \dot{\zeta}(x) x dx. \end{aligned} \quad (3)$$

Первые три члена выражения (3) представляют кинетическую энергию балки как условно твердого тела, четвертый — кинетическую энергию упругих колебаний балки, а два последних — энергию взаимосвязи колебаний балки как условно твердого тела и ее упругих колебаний. Следовательно, модель подсистемы эквивалентна в динамическом отношении реальной подсистеме при условии, что соблюдается как равенство кинетических энергий упругих смещений элементов указанных систем, так и равенство кинетических энергий их перемещений как условно твердых тел и, кроме того, равенство энергий взаимосвязи упругих колебаний и перемещений этих систем как условно твердых тел.

Разложив упругие колебания балки по формам собственных колебаний на диапазоне частот ее возможных возмущений

$$\zeta_i(t) = \sum_{k=1}^N q_k(t) U_k(x) \quad (i = 1, 2, \dots, N), \quad (4)$$

запишем выражение кинетической энергии упругих колебаний балки в виде

$$T_y = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N \dot{q}_k^2(t) \int_0^l m(x) U_k^2(x) dx, \quad (5)$$

где U_k — амплитудная функция упругих колебаний балки при k -той форме;
 q_k — обобщенные координаты.

Так как модель заданной системы с распределенными параметрами представляется в виде системы с конечным числом масс m_i , то для ее кинетической энергии упругих колебаний справедливо выражение

$$T_y = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N \dot{q}_k^2(t) \sum_{i=1}^{i=N+p} m_i U_{ik}^2, \quad (6)$$

где U_{ik} — амплитуда упругих колебаний i -той массы модели при k -той форме;
 p — число опор реальной системы (для двухопорной балки $p=2$).

Колебательное движение модели должно быть эквивалентно реальной системе, следовательно, соответствующие обобщенные координаты должны совпадать.

Приравняв слагаемые выражения (5) и (6) при одинаковых k , получим следующую систему уравнений:

$$\sum_{i=1}^{i=N+p} m_i U_{ij}^2 = \int_0^l m(x) U_j^2(x) dx \quad (j=1, 2, \dots, N). \quad (7)$$

Из приведенной системы уравнений следует, что если модель эквивалентна реальной системе в отношении кинетической энергии упругих колебаний, то их формы колебаний и, следовательно, собственные частоты должны совпадать.

Выполнив аналогичные преобразования с двумя последними членами выражения (3), получим систему уравнений, определяющих параметры модели,

$$\sum_{i=1}^{i=N+p} m_i U_{ij} = \int_0^l m(x) U_j(x) dx \quad (j=1, 2, \dots, N). \quad (8)$$

Из динамики твердого тела известно, что система, состоящая из дискретных масс, в динамическом отношении соответствует системе с распределенной массой, если соблюдаются следующие условия:

$$\sum_{i=1}^{i=N+p} m_i = M; \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^{i=s} m_i r_i = \sum_{i=s+1}^{i=N+p} m_i r_i; \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^{i=N+p} m_i r_i^2 = I, \quad (11)$$

где M, I — масса и момент инерции относительно поперечной оси, проходящей через центр тяжести системы с распределенными параметрами;

r_i — отстояние массы m_i от оси, проходящей через центр тяжести модели.

Таким образом, если известны главные формы колебаний реальной системы с распределенными параметрами, то, решая систему уравнений (7)—(11), можно определить значения масс m_i и координаты точек их приведения, при которых будет выполняться равенство кинетических энергий модели и реальной системы. Однако указанная система уравнений при конечном числе масс модели является переопределенной и в связи с этим может быть решена лишь приближенно, например, методом наименьших квадратов или каким-либо другим методом теории аппроксимации.

При отсутствии аналитических зависимостей для форм колебаний решение указанной системы вызывает определенные трудности. Проведенные нами расчеты по моделированию хлыстов и балок с различными законами изменения моментов инерции поперечного сечения позволили установить следующее. Если дискретные массы модели разместить в узлах $\vartheta + 1$ главной формы упругих колебаний реальной системы (где ϑ — количество главных форм колебаний модели), то указанная система уравнений (7)—(11) при $N \geq 3$ может быть представлена с достаточно высокой для практики точностью в виде двух независимых систем: первая система — это уравнения (7), (10), (11) и вторая — (8), (10), (11). Погрешность в этом случае (минимальная) возникает только в определении полной массы модели; она несколько выше при решении первой системы. Максимальная погрешность зависит от законов распределения параметров реальной системы и количества сосредоточенных масс модели (табл. 1).

Таблица 1

Количество сосредоточенных масс, $N + 2$	3	4	5	≥ 6
Относительная погрешность модели γ , %	21,0	9,3	3,2	$\leq 0,9$

Таким образом, если отсутствуют аналитические зависимости для главных форм колебаний упругой подсистемы с распределенными параметрами и они определены каким-либо численным методом или экспериментально, то параметры эквивалентной дискретной модели можно установить следующим образом:

1) определить необходимое количество дискретных масс модели, исходя из частного диапазона возмущений, спектра собственных частот реальной подсистемы, количества точек ее соприкосновения с основной системой, требуемой точности и данных табл. 1;

2) разместить дискретные массы модели в узлах $\vartheta + 1$ главной формы колебаний реальной подсистемы (ϑ — количество главных форм колебаний модели);

3) решить систему уравнений (8), (10) и (11) относительно неизвестных значений масс модели m_i .

Поступила 9 марта 1976 г.

УДК 539.31

ВОЗДЕЙСТВИЕ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА УПРУГОЕ ОСНОВАНИЕ

Б. В. УВАРОВ, В. В. ЩЕЛКУНОВ, Ю. Л. ЛУКИН

Архангельский лесотехнический институт

Приводится общее решение осесимметричной задачи теории упругости, пригодное для расчета напряжений и перемещений в упругом слое и слоистом основании при различных вертикальных нагрузках. Конкретные задачи решаются по программе, составленной на языке ФОРТРАН. Максимальное число слоев основания — 10.

Приводится конкретный пример использования программы на ЭВМ «Минск-32».

Рассматриваем осесимметричную задачу теории упругости*). Приняты цилиндрические координаты: координата z соответствует оси вращения, координата, перпендикулярная первой, обозначена r .

При осесимметричной задаче компоненты напряжений и перемещений определяются функцией напряжения φ [3].

Функция напряжения удовлетворяет условиям равновесия и уравнениям неразрывности в случае, когда

$$\nabla^2 \nabla^2 \varphi = 0, \quad (1)$$

где
$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}.$$

Введем обозначение

$$\nabla^2 \varphi = f(r, z),$$

тогда должно быть

$$\nabla^2 f(r, z) = 0.$$

Выполнив преобразование Ханкеля по координате r приведенного уравнения, найдем

$$-\alpha^2 f^*(\alpha, z) + \frac{\partial^2 f^*(\alpha, z)}{\partial z^2} = 0.$$

Преобразование Лапласа по z дает

$$\bar{f}^*(\alpha, P) = \frac{P f^*(\alpha, 0) + \frac{\partial f^*(\alpha, 0)}{\partial z}}{P^2 - \alpha^2},$$

здесь $f^*(\alpha, 0)$ и $\frac{\partial f^*(\alpha, 0)}{\partial z}$ — коэффициенты, зависящие от α в пространстве Ханкеля при $z = 0$.

*) Решение осесимметричной задачи для упругого полупространства дано Терезавой [3].

Если теперь выполнить преобразование Ханкеля по r и преобразование Лапласа по z выражения $\nabla^2 \varphi = f(r, z)$, то получим

$$\overline{\varphi}^*(\alpha, P) = \frac{P\varphi^*(\alpha, 0) + \frac{\partial\varphi^*(\alpha, 0)}{\partial z}}{P^2 - \alpha^2} + \frac{Pf^*(\alpha, 0) + \frac{\partial f^*(\alpha, 0)}{\partial z}}{(P^2 - \alpha^2)^2},$$

где $\varphi^*(\alpha, 0)$ и $\frac{\partial\varphi^*(\alpha, 0)}{\partial z}$ — коэффициенты, зависящие от α при $z=0$.

Выразив $f^*(\alpha, 0)$ и $\frac{\partial f^*(\alpha, 0)}{\partial z}$ через функцию напряжения и ее производные при $z=0$, найдем

$$\overline{\varphi}^*(\alpha, P) = \frac{A(\alpha)[P^3 - 2Pa^2]}{(P^2 - \alpha^2)^2} + \frac{B(\alpha)[P^2 - 2a^2]}{(P^2 - \alpha^2)^2} + \frac{C(\alpha)P}{(P^2 - \alpha^2)^2} + \frac{D(\alpha)}{(P^2 - \alpha^2)^2}. \quad (2)$$

Здесь введены новые обозначения

$$A(\alpha) = \varphi^*(\alpha, 0); \quad B(\alpha) = \frac{\partial\varphi^*(\alpha, 0)}{\partial z}; \quad C(\alpha) = \frac{\partial^2\varphi^*(\alpha, 0)}{\partial z^2}; \\ D(\alpha) = \frac{\partial^3\varphi^*(\alpha, 0)}{\partial z^3}.$$

Так как $\overline{\varphi}^*(\alpha, P)$ зависит от комплексной переменной P , сравнительно просто, легко выполнить по P обратное преобразование Лапласа [4], и функция напряжений в пространстве Ханкеля примет вид

$$\varphi^*(\alpha, z) = A(\alpha) \left[\operatorname{ch} \alpha z - \frac{\alpha z}{2} \operatorname{sh} \alpha z \right] + \frac{B(\alpha)}{2\alpha} [3 \operatorname{sh} \alpha z - \alpha z \operatorname{ch} \alpha z] + \\ + C(\alpha) \frac{\alpha z}{2\alpha^2} \operatorname{sh} \alpha z + \frac{D(\alpha)}{2\alpha^3} [\alpha z \operatorname{ch} \alpha z - \operatorname{sh} \alpha z]. \quad (3)$$

Если вычислить еще $\frac{\partial\varphi^*(\alpha, z)}{\partial z}$ и $\frac{\partial^2\varphi^*(\alpha, z)}{\partial z^2}$, то получим все необходимые данные для определения компонентов напряжения и перемещения при осесимметричной задаче. Указанные компоненты вычисляются по уравнениям Лява [3].

Приводим здесь выражения для вертикального и касательного напряжений, а также вертикального и радиального перемещений: вертикальное напряжение

$$\sigma(r, z) = \int_0^\infty \alpha l_0(\alpha r) \left\{ \frac{A(\alpha)a^3}{2} [\alpha z \operatorname{ch} \alpha z - (3 - 2\mu) \operatorname{sh} \alpha z] + \right. \\ \left. + B(\alpha)a^2 \left[\frac{\alpha z}{2} \operatorname{sh} \alpha z - (2 - \mu) \operatorname{ch} \alpha z \right] - \frac{C(\alpha)z}{2} [\alpha z \operatorname{ch} \alpha z - \right. \\ \left. - (1 - 2\mu) \operatorname{sh} \alpha z] + D(\alpha) \left[(1 - \mu) \operatorname{ch} \alpha z - \frac{\alpha z}{2} \operatorname{sh} \alpha z \right] \right\} d\alpha; \quad (4)$$

касательное напряжение

$$\tau(r, z) = - \int_0^\infty \alpha^2 l_1(\alpha r) \left\{ A(\alpha)a^2 \left[\frac{\alpha z}{2} \operatorname{sh} \alpha z - (1 - \mu) \operatorname{ch} \alpha z \right] + \right. \\ \left. + \frac{B(\alpha)a}{2} [\alpha z \operatorname{ch} \alpha z - (3 - 2\mu) \operatorname{sh} \alpha z] - C(\alpha) \left[\mu \operatorname{ch} \alpha z + \frac{\alpha z}{2} \operatorname{sh} \alpha z \right] - \right. \\ \left. - \frac{D(\alpha)}{2\alpha} [\alpha z \operatorname{ch} \alpha z - (1 - 2\mu) \operatorname{sh} \alpha z] \right\} d\alpha; \quad (5)$$

вертикальное перемещение

$$W(r, z) = \frac{1+\mu}{E} \int_0^\infty \alpha I_0(\alpha r) \left\{ A(\alpha) \alpha^2 \left[\frac{\alpha z}{2} \operatorname{sh} \alpha z - 2(1-\mu) \operatorname{ch} \alpha z \right] + \right. \\ \left. + \frac{B(\alpha) \alpha}{2} [\alpha z \operatorname{ch} \alpha z - (5-4\mu) \operatorname{sh} \alpha z] + C(\alpha) \left[(1-2\mu) \operatorname{ch} \alpha z - \frac{\alpha z}{2} \operatorname{sh} \alpha z \right] + \right. \\ \left. + \frac{D(\alpha)}{2\alpha} [(3-4\mu) \operatorname{sh} \alpha z - \alpha z \operatorname{ch} \alpha z] \right\} d\alpha, \quad (6)$$

радиальное перемещение

$$U(r, z) = \frac{1+\mu}{E} \int_0^\infty \alpha^2 I_1(\alpha r) \left\{ \frac{A(\alpha) \alpha}{2} [\operatorname{sh} \alpha z - \alpha z \operatorname{ch} \alpha z] + B(\alpha) \left[\operatorname{ch} \alpha z - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{\alpha z}{2} \operatorname{sh} \alpha z \right] + \frac{C(\alpha)}{2\alpha} [\operatorname{sh} \alpha z + \alpha z \operatorname{ch} \alpha z] + \frac{D(\alpha)}{2\alpha^2} \alpha z \operatorname{sh} \alpha z \right\} d\alpha, \quad (7)$$

где

μ — коэффициент Пуассона;
 E — модуль упругости основания;

$I_0(\alpha r)$ и $I_1(\alpha r)$ — функция Бесселя нулевого и первого порядка.

Выражения (4—7) представляют собой решение осесимметричной задачи в общем случае. Для расчета напряжений и перемещений следует определить четыре коэффициента и вычислить несобственные интегралы. В простых случаях интегралы могут быть найдены аналитически, а в сложных рассчитываются численно на ЭЦВМ.

На упругое основание могут действовать различные по характеру нагрузки: сосредоточенная сила; равномерно распределенная нагрузка; давление, передаваемое через жесткий штамп.

В табл. 1 приведены различные виды осесимметричных нагрузок и их интегральные преобразования Ханкеля [2].

Таблица 1

Вид нагрузки	Давление на грунт	Преобразование Ханкеля P^*
Сосредоточенная сила	$-P$	$-\frac{P}{2\pi}$
Гибкий штамп	$-\frac{P}{\pi a^2} \quad 0 < r < a$ $0 \quad \text{при } r > a$	$-\frac{P}{\pi a z} I_1(\alpha a)$
Абсолютно жесткий штамп*)	$-\frac{P}{2\pi a \sqrt{a^2 - r^2}} \quad 0 < r < a$ $0 \quad \text{при } r > a$	$-\frac{P}{2\pi a} \frac{\sin \alpha a}{a}$

*) Выражения для абсолютно жесткого штампа применимы для упругого полупространства при толщине упругого слоя более $4D$ (где D — диаметр штампа). P — внешняя сила; a — радиус штампа.

Коэффициенты $A(\alpha)$; $B(\alpha)$; $C(\alpha)$ и $D(\alpha)$ рассчитывают по граничным условиям рассматриваемой задачи.

Если взять упругое полупространство при действии сосредоточенной силы, то граничные условия будут:

при $z = 0$; $\sigma^*(\alpha, z) = -\frac{P}{2\pi}$ и $\tau^*(\alpha, z) = 0$;

при $z \rightarrow \infty$; $\varphi^*(\alpha, z) = 0$.

Учтя граничные условия, найдем коэффициенты уравнения

$$A(\alpha) = -\frac{P\mu}{\pi\alpha^3}; \quad B(\alpha) = -\frac{P(1-2\mu)}{2\pi\alpha^2}; \quad C(\alpha) = -\frac{P(\mu-1)}{\pi\alpha};$$

$$D(\alpha) = -\frac{P(3-2\mu)}{2\pi}.$$

Подставив полученные значения в формулы (4—7) и вычислив несобственные интегралы по таблицам интегральных преобразований Ханкеля [2] и [1], найдем известное решение Буссинеска. Совпадение результатов свидетельствует о правильности проделанных выкладок.

Рассмотрим упругий слой — однородное основание конечной мощности, толщиной H . Граничные условия следующие:

при $z=0$; $\sigma^*(\alpha, r) = P^*$ и $\tau(r, z) = 0$;

при $z=H$; $W^*(\alpha, z) = U^*(\alpha, z) = 0$.

Подставив граничные условия, получим формулы для коэффициентов:

$$\left. \begin{aligned} A(\alpha) &= -\frac{2P^*\mu}{\alpha^3} \frac{(3-4\mu) \operatorname{ch} \alpha H \operatorname{sh} \alpha H - \alpha H}{\alpha^2 H^2 + (2\mu-1)^2 + (3-4\mu) \operatorname{ch}^2 \alpha H}; \\ B(\alpha) &= -\frac{P^*}{\alpha^2} \frac{-\alpha^2 H^2 + (3-4\mu)(1-2\mu) \operatorname{sh}^2 \alpha H}{\alpha^2 H^2 + (2\mu-1)^2 + (3+4\mu) \operatorname{ch}^2 \alpha H}; \\ C(\alpha) &= -\frac{2P^*(\mu-1)}{\alpha} \frac{(3-4\mu) \operatorname{ch} \alpha H \operatorname{sh} \alpha H - \alpha H}{\alpha^2 H^2 + (2\mu-1)^2 + (3-4\mu) \operatorname{ch}^2 \alpha H}; \\ D(\alpha) &= -P^* \frac{(3-4\mu)(3-2\mu) \operatorname{ch}^2 \alpha H + (5-4\mu)(2\mu-1) - \alpha^2 H^2}{\alpha^2 H^2 + (2\mu-1)^2 + (3-4\mu) \operatorname{ch}^2 \alpha H}. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

В случае слоистого основания вычисление коэффициентов оказывается сложным. Целесообразнее их определять численно, предварительно составив матрицу.

Напряжения и перемещения в заданных точках также рассчитываются на ЭЦВМ. Программа расчета напряжений и перемещений в многослойном основании, при числе слоев до десяти, составлена для ЭВМ «Минск-32» на языке ФОРТРАН.

Систему линейных алгебраических уравнений для определения коэффициентов $A(\alpha)$; $B(\alpha)$; $C(\alpha)$ и $D(\alpha)$ решают по стандартной подпрограмме, реализующей алгоритм Гаусса. Несобственные интегралы вычисляют по квадратурной формуле прямоугольников. Точность расчетов составляет 3—4 значащих цифры. Время счета зависит от числа слоев.

В случае трехслойного основания для определения всех компонентов напряжений и деформаций при одном значении по координате z (количество точек по координате r не сильно влияет на время) время счета составляет около 4 мин.

Указанная программа использована для вычисления напряжений и перемещений в основании гравийной лесовозной дороги, при толщине слоя гравия 30 см и слоя песка 20 см, под нагрузкой от заднего колеса автомобиля МАЗ-509 для самых неблагоприятных условий — оттаивания грунта земляного полотна весной. В Архангельской области мерзлый слой грунта дольше всего сохраняется на глубине 1,5—2 м, считая от поверхности дорожной одежды, а наихудшие условия

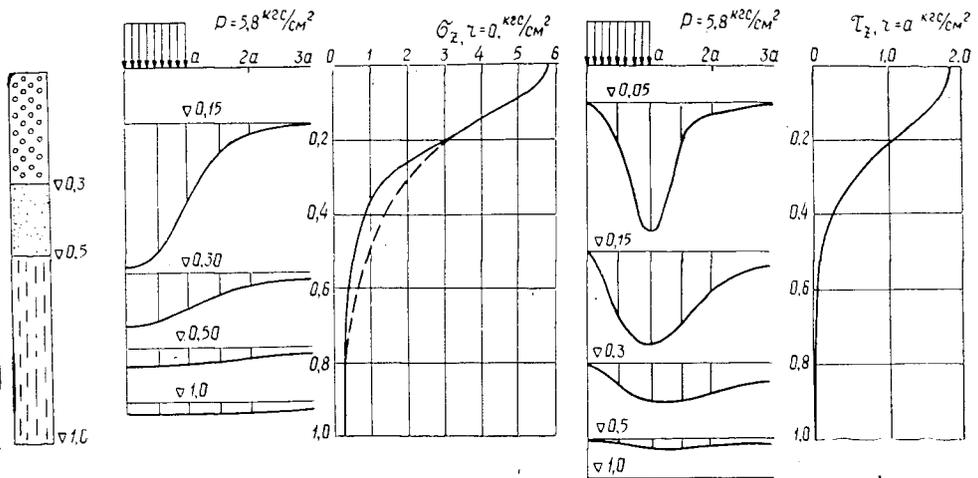


Рис. 1.

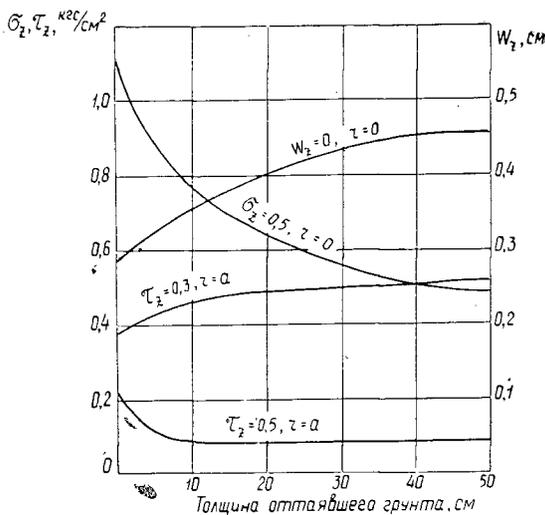


Рис. 2.

создаются при толщине оттаявшего слоя около 0,5 м. Мерзлый грунт при расчете принят абсолютно жестким.

На рис. 1 показано изменение вертикальных и касательных напряжений для указанного случая. Рис. 2 иллюстрирует изменение вертикальной осадки на поверхности дорожной одежды, сжимающего и касательного напряжений на разных глубинах в зависимости от толщины слоя оттаявшего грунта.

В расчете приняты модули деформации слоев: гравия — 500 кгс/см², песка — 300 кгс/см² и оттаявшего грунта — 80 кгс/см², коэффициент Пуассона — 0,3.

На рис. 1 пунктиром показано изменение напряжения с глубиной при $r=0$ для упругого полупространства.

Предлагаемый метод расчета и программа позволяют решать разнообразные задачи по оценке деформированного и напряженного состояния упругих систем.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бейтмен Г., Эрдейи А. Таблицы интегральных преобразований. Т. II, М., «Наука», 1970. [2]. Новацкий В. Динамика сооружений. М., Госстройиздат, 1963. [3]. Новацкий В. Теория упругости. М., «Мир», 1975. [4]. Деч Г. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа и z-преобразования. М., «Наука», 1971.

Поступила 28 мая 1976 г.

УДК 634.0.378.3

ОЦЕНКА ЛЕСОПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ РЕК ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО ПЛОТОВОГО ЛЕСОСПЛАВА ПО ПЛОЩАДИ ВОДОСБОРА

Г. А. КУКОЛЕВСКИЙ

ЦНИИ лесосплава

Рассматриваются два метода приближенной оценки лесопропускной (в плотях) способности первоначальных рек, по своим эксплуатационным характеристикам пригодных для организации плотового лесосплава.

Оба способа доведены до расчетных зависимостей и на примерах показана их хорошая сходимость с фактическими данными.

Освоение рек с молевым лесосплавом, по эксплуатационным характеристикам пригодных для перевозок в плотях за тягой в весеннее половодье, — новый резерв дальнейшего роста объемов береговой сплотки и повышения эффективности лесосплава.

При магистральном плотовом лесосплаве (по судоходным путям за тягой Минречфлота) габариты лесосплавного хода известны, а сезонную лесопропускную способность при определенном объеме расчетного плота W (м³), принятом интервале между пуском плотов s_t (ч) и продолжительности навигации T (суток) находят по формуле

$$N_{\text{ces}} = \frac{24WT}{s_t}. \quad (1)$$

Однако такой подход неприменим для рек, на которых намечается переход от молевого к лесосплаву в плотях береговой сплотки. В этом случае возможные габариты лесосплавного хода для плотов неизвестны, как и объем расчетного плота, который можно проплавить на данной реке.

Основные факторы, определяющие лесопропускную способность (элементы живого сечения русла, скорость течения, продолжительность периода лесосплава и др.), прямо или косвенно зависят от площади водосбора. Площади водосборов рек, относимые к створам водпотоков ГМС, указаны в кадастровых справочниках ГМС и при необходимости могут быть определены камеральным путем, без каких-либо натурных работ. Это делает данный способ особенно ценным для предварительных стадий проектирования (при составлении технико-экономических обоснований, схем транспортного освоения лесных массивов и др.).

Ниже рассматриваются два способа определения сезонной лесопропускной (в плотях) способности реки. В первом — по площади водосбора — используется понятие сплавного гидромодуля. Из его опре-

деления (расход воды потока, затрачиваемый на лесосплав одного кубометра древесины, соотносимый по времени) следует

$$K_Q = \frac{Q}{N}. \quad (2)$$

С учетом установленной нами [1] тесной корреляционной связи между средним многолетним расходом \bar{Q}_0 (м³/с) и площадью водосбора F (км²) для определенного створа реки

$$\bar{Q}_0 = 0,025F^{0,87} \quad (3)$$

выражение сезонной лесопропускной способности $N_{\text{сез}}$ створа реки можно представить в виде

$$N_{\text{сез}} = N_c T = ATF^{0,87}, \quad (4)$$

где N_c — суточная лесопропускная способность, м³/сутки;
 T — период лесосплава, сутки.

Можно показать, что значение параметра A с достаточным для практики приближением определяется длиной плота $L_{\text{пл}}$, интервалом между их пуском s_t и формой русла.

Значения параметра A для параболической формы русла, которой хорошо отвечает большая часть протяжения равнинных рек, и при использовании для плотового лесосплава дневного времени суток (предполагается отсутствие освещаемой судоходной обстановки) в зависимости от изменения $L_{\text{пл}}$ и s_t приведены в табл. 1.

Таблица 1

Длина плота $L_{\text{пл}}$, м	Значения параметра A при интервале s_t , ч					
	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
160	21,6	10,8	5,4	3,6	2,7	2,2
220	30,0	15,0	7,5	5,0	3,8	3,0
240	32,4	16,2	8,1	5,4	4,0	3,2
300	40,6	20,3	10,1	6,8	5,0	4,1
320	43,2	21,6	10,8	7,2	5,4	4,3

Этим значениям A отвечает ширина лесосплавного хода, равная двойной ширине плота, рекомендуемая для одностороннего движения [2]. При плотовом лесосплаве в течение полных суток приведенные в табл. 1 значения A следует умножать на коэффициент 1,5.

В целях облегчения расчетов на рис. 1 дана номограмма в логарифмической системе координат для определения сезонной лесопропускной (в плотях) способности в створе реки. Семейства прямых в левой части номограммы соответствуют значениям интервала между пуском плотов s_t (1, 2, 3, 4, 5 ч), а в правой части — значениям различной продолжительности периода лесосплава T (5, 10, 15, 20, 25 дн.).

Номограмма построена для плота длиной $L_{\text{пл}} = 300$ м гибкой конструкции с применением дополнительных средств управления (например, вспомогательного буксировщика). Лесопропускная способность может рассматриваться как максимальная, достигнутая к настоящему времени на ряде малых равнинных рек (с площадью водосбора, в некоторых случаях не превышающей $F = 3000$ км²), где организован первоначальный плотовой лесосплав вместо молевого.

Сезонная лесопропускная способность, исчисленная по этой номограмме для минимально возможного интервала между пуском плотов

($s_i = 1$ ч) и максимально возможной (по условиям пути) продолжительности периода лесосплава T может рассматриваться как отвечающая полной загрузке реки при использовании естественных габаритов в половодье.

В таком значении формула (4) аналогична известной эмпирической формуле, предложенной И. П. Донским для приближенной оценки сезонной лесопропускной способности (молевого лесосплава) сначала рек бассейнов Северной Двины, Печоры и рек Северного Урала, а позднее рек Карелии и бассейна р. Камы.

Разница в этих формулах состоит в том, что в то время, как в формуле И. П. Донского статистический параметр A и показатель при F постоянны для бассейна данной реки и отвечают загруженному состоянию реки, в нашем случае параметр A переменный, зависящий от интервала между пуском плотов, длины их и степени использования суток для лесосплава. В нашей формуле продолжительность периода представлена в явном виде, поэтому можно вычислить не только сезонную лесопропускную способность, отвечающую полной загрузке реки, но и любое другое ее значение в зависимости от задаваемых исходных данных.

Для проверки формулы (4) воспользуемся данными о прохождении плотов в навигацию 1973 г. в створах диспетчерского поста Осиновский мост на р. Моломе и п. Симановка на р. Кобре объединения «Кировлеспром».

Приведенные на рис. 2 гистограммы распределения интервалов между пусками плотов дают основание считать, что их распределение подчинено закону Пуассона. Кривая распределения вероятностей $P_i(m) = f(s_i)$, построенная по этим данным, подтверждает это. Пользуясь кривой распределения, находим, что средний интервал между пусками плотов s_n , отвечающий ординате 0,5, для р. Моломы равен 0,7 ч, а для р. Кобры — 2 ч. Имея в виду, что длина проплавливаемых по р. Кобре плотов $L_{пл} = 300$ м, площадь водосбора в створе поста Тюрюханы (29 км от устья) $F = 7410$ км², продолжительность периода лесосплава $T = 10$ дн., по номограмме на рис. 1 находим (штрихпунктирная линия со стрелкой) величину сезонной лесопропускной способности 220 тыс. м³. Фактический же объем плотового лесосплава по р. Кобре в 1973 г. составлял 240 тыс. м³ (расхождение 9%).

Длина проплавливаемых по р. Моломе плотов $L_{пл} = 220$ м, площадь водосбора в створе поста Пермьское (223 км от истока) $F = 6070$ км², продолжительность периода лесосплава $T = 8$ дн. Пользуясь данными табл. 1, находим параметр $A = 24$ и по формуле (4) — сезонную лесопропускную способность

$$N_{сез} = ATF^{0,87} = 24 \cdot 8 \cdot 6070^{0,87} = 440 \text{ тыс. м}^3.$$

Фактический же объем плотового лесосплава по р. Моломе в 1973 г. — 425 тыс. м³. Незначительное расхождение (около 3%) свидетельствует о приемлемости предлагаемого способа определения $N_{сез}$.

Определение $N_{сез}$ по методу подобия основано на сопоставлении характеристик рек искомой и аналога. В качестве аналога выбирается река с плотвым лесосплавом, которая по гидроморфологическим характеристикам подобна сравниваемой (одни и те же типы гидрографа, руслового режима, морфометрические элементы русла подобны, расходы воды близки и др.), а площадь водосбора и объем лесосплава примерно одинаковы.

Таблица 2

Река	Створ, км от устья	Площадь водосбора, F , км ²	Параметр A при		q_{II} по формуле (6), м ³ /км ²	A_m	Период молевого лесосплава T_m , сутки	q_m по формуле (7), м ³ /км ²	$\frac{q_{II}}{q_m}$
			$s \cdot t = 1$ ч, $L_{пл} = 300$ м	$s \cdot t = 1$ ч, $L_{пл} = 240$ м					
Кобра (приток Вятки) Коса (приток Камы) Весляна (приток Камы)	Тюрюханы—29	7410	20,3	—	6,4	1,2	90	2,7	2,4
	Коса—13	6340	—	16,2	5,2	1,2	100	2,1	2,5
	Зюлева—26	7100	—	16,2	5,1	1,2	75	2,7	1,9

Тогда из отношения значений сезонной лесопропускной способности для двух рек, записанных по формуле (4), полагая одинаковым параметр A , легко определяется искомая величина N_2

$$N_2 = N_1 \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \left(\frac{F_2}{F_1} \right)^{0,87} \quad (5)$$

Здесь величины с индексом 1 относятся к реке-аналогу, с индексом 2 — к искомому створу реки.

Принимая одинаковыми для обеих рек значения параметра A , мы тем самым на искомую реку переносим эксплуатационные характеристики, присущие реке-аналогу, в том числе габариты плота, средний интервал между их пуском и т. д. Поэтому при выборе реки-аналога требуется всесторонняя оценка ее эксплуатационных характеристик, с тем чтобы можно было не только исключить возможные грубые просчеты, но и достоверно оценить возможные резервы при определении $N_{сез}$.

Формулы (4) и (5), являясь региональными, могут быть применены для приближенного определения лесопропускной (в плотах) способности полноводного периода равнинных рек Волго-Онего-Печорского гидрологического района, охватывающего центральные и восточные области лесной зоны и подзону лесотундры европейской части СССР. К этому району относятся (за исключением верховьев некоторых рек, стекающих с Уральского хребта) бассейны рек Печоры, Мезени, Северной Двины, Онеги, Верхней Камы, Вятки и Волги (между городами Калининским и Горьким), а также реки юго-восточной части Кольского полуострова.

В первом приближении эти формулы можно использовать и для рек Западной Сибири (Конда-Тавдинского и Иртышско-Енисейского гидрологических районов). Погрешность в этом случае будет больше указанной.

Формула (4) позволяет также оценить степень использования транспортных возможностей одной и той же реки при молевом и плотовом лесосплаве. Для этого воспользуемся понятием суточной удельной лесопропускной способности реки q (лесопропускная способность, отнесенная на 1 км² площади водосбора). Для плотового лесосплава

$$q_{II} = \frac{A}{F^{1-0,87}} = \frac{A}{F^{0,13}} \text{ м}^3/\text{км}^2, \quad (6)$$

Для рек бассейна р. Камы с молевым лесосплавом, по И. П. Донскому в нашем обозначении,

$$q_m = \frac{A_m}{T_m F^{1-0,8}} = \frac{A_m}{T_m F^{0,2}} \text{ тыс. м}^3/\text{км}^2, \quad (7)$$

где T_m — период молевого лесосплава, сутки.

В табл. 2 приведено сравнение значений суточной удельной лесопропускной способности по рекам Кобре, Косе и Весляне при полной загрузке рек для сравниваемых видов лесосплава.

Из приведенных данных следует важный для практики вывод: при плотовом лесосплаве транспортные возможности реки, основной характеристикой которых является лесопропускная способность, используются значительно лучше (в 2,0—2,5 раза), чем при молевом лесосплаве.

Само по себе это положение и ранее отмечалось разными исследователями, однако без количественной оценки.

ЛИТЕРАТУРА

11. Куколевский Г. А. Подготовка рек для лесосплава. М., «Лесная промышленность», 1974. 121. Технические указания проектирования лесосплавных предприятий. Л., 1964.

Поступила 14 апреля 1975 г.

УДК 621.43

ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР НА ПАРАМЕТРЫ ВПРЫСКА ТОПЛИВА

Р. И. МАКАРЬИН

Архангельский лесотехнический институт

Исследован характер изменения параметров впрыска топлива на различных режимах работы плунжерных пар при нарастании износа их деталей. Показано, что наибольшему изменению параметры впрыска подвергаются на режиме пусковой подачи.

Параметры впрыска топлива — важнейшие показатели работы топливоподающей аппаратуры двигателя. Они определяют основные экономические и динамические показатели этого процесса, скорость нарастания давления в цилиндре, максимальную его величину, жесткость работы двигателя и его моторесурс.

К числу основных показателей, характеризующих процесс впрыска, относятся максимальное P_{max} и среднее P_{cp} давление впрыска, угол запаздывания подачи Q_3 и действительный угол подачи $\varphi_{д.п.}$, цикловая подача q и закон подачи топлива, под которым понимается зависимость количества топлива, поступающего в цилиндр, от угла поворота кулачкового вала топливного насоса φ . Эти показатели — функции многих переменных, и аналитическое определение их весьма затруднено. Поэтому основные показатели процесса впрыска, как правило, устанавливают экспериментально.

Влияние износа плунжерных пар на параметры впрыска исследовано путем осциллографирования, для которого были подобраны плун-

жерные пары ЯЗТА из условия полного охвата диапазона эксплуатационных износов.

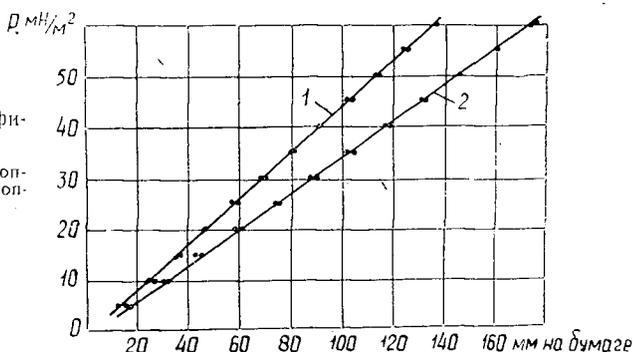
Осциллографирование производили на эталонном односекционном насосе, установленном на испытательном стенде «Фридман Майер» модели А1027. Секция топливного насоса имела следующие параметры: нагнетательный клапан грибового типа, разгрузочный объем 82 мм³, зазор по разгрузочному пояску 0,004 мм, давление открытия 1,8 МН/м²; распылитель закрытого типа, многодырчатый, новый ($\mu f = 0,23$ мкм²); трубопровод длиной 410 мм и внутренним диаметром $2^{+0,15}$ мм; давление начала подъема иглы распылителя форсунки 15,2 МН/м², максимальный подъем иглы распылителя форсунки 0,315 мм. Топливный насос регулировали согласно ТУ завода-изготовителя на стандартном дизельном топливе ($\gamma = 0,843$ Мг/м³) при температуре топлива 301—303К.

Программа испытания предусматривала измерение параметров впрыска на различных режимах работы топливной системы. Для каждой плунжерной пары снимали следующие основные характеристики с последующей записью осциллограмм:

- 1) цикловая подача на номинальном скоростном режиме ($n = 110$ рад/с) и ходе рейки 13 мм, регулируемая на 114—115 мм³/цикл;
- 2) цикловая подача топлива на пусковом скоростном режиме ($n = 8,4$ рад/с), определяемая при ходе рейки, соответствующем ее максимальному значению;
- 3) цикловая подача на режиме минимальных оборотов холостого хода двигателя ($n = 26,2$ рад/с) и упоре наружного рычага управления регулятором в болт максимальных оборотов ($h = h_{ном}$);
- 4) цикловая подача на режиме минимальных оборотов холостого хода двигателя ($n = 26,2$ рад/с) и ходе рейки, соответствующем ее величине 19,5—20,5 мм³/цикл.

Рис. 1. Тарировочные графики.

1, 2 — датчики давления топлива в штуцере насоса и в топливопроводе.



Параметры впрыска топлива измеряли на специальной безмоторной установке, состоящей из испытательного стенда «Фридман Майер», осциллографа Н-102, отсчетчика времени П-104 и усилителя УТС 1-ВТ-12/35 с блоком питания. При записи процесса впрыска на пленке фиксировались геометрическое начало подачи топлива, давление в штуцере насоса и нагнетательном топливопроводе, подъем иглы и отметки времени.

Для измерения давлений в штуцере насоса и в нагнетательном топливопроводе были использованы тензометрические датчики высокого давления с внутренним объемом 0,4 мкм³, а для регистрации подъема иглы форсунки — индуктивный датчик подъема иглы ИПИ-1. Амплитудная характеристика датчика была линейна во всем диапазоне изменения исследуемых параметров. Запись на пленку осциллографа параметров впрыска топлива проводилась шлейфами типа Н-135 с частотами 0,8—2,0 кГц. Для записи отметки геометрического начала подачи использовали контакты стробоскопического устройства испытательного стенда, настраиваемые по моментоскопу на момент начала подачи топлива. Тарировка датчиков давления была выполнена на гидравлическом стенде путем последовательного повышения (снижения) давления от 0 до 58,8 МН/м² с фиксацией давления через каждые 4,9 МН/м² и одно-

временным осциллографированием. По полученным данным строили тарировочные характеристики, представленные на рис. 1. Полученные осциллограммы обрабатывали после их увеличения на «Микрофоте» типа 5ПО-1.

Среднее давление в штуцере насоса и топливопроводе определяли графо-аналитическим методом. При этом планиметром измеряли площадь, заключенную под соответствующей осциллограммой давления, по которой и рассчитывали среднее давление.

Влияние износа плунжерных пар селективной сборки на закон подачи топлива исследовали с помощью щелевого стробоскопа. Закон подачи топлива для исследуемых плунжерных пар был снят на номинальном скоростном режиме при отрегулированной цикловой подаче $113,5-114,5 \text{ см}^3/\text{цикл}$ и ходе рейки 13 мм.

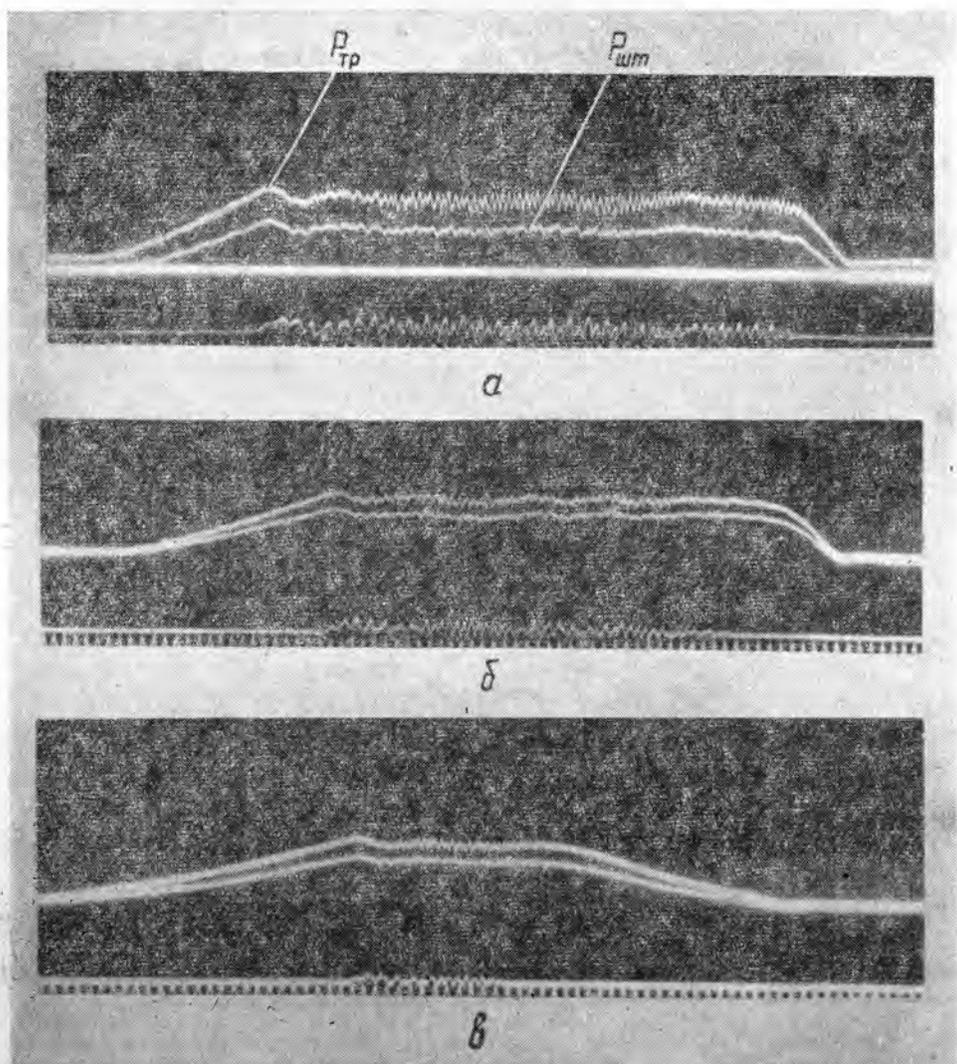


Рис. 2. Осциллограммы процесса впрыска плунжерных пар.

$$(n = 8,1 \text{ рад/с}; q = q_{max}).$$

а — новая пара $\delta_p^{max} = 1,8 \text{ мм}$; б — предельно допустимая $\delta_p^{max} = 6,8 \text{ мм}$;
в — максимально изношенная $\delta_p^{max} = 9,4 \text{ мм}$.

Влияние износа плунжерных пар на параметры впрыска можно проследить по осциллограммам процесса впрыска плунжерных пар с различным максимальным рабочим зазором в зоне всасывающего отверстия, рассчитываемым по формуле

$$\delta_p^{max} = \delta + \delta_d + \delta_z + \delta_n^{max}, \quad (1)$$

где δ — радиальный технологический зазор, равный 0,0003—0,0007 мм;
 δ_d — приращение радиального зазора вследствие деформации втулки от избыточного давления в надплунжерном пространстве;
 δ_z — приращение радиального зазора вследствие деформации втулки при ее затяжке в секции;
 δ_n^{max} — максимальный суммарный износ плунжера и втулки в зоне всасывающего отверстия.

Величину δ_n^{max} рассчитывали в соответствии с разработанной автором методикой оценки износа плунжерной пары*.

На рис. 2 приведены осциллограммы процесса впрыска на режиме пусковой подачи для трех характерных плунжерных пар: новой предельно допустимой по износу и максимально изношенной.

Из анализа полученных осциллограмм следует, что на режиме номинальной подачи осциллограммы процесса впрыска при износе плунжерных пар практически не изменяются. Наибольшее расхождение осциллограмм наблюдается на режиме пусковой подачи. Особенно резко на данном режиме с увеличением износа нагнетательного элемента уменьшается скорость изменения давления dP/dt .

В результате обработки осциллограмм по исследуемым плунжерным парам на рис. 3 построены графические зависимости, из которых наглядно видно, как изменяются основные параметры впрыска при износе нагнетательного элемента.

Наибольшее уменьшение цикловой подачи при увеличении рабочего зазора наблюдается на режиме пусковой подачи. Так, если на режиме минимальных оборотов холостого хода при положении рейки топливного насоса, соответствующем номинальной подаче, цикловая подача для исследуемого диапазона рабочих зазоров уменьшается в 2,2 раза, то на режиме пусковой подачи в 2,9 раза.

Наименьшее влияние износ плунжерных пар оказывает на давление в штуцере насоса и в топливопроводе, которые оказались практически одинаковыми. Давление начинает уменьшаться при рабочем зазоре в зоне всасывающего отверстия свыше 8 мкм. В то же время остальные контролируемые параметры (продолжительность впрыска $\varphi_{д.п}$ и запаздывание впрыска Q_3) с увеличением износа плунжерных пар существенно изменяются. Уменьшение продолжительности впрыска при износе плунжерных пар особо ярко выражено на пусковом скоростном режиме при рабочих зазорах δ_p^{max} свыше 5 мкм. Так, например, продолжительность впрыска на данном режиме для новой плунжерной пары составила 0,37 рад (0,044 с), а для наиболее изношенной плунжерной пары — 0,11 рад (0,013 с), то есть уменьшается весьма значительно. Запаздывание впрыска претерпевает наибольшие изменения на режиме пусковой подачи и для исследуемого диапазона

* Макарьин Р. И. К вопросу об оценке износа плунжерной пары.— В сб.: Исследование конструкций и технологии производства и ремонта машин и механизмов лесной промышленности. Архангельск, 1972.

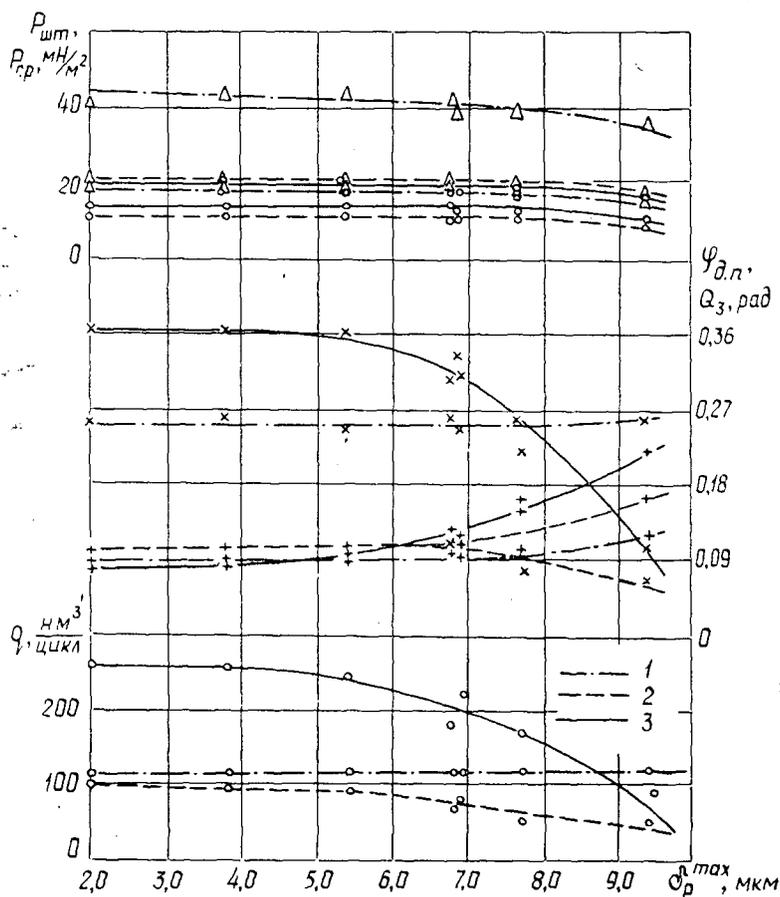


Рис. 3. Изменение характеристик впрыска при износе плунжерных пар.

1 — $n = 110$ рад/с; $q = 114 \div 115$ мм³/цикл; 2 — $n = 26,2$ рад/с;
 $h = h_{ном}$; 3 — $n = 8,4$ рад/с; $q = q_{max}$; Δ — $P_{шт}$;
 \bullet — $P_{ср}$; \times — $\varphi_{д.п.}$; $+$ — Q_3 ; \square — q .

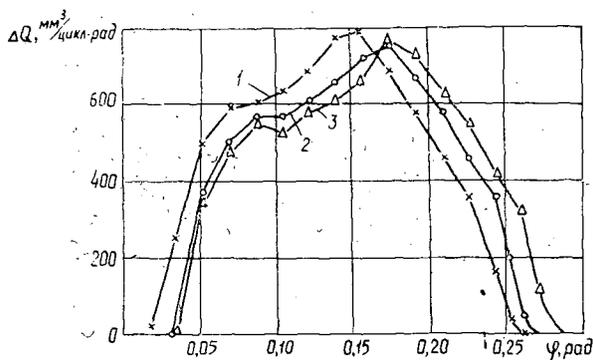


Рис. 4. Влияние износа плунжерных пар на закон подачи топлива при $n = 110$ рад/с.
1 — новая пара $\delta_p^{max} = 1,8$ мкм; 2 — предельно допустимая $\delta_p^{max} = 6,8$ мкм; 3 — максимально изношенная $\delta_p^{max} = 9,4$ мкм.

износов плунжерных пар ЯЗТА увеличилось в 2,6 раза, в то время как на режиме номинальной подачи запаздывание впрыска возросло всего лишь в 1,3 раза.

С увеличением износа плунжерных пар закон подачи топлива постепенно сдвигается в сторону больших значений углов φ . При этом максимальное значение цикловой подачи ΔQ незначительно смещается вправо с одновременным снижением ее абсолютной величины (рис. 4). Однако при наложении графиков закона подачи существенного различия в их форме не наблюдается. Данные изменения в протекании законов подачи несомненно приведут к некоторому ухудшению экономичности работы двигателя, но не могут быть препятствием для дальнейшего использования прецизионных сопряжений.

Выполненные исследования показали, что при износе плунжерных пар цикловая подача и параметры впрыска претерпевают наибольшие изменения на режиме пусковой подачи. Поэтому минимально допустимая пусковая подача, при которой обеспечивается надежный запуск двигателя, может служить критерием годности плунжерных пар.

Поступила 20 марта 1975 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 634.0.812

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ
КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ ИЗГИБЕ
ОТ МАСШТАБНОГО ФАКТОРА

Ю. С. СОБОЛЕВ

Московский лесотехнический институт

Установлено, что с увеличением размеров образцов изменчивость модуля упругости уменьшается. Даны рекомендации по пересчету опытных значений модуля упругости, полученных по ГОСТу, на значения модуля упругости, характерные для образцов строительных размеров.

Клееную древесину широко применяют в строительстве в качестве материала для несущих элементов зданий. Относительно малый вес и довольно высокая удельная прочность элементов клееных деревянных конструкций — важные факторы, характеризующие преимущество этих конструкций перед другими.

Как показывают инженерные расчеты, зачастую при удовлетворении условию прочности при статическом изгибе условие жесткости элементов не выполняется. В ряде случаев размеры сечения приходится назначать согласно расчетам на жесткость.

Жесткость элементов при статическом изгибе прямо пропорциональна модулю упругости, значения которого рекомендуется брать, согласно нормам [4], по результатам испытаний малых «чистых» образцов.

Как установлено нами ранее [5—7], неоднородность натуральной древесины при сжатии — причина, порождающая зависимость от масштабного фактора не только предела прочности, но и постоянных упругости.

Основная задача настоящего исследования — установить зависимость средних значений модуля упругости клееной древесины при статическом изгибе от масштабного фактора.

Было изготовлено четыре группы образцов (по 30 в каждой), их размеры указаны в табл. 1.

Таблица 1

Группа образцов	Размер, мм
Первая (по ГОСТу)	20×20×300
Вторая	30×30×450
Третья	60×60×900
Четвертая (строительные размеры)	120×120×1800

Образцы изготовляли в заводских условиях при соблюдении норм и правил [4] как в отношении количества и вида включенных пороков, так и технологии изготовления образцов. Их форма принята согласно ГОСТу [1], то есть образцы представляли собой призму квадратного поперечного сечения при отношении размера сечения к длине 1:15.

Все образцы изготовляли из 15 заготовок. Из одной заготовки получали по два образца каждой группы. Это позволило избежать нежелательного влияния побочного фактора — индивидуальных свойств древесины заготовки. Влажность образцов измеряли в момент испытания; она оказалась равной в среднем 8%; максимальное отклонение $\pm 1\%$. Испытания выполняли при чистом изгибе по схеме нагружения, приведенной на рис. 1. Длина пролета образцов каждой группы l_1 составляла 80% от соответствующей длины образца l , то есть $l_1 = 0.8l$.

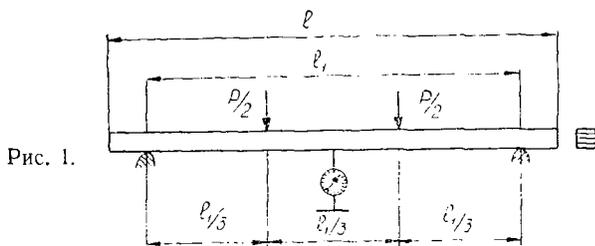


Рис. 1.

Испытания проводили на испытательных машинах: ГЗИП Р-5 (первая, вторая, третья группы) и УИМ-50 (четвертая группа). Значения нижнего и верхнего пределов нагружения (табл. 2) приняты исходя из известных сведений о пределе пропорциональности древесины при изгибе.

Деформацию в центральной точке образца замеряли индикатором часового типа с ценой деления 0,01 мм.

Нагружение образцов и замер деформаций осуществляли согласно ГОСТу [1]. Для образцов первой и второй групп учитывали смещения опорных точек балки и исключали из общей деформации. Для образцов третьей и четвертой групп влияние смещения опорных точек на показатель индикатора было незначительным (1—2%), поэтому таким смещением пренебрегали.

Образцы нагружали в плоскости (перпендикулярной плоскостям склеивания досок), в которой изгибаются элементы клееных деревянных конструкций.

Предварительные опыты, проведенные с целью сравнения значений модуля упругости при изгибе в плоскостях, перпендикулярных и параллельных плоскостям склеивания досок, показали, что разница в данном случае незначительна и составила по отдельным образцам не более $\pm 6\%$.

Величина модуля упругости

$$E = \frac{23}{108} \cdot \frac{Pl_1^3}{bh^3f} \quad (1)$$

где P — нагрузка на весь образец (разница между верхним и нижним пределами нагружения), кгс;

l_1 — длина пролета балки, см;

b — ширина сечения образца, см;

h — высота сечения образца, см;

f — прогиб балки в центре пролета, соответствующий нагрузке P , см.

В результате обработки опытных данных получены статистические показатели, приведенные в табл. 3.

Как видно из данных табл. 3, средние арифметические значения модуля упругости при увеличении размеров образцов несколько уменьшаются (примерно на 12% при увеличении площади сечения в 36 раз). Обращает на себя внимание монотонное и довольно существенное снижение разброса данных с увеличением размеров образцов. При уве-

Таблица 2

Группа образцов	Предел нагружения, кгс,	
	нижний P_{min}	верхний P_{max}
Первая	20	60
Вторая	40	120
Третья	160	480
Четвертая	640	1920

Таблица 3

Группа образцов	Статистические показатели				
	M , тыс. кгс/см ²	σ , тыс. кгс/см ²	v , %	m , тыс. кгс/см ²	ρ , %
Первая	108,3	16,5	15,3	3,00	2,8
Вторая	106,8	13,2	12,4	2,40	2,2
Третья	96,6	9,3	9,6	1,69	1,7
Четвертая	95,1	6,8	7,2	1,24	1,3

Примечание. Во всех случаях $n = 30$ шт.

личении площади сечения образцов в 36 раз вариационный коэффициент v уменьшается в 2,1 раза.

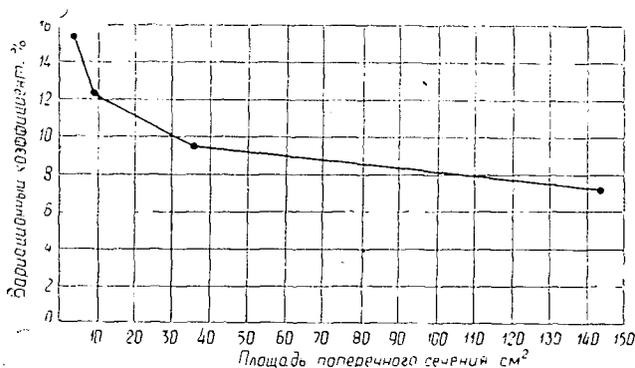


Рис. 2.

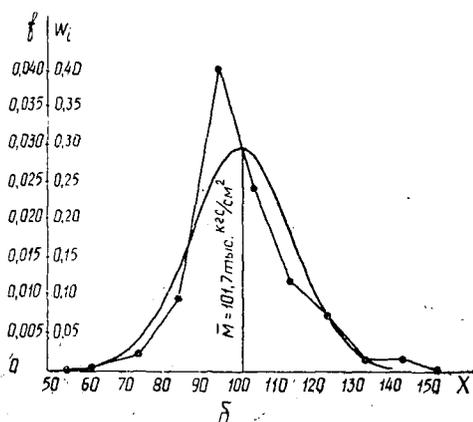
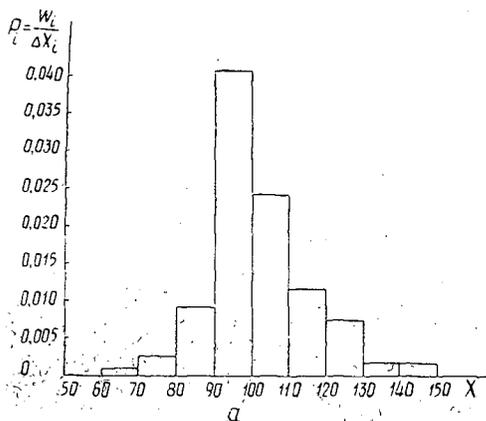


Рис. 3.

На рис. 2 приведен график изменения вариационного коэффициента от масштабного фактора. На рис. 3, а изображена гистограмма общей совокупности опытных значений модуля упругости. Для всей совокупности опытных данных среднее арифметическое значение модуля упругости $\bar{M} = 101,7$ тыс. кгс/см², а среднее квадратическое отклонение отдельных вариантов от их общей средней $\bar{\sigma} = 13,5$ тыс. кгс/см².

Полигон распределения опытных значений и построенная на их основании кривая нормального распределения показаны на рис. 3, б, из которого видно, что имеется некоторое отклонение полигона опытных значений от кривой нормального распределения. Определим, допустимы ли асимметрия и эксцесс опытного распределения.

В результате вычислений получен показатель асимметрии $A = 0,564$, его ошибка $m_A = 0,2236$; показатель эксцесса $E = 1$, его ошибка $m_E = 0,4472$.

Отношения показателей асимметрии и эксцесса к их ошибкам

$$\frac{A}{m_A} = 2,52 < 3;$$

$$\frac{E}{m_E} = 2,24 < 3.$$

Следовательно, асимметрия и эксцесс распределения экспериментальных значений допустимы, а само распределение можно считать подчиняющимся закону нормального распределения.

Имея в виду, что при увеличении абсолютных размеров образцов изменение модуля упругости сравнительно невелико, необходимо доказать, что на изменение модуля упругости преимущественно влияет масштабный фактор. С этой целью вычислены и сравнены дисперсии (табл. 4).

Таблица 4

Статистические показатели	Значения статистических показателей
Сумма квадратов отклонений вариант от общей средней	$S = 21\,963 \cdot 10^6 \text{ (кгс/см}^2\text{)}^2$
Общее число степеней свободы	$k = n - 1 = 119$
Общая дисперсия	$s^2 = \frac{S}{k} = 184 \cdot 10^6 \text{ (кгс/см}^2\text{)}^2$
Сумма квадратов отклонений по факторам	$S_f = 4159,2 \cdot 10^6 \text{ (кгс/см}^2\text{)}^2$
Число степеней свободы по факторам	$k_f = n_f - 1 = 3$
Дисперсия по факторам	$s_f^2 = \frac{S_f}{k_f} = 1386 \cdot 10^6 \text{ (кгс/см}^2\text{)}^2$
Остаточная сумма квадратов отклонений	$S_e = 17803,8 \cdot 10^3 \text{ (кгс/см}^2\text{)}^2$
Остаточное число степеней свободы	$k_e = k - k_f = 116$
Остаточная дисперсия	$s_e^2 = \frac{S_e}{k_e} = 154 \cdot 10^6 \text{ (кгс/см}^2\text{)}^2$
Отношение дисперсий	$T_{\text{таб}} = \frac{s_f^2}{s_e^2} = 9$

Согласно табличным данным [3], для доверительной вероятности $p = 0,99$ при $k_1 = k_f = 3$ и $k_2 = k_e = 116$

$$T_{\text{таб}} = 3,95.$$

Сравнивая значения отношений дисперсий, имеем $T_{\text{наб}} > T_{\text{таб}}$ ($9 > 3,95$).

Следовательно, влияние случайных факторов на опытные соотношения мало по сравнению с влиянием основного масштабного фактора.

В качестве уравнения связи применяем зависимость

$$E = AF^{-a}, \quad (2)$$

где E — модуль упругости клееной древесины при статическом изгибе, тыс. кгс/см²;

F — площадь поперечного сечения образца, см²;

A и a — опытные постоянные.

Для определения постоянных A и a используем метод наименьших квадратов [2]. Уравнение связи имеет вид:

в логарифмических координатах

$$\lg E = 2,051 - 0,0338 \lg F; \quad (3)$$

в обычных

$$E = 112,5 F^{-0,0338}. \quad (4)$$

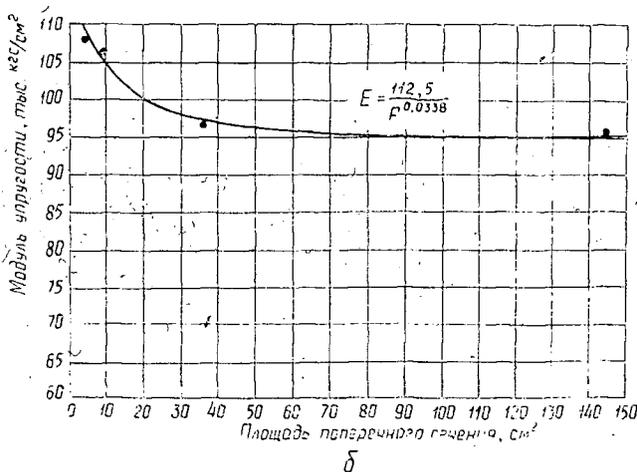
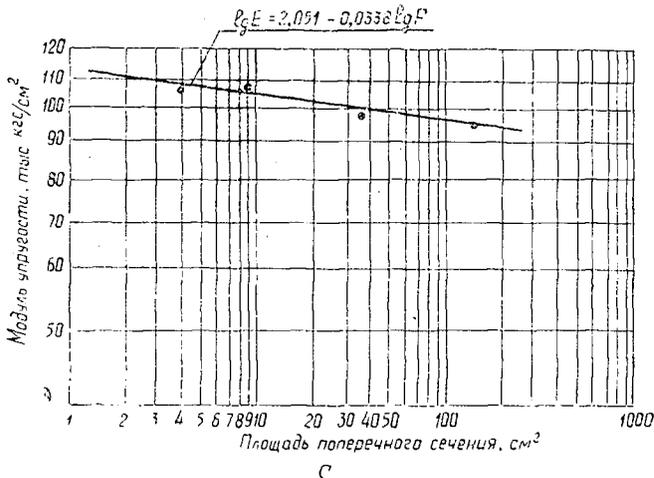


Рис. 4.

Графики, построенные по уравнениям (3) и (4), представлены соответственно на рис. 4, а, б, из которых видно, что опытные точки располагаются в непосредственной близости от соответствующих кривых. Образцы первой группы в данном исследовании принимали с допустимыми пороками. ГОСТ предусматривает испытания образцов тех же размеров, но чистых, без пороков. Исключение результатов, полученных при испытании образцов с пороками, не привело к существенному изменению как среднего арифметического значения модуля упругости, так и вариационного коэффициента. Поэтому для определения модуля упругости элементов клееных деревянных конструкций при статическом изгибе по результатам массовых испытаний малых чистых образцов рекомендуем масштабный коэффициент

$$m = \frac{95,1}{108,3} = 0,88.$$

Местные пороки (сучки) не оказывают существенного влияния на значения модуля упругости при испытании как образцов строительных размеров, так и малых образцов. Уменьшение модуля упругости в данном случае составило не более 3%.

ЛИТЕРАТУРА

11. ГОСТ 11483—65 — ГОСТ 11499—65. Древесина. Методы испытаний. [2]. Длин А. М. Математическая статистика в технике. М., «Советская наука», 1949. [3]. Романовский В. И. Применение математической статистики в опытном деле. М.—Л., Гостехиздат, 1947. [4]. СНиП II-V. 4-71. Деревянные конструкции. Нормы проектирования. М., 1972. [5]. Соболев Ю. С. Исследование постоянных упругости древесины. — «Лесоинженерное дело», 1958, № 4. [6]. Соболев Ю. С. Влияние масштабного фактора на опытные значения модуля упругости древесины при сжатии вдоль волокон. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1967, № 2. [7]. Соболев Ю. С. Зависимость модуля объемной деформации древесины от масштабного фактора. — Сборник работ МЛТИ, вып. 21, 1969.

Поступила 29 октября 1974 г.

УДК 674.093.6

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ШИРИНЫ ПРОПИЛА НА БАЛАНС ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ВЫРАБОТКЕ ЭКСПОРТНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ХВОЙНЫХ ПОРОД

З. А. ВОЛКОВА

Ленинградская лесотехническая академия

Рассмотрено влияние ширины пропила на объем пиломатериалов, кусковых отходов, технологической щепы и опилок для трех различных вариантов формирования пропилов.

При определении влияния ширины пропила на баланс древесины рассматривали три варианта: I) лесопильная рама (круглопильный станок) — обрезной станок (способ распиловки брусовой или вразвал); II) фрезернопильный станок — кромкофрезеровальный станок (способ распиловки брусовой); III) фрезернопильный агрегат (способ распиловки-вразвал). Условно принято, что ширина пропила для всего оборудования потока одинакова и может изменяться от 0 до 6,6 мм. Было установлено:

1) изменение объемного выхода пиломатериалов или количества опилок за счет пиломатериалов u_{Π} (проценты от сырья) зависит от ши-

рины пропила S (мм) и количества досок в поставе n (шт.). Для всех трех вариантов

$$y_n = \pm bS(n-1); \quad n \geq 1,$$

где b — коэффициент, зависящий от диаметра бревна

d	14	16	18	20	22	24	26	28	30
b	0,36	0,33	0,30	0,27	0,24	0,21	0,18	0,15	0,12

2) изменение количества кусковых отходов или количества опилок за счет кусковых отходов в y_k (проценты от сырья) зависит от ширины пропила и количества досок в поставе для I варианта

$$y_{kI} = \mp aS(1 + 0,02n); \quad n \geq 1,$$

здесь a — коэффициент, зависящий от диаметра бревна

d	14	16	18	20	22	24	26	28	30
a	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1

для II варианта

$$y_{kII} = \mp cSn; \quad n \geq 3,$$

где c — коэффициент, зависящий от диаметра бревна

d	14	16	18	20	22	24	26	28	30
c	0,125	0,120	0,115	0,110	0,105	0,100	0,095	0,090	0,085

для III варианта

$$y_{kIII} = \mp 0,06S(n-1); \quad n \geq 2,$$

здесь 0,06 — постоянная величина для всех диаметров.

Общее изменение в количестве опилок

$$y = y_n + y_k.$$

Рассмотрим изменения в балансе древесины для разных диаметров бревен при изменении ширины пропила от 3,6 мм (толщина пил 2,0 мм, уширение пропила на сторону 0,8 мм) до 0; до 4,1 мм (толщина пил 2,5 мм, уширение пропила на сторону 0,8 мм) и до 6,6 мм (табл. 1).

Рекомендуемое количество досок в поставе составляет [2]:

d , см	16	20	24	28
n , шт.	4 ÷ 7	5 ÷ 8	6 ÷ 9	7 ÷ 10

Формирование пропилов идет по трем вариантам.

Расчеты показали:

1) изменение количества пиломатериалов с изменением ширины пропила не зависит от способа формирования пропилов и растет с увеличением количества досок в поставе;

2) наибольшее количество опилок получается в I варианте формирования пропилов, наименьшее — в III. Однако во II варианте увеличение количества досок в поставе вызывает больший рост количества опилок, чем в I и III;

Таблица 1

Диаметр бревна, см	Вариант	Количество опилок при S = 3,6 мм	Уменьшение количества опилок при уменьшении пропила от 3,6 мм до 0	Увеличение количества опилок при увеличении пропила от 3,6 до 4,1 мм	Общее количество опилок при S = 4,1 мм	Увеличение количества опилок при увеличении пропила от 3,6 до 6,6 мм	Общее количество опилок при S = 6,6 мм	проценты от сырья	
16	I	10,6 ÷ 14,5	$\frac{3,6 \div 7,1}{7,0 \div 7,4}$	$\frac{0,5 \div 1,0}{1,0}$	12,1 ÷ 16,5	$\frac{2,9 \div 5,9}{5,8 \div 6,2}$	19,3 ÷ 26,6		
	II	5,3 ÷ 10,1	$\frac{3,6 \div 7,1}{1,7 \div 3,0}$	$\frac{0,5 \div 1,0}{0,2 \div 0,4}$	6,0 ÷ 11,5	$\frac{2,9 \div 5,9}{1,4 \div 2,5}$	9,6 ÷ 18,5		
	III	4,3 ÷ 8,4	$\frac{3,6 \div 7,1}{0,7 \div 1,3}$	$\frac{0,5 \div 1,0}{0,1 \div 0,2}$	4,9 ÷ 9,6	$\frac{2,9 \div 5,9}{0,5 \div 1,1}$	7,7 ÷ 15,4		
20	I	10,2 ÷ 13,5	$\frac{3,9 \div 6,8}{6,3 \div 6,7}$	$\frac{0,5 \div 0,9}{0,9}$	11,6 ÷ 15,3	$\frac{3,2 \div 5,7}{5,3 \div 5,6}$	18,7 ÷ 24,8		
	II	5,9 ÷ 10,0	$\frac{3,9 \div 6,8}{2,0 \div 3,2}$	$\frac{0,5 \div 0,9}{0,3 \div 0,4}$	6,7 ÷ 11,3	$\frac{3,2 \div 5,7}{1,6 \div 2,6}$	10,7 ÷ 18,3		
	III	4,8 ÷ 8,3	$\frac{3,9 \div 6,8}{0,9 \div 1,5}$	$\frac{0,5 \div 0,9}{0,1 \div 0,2}$	5,4 ÷ 9,4	$\frac{3,2 \div 5,7}{0,7 \div 1,3}$	8,7 ÷ 15,3		
24	I	9,5 ÷ 12,1	$\frac{3,8 \div 6,1}{5,7 \div 6,0}$	$\frac{0,5 \div 0,8}{0,8}$	10,8 ÷ 13,7	$\frac{3,1 \div 5,0}{4,7 \div 5,0}$	17,3 ÷ 22,1		
	II	6,0 ÷ 9,3	$\frac{3,8 \div 6,1}{2,2 \div 3,2}$	$\frac{0,5 \div 0,8}{0,3 \div 0,5}$	7,4 ÷ 10,6	$\frac{3,1 \div 5,0}{1,8 \div 2,7}$	10,9 ÷ 17,0		
	III	4,9 ÷ 7,8	$\frac{3,8 \div 6,1}{1,1 \div 1,7}$	$\frac{0,5 \div 0,8}{0,2 \div 0,3}$	5,6 ÷ 8,9	$\frac{3,1 \div 5,0}{0,9 \div 1,4}$	8,9 ÷ 14,2		
28	I	8,1 ÷ 10,1	$\frac{3,2 \div 4,9}{4,9 \div 5,2}$	$\frac{0,5 \div 0,7}{0,7}$	9,3 ÷ 11,5	$\frac{2,7 \div 4,0}{4,1 \div 4,3}$	14,3 ÷ 18,4		
	II	5,5 ÷ 8,1	$\frac{3,2 \div 4,9}{2,3 \div 3,2}$	$\frac{0,5 \div 0,7}{0,3 \div 0,5}$	6,3 ÷ 9,3	$\frac{2,7 \div 4,0}{1,9 \div 2,7}$	10,1 ÷ 14,8		

Примечание. В числителе данные изменения количества опилок за счет пиломатериалов, в знаменателе — за счет кусковых отходов.

3) с увеличением диаметра бревна влияние ширины пропила на количество опилок как за счет пиломатериалов, так и за счет кусковых отходов уменьшается;

4) в случае формирования пропилов по I варианту при большем рекомендуемом числе досок в поставе изменение ширины пропила вызывает одинаковое изменение количества пиломатериалов и кусковых отходов.

При уширении пропилов образование опилок идет в большей степени за счет кусковых отходов;

5) в случае формирования пропилов по II варианту процесс образования опилок при уширении пропила идет в большей степени за

Оценка баланса древесины при распиловке бревен $d = 20$ см при различной ширине пропила

Вариант	Компоненты баланса	Количество компонента, % от сырья	Стоимость продукции из 1 м ³ сырья, р.	Количество компонента, % от сырья	Стоимость продукции из 1 м ³ сырья, р.	Количество компонента, % от сырья	Стоимость продукции из 1 м ³ сырья, р.	Количество компонента, % от сырья	Стоимость продукции из 1 м ³ сырья, р.
		при ширине пропила, мм							
		0		3,6		4,1		6,6	
I	Пиломатериалы	60,9 <u>60,9</u>	30,45 <u>30,45</u>	56,0 <u>56,0</u>	28,00 <u>28,00</u>	55,3 <u>55,3</u>	27,65 <u>27,65</u>	52,0 <u>52,0</u>	26,00 <u>26,00</u>
	Технологическая щепа	26,6 <u>26,6</u>	3,99 <u>3,99</u>	21,4 <u>21,4</u>	3,21 <u>3,21</u>	20,6 <u>20,6</u>	3,09 <u>3,09</u>	17,0 <u>17,0</u>	2,55 <u>2,55</u>
	Технологические опилки	— <u>—</u>	— <u>—</u>	11,3 <u>9,0</u>	0,23 <u>1,35</u>	12,9 <u>10,3</u>	0,26 <u>1,03</u>	20,7 <u>16,6</u>	0,41 <u>1,66</u>
	Отсев от щепы	6,6 <u>6,6</u>	— <u>—</u>	5,3 <u>7,6</u>	— <u>—</u>	5,2 <u>7,8</u>	— <u>—</u>	4,3 <u>8,4</u>	— <u>—</u>
	Усушка и распыл	6,0 <u>6,0</u>	— <u>—</u>	6,0 <u>6,0</u>	— <u>—</u>	6,0 <u>6,0</u>	— <u>—</u>	6,0 <u>6,0</u>	— <u>—</u>
	Сырье	100 <u>100</u>	17,00 <u>17,00</u>	100 <u>100</u>	17,00 <u>17,00</u>	100 <u>100</u>	17,00 <u>17,00</u>	100 <u>100</u>	17,00 <u>17,00</u>
	$K_{эф.б}$		17,44 <u>17,44</u>		14,44 <u>15,11</u>		14,00 <u>14,77</u>		11,96 <u>13,21</u>
II	Пиломатериалы	60,9 <u>60,9</u>	30,45 <u>30,45</u>	56,0 <u>56,0</u>	28,00 <u>28,00</u>	55,3 <u>55,3</u>	27,65 <u>27,65</u>	52,0 <u>52,0</u>	26,00 <u>26,00</u>
	Технологическая щепа	31,1 <u>31,1</u>	4,67 <u>4,67</u>	28,9 <u>28,9</u>	4,34 <u>4,34</u>	28,6 <u>28,6</u>	4,29 <u>4,29</u>	27,0 <u>27,0</u>	4,05 <u>4,05</u>
	Технологические опилки	— <u>—</u>	— <u>—</u>	7,3 <u>5,8</u>	0,15 <u>0,58</u>	8,3 <u>6,6</u>	0,16 <u>0,66</u>	13,3 <u>10,6</u>	0,27 <u>1,06</u>

Вариант	Компоненты баланса	Количество компонента, % от сырья	Стоимость продукции из 1 м ³ сырья, р.	Количество компонента, % от сырья	Стоимость продукции из 1 м ³ сырья, р.	Количество компонента, % от сырья	Стоимость продукции из 1 м ³ сырья, р.	Количество компонента, % от сырья	Стоимость продукции из 1 м ³ сырья, р.
		при ширине пропила, мм							
		0		3,6		4,1		6,6	
III	Отсев от щепы	$\frac{2,0}{2,0}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{1,8}{3,3}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{1,8}{3,5}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{1,7}{4,4}$	$\frac{—}{—}$
	Усушка и распыл	$\frac{6,0}{6,0}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{6,0}{6,0}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{6,0}{6,0}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{6,0}{6,0}$	$\frac{—}{—}$
	Сырье	$\frac{100}{100}$	$\frac{17,00}{17,00}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{17,00}{17,00}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{17,00}{17,00}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{17,00}{17,00}$
	$K_{эф.б}$		$\frac{18,12}{18,12}$		$\frac{15,49}{15,92}$		$\frac{15,10}{15,60}$		$\frac{13,32}{14,11}$
	Пиломатериалы	$\frac{54,9}{54,9}$	$\frac{27,45}{27,45}$	$\frac{50,1}{50,1}$	$\frac{25,05}{25,05}$	$\frac{49,4}{49,4}$	$\frac{24,70}{24,70}$	$\frac{46,0}{46,0}$	$\frac{23,00}{23,00}$
	Технологическая щепа	$\frac{36,8}{36,8}$	$\frac{5,52}{5,52}$	$\frac{35,7}{35,7}$	$\frac{5,36}{5,36}$	$\frac{35,6}{35,6}$	$\frac{5,34}{5,34}$	$\frac{35,0}{35,0}$	$\frac{5,25}{5,25}$
	Технологические опилки	$\frac{—}{—}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{5,9}{4,7}$	$\frac{0,12}{0,47}$	$\frac{6,7}{5,4}$	$\frac{0,13}{0,54}$	$\frac{10,9}{8,7}$	$\frac{0,22}{0,87}$
	Отсев от щепы	$\frac{2,3}{2,3}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{2,3}{3,5}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{2,3}{3,6}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{2,1}{4,3}$	$\frac{—}{—}$
	Усушка и распыл	$\frac{6,0}{6,0}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{6,0}{6,0}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{6,0}{6,0}$	$\frac{—}{—}$	$\frac{6,0}{6,0}$	$\frac{—}{—}$
	Сырье	$\frac{100}{100}$	$\frac{17,00}{17,00}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{17,00}{17,00}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{17,00}{17,00}$	$\frac{100}{100}$	$\frac{17,00}{17,00}$
	$K_{эф.б}$		$\frac{15,97}{15,97}$		$\frac{13,53}{13,88}$		$\frac{13,10}{13,58}$		$\frac{11,47}{11,72}$

Примечание. В числителе показатели при получении технологических опилок для гидролиза; в знаменателе — для производства целлюлозы.

счет уменьшения количества пиломатериалов (~ в 2 раза больше, чем кусковых отходов); это еще больше проявляется в III варианте.

Оценим изменение в балансе древесины, вызываемое изменением ширины пропила для бревен диаметром 20 см; количество досок в поставе 6. В качестве критерия для оценки комплексного использования древесины примем вновь созданную стоимость всей продукции лесопиления из 1 м³ пиловочного сырья

$$K = \frac{C_{\text{пм}} Q_{\text{пм}} + C_{\text{тщ}} Q_{\text{тщ}} + C_0 Q_0 + \dots - C_c Q_c}{Q_c} = \\ = C_{\text{пм}} O_{\text{пм}} + C_{\text{тщ}} O_{\text{тщ}} + C_0 O_0 + \dots - C_c$$

где K — критерий комплексного использования древесины, р;
 C — стоимость 1 м³ компонента баланса соответственно пиломатериалов, технологической щепы, опилок, .., пиловочного сырья, р;
 Q — количество компонента баланса, м³;
 O — относительное количество компонента баланса.

При оценке баланса древесины (табл. 2) полагаем:

1) для всех трех вариантов формирования пропилов кусковые отходы перерабатываются в технологическую щепу. Кондиционность технологической щепы из кусковых отходов составляет для I варианта 80%, для II и III вариантов — 94%. При получении технологических опилок для производства целлюлозы их кондиционность равна 80%;

2) объемный выход пиломатериалов в I и II вариантах при ширине пропила 3,6 мм равен 56%, в III варианте при ширине пропила 6,6 мм — 46%;

3) стоимость 1 м³ экспортных хвойных пиломатериалов (без учета сушки и пакетирования) 50 р., стоимость 1 м³ технологической щепы 15 р., стоимость 1 м³ технологических опилок для производства целлюлозы 10 р., для гидролиза 2 р.

Выводы

1. Переход с пил толщиной 2,5 мм (уширение пропила на сторону 0,8 мм) на пилы толщиной 2,0 мм дает увеличение стоимости продукции из 1 м³ сырья на 1,34 р. в I варианте, на 1,10 р. во II варианте, на 0,43 р. в III варианте. Для III варианта переход на пилы толщиной 2,0 мм при ширине пропила 6,6 мм дает эффект в 2,06 р.

2. При получении технологических опилок для производства целлюлозы вместо опилок для гидролиза улучшается баланс древесины. Однако получение опилок для производства целлюлозы при ширине пропила 4,1 мм (толщина пил 2,5 мм) [1] дает несколько меньший эффект, чем получение опилок для гидролиза при ширине пропила 3,6 мм, в I варианте на 0,36 р., во II — на 0,52 р., в III — увеличение на 0,03 р.

3. Наибольший эффект в изменении баланса древесины получает при переходе на безопилочное деление по II варианту.

ЛИТЕРАТУРА

III. Остроумов И. П., Носаль Б. Д., Елфимова А. Б. О расчете режима рамного пиления с получением технологических опилок для целлюлозно-бумажного производства. — Научные труды ЦНИИМОДа, вып. 32, Архангельск, 1975. [2].
 Покотило В. П. и др. Пособие по раскрою пиловочного сырья. М., «Лесная промышленность», 1974.

УДК 674.053 : 536.5

К ОЦЕНКЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В ДИСКОВЫХ ПИЛАХ

Б. Е. ВЛАСОВ

Московский лесотехнический институт

Нестационарное температурное поле во вращающейся дисковой пиле возникает вследствие теплоподвода в месте контакта с обрабатываемым изделием. Предложенное дифференциальное уравнение решается методом Галеркина. Метод реализуется численно.

Рассмотрим нестационарное температурное поле для вращающейся дисковой пилы. Изменение температуры по толщине учитывать не будем. Температура диска при этом зависит только от радиальной r и окружной φ координат. Пусть в месте контакта с обрабатываемым изделием осуществляется теплоподвод. В этом случае можно считать, что в каждой определенной точке диска температура периодически меняется, то есть после каждого полного оборота она возвращается к одному и тому же исходному значению. Тогда можно рассматривать вращающееся температурное поле [4].

Введем вращающуюся по отношению к диску систему координат и будем рассматривать температурное состояние как квазистационарное.

На основании работы [4] дифференциальное уравнение теплопроводности запишем в виде

$$\Delta T - p^2 T + \frac{\omega}{a} \cdot \frac{\partial T}{\partial \varphi} = 0, \quad (1)$$

где Δ — оператор Лапласа в полярной системе координат;

$$p^2 = \frac{2\alpha}{\lambda \delta},$$

здесь λ — коэффициент теплопроводности;
 α — коэффициент теплоотдачи между диском и средой;
 δ — средняя толщина диска (член $p^2 T$ учитывает явление теплообмена на боковых поверхностях);
 ω — угловая скорость вращения диска;
 a — коэффициент температуропроводности.

Найдем решение, пользуясь методом Галеркина [1]. Для температурного поля примем следующее решение

$$T = \tilde{T} I_m \left(\alpha_{mn} \frac{r}{R} \right) e^{in\varphi}, \quad (2)$$

где I_m — функция Бесселя первого рода порядка m ;
 α_{mn} — собственные значения;
 R — радиус диска;
 $n = 0, 1, 2, \dots$

Задача допускает обобщение на случай кольцевой области. На границе диска $r = R$ положим температуру

$$T = T_0 \cos n\varphi, \quad (3)$$

тогда $T = \frac{T_0}{I_m(\alpha_{mn})}$ удовлетворяет действительной части решения (2).

Подставляя равенство (2) в уравнение (1) и применяя процедуру Галеркина, для определения собственных значений α_{mn} имеем

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\alpha_{mn}}{R}\right)^2 \int_0^R r^2 I_m'' I_m dr + \frac{\alpha_{mn}}{R} \int_0^R r I_m' I_m dr + \\ & + \left(\frac{i\omega n}{a} - p^2\right) \int_0^R r^2 I_m^2 dr - n^2 \int_0^R I_m^2 dr = 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Здесь для улучшения сходимости одного из интегралов в качестве весовой функции использована функция r^2 .

Подынтегральные выражения можно преобразовать, если использовать известные соотношения для функций Бесселя [2]

$$I_m'(z) = \frac{m}{z} I_m(z) - I_{m+1}(z);$$

$$I_{m-1}(z) + I_{m+1}(z) = \frac{2m}{z} I_m(z);$$

$$I_m''(z) = -\frac{m}{z^2} I_m(z) + \frac{m}{z} I_m'(z) - I_{m+1}'(z) =$$

$$= -\frac{m}{z^2} I_m(z) + \left(\frac{m}{z}\right)^2 I_m(z) - \left(\frac{m}{z}\right) I_{m+1}(z) - \frac{m+1}{z} I_{m+1}(z) - I_{m+2}(z);$$

$$I_m'(z) I_m(z) = \frac{m}{z} I_m^2(z) - I_m(z) I_{m+1}(z).$$

Так как функции Бесселя любых порядков выражаются через I_0 и I_1 , то можно воспользоваться отрезками рядов

$$I_0(z) = 1 - \frac{\left(\frac{z}{2}\right)^2}{1!} + \frac{\left(\frac{z}{2}\right)^4}{2!^2} - \frac{\left(\frac{z}{2}\right)^6}{3!^2} + \dots;$$

$$I_1(z) = \frac{z}{2} \left[1 - \frac{\left(\frac{z}{2}\right)^2}{1!2!} + \frac{\left(\frac{z}{2}\right)^4}{2!3!} - \frac{\left(\frac{z}{2}\right)^6}{3!4!} + \dots \right].$$

Вычисляя интегралы, приходим к алгебраическому уравнению с комплексными коэффициентами относительно α_{mn} . Задачу можно решить с высокой степенью точности, применив ЭВМ.

В качестве примера рассмотрим случай $m=0$. Тогда уравнение (4) принимает вид

$$\left[\frac{i\omega n}{a} - p^2 + \left(\frac{\alpha_{0n}}{R}\right)^2 \right] \int_0^R r^2 I_0^2 dr - \frac{2\alpha_{0n}}{R} \int_0^R r I_0 I_1 dr - n^2 \int_0^R I_0^2 dr = 0. \quad (5)$$

Ограничиваясь двумя членами разложения в ряды для I_0 и I_1 и вычисляя приближенно интегралы, имеем

$$\left[\frac{i\omega n}{a} - p_2 + \left(\frac{\alpha_{0n}}{R} \right)^2 \right] R^3 \left(\frac{1}{3} - \frac{\alpha_{0n}^2}{10} + \frac{\alpha_{0n}^4}{112} \right) - 2\alpha_{0n} R \left(\frac{\alpha_{0n}}{3} - \frac{3\alpha_{0n}^3}{80} + \frac{\alpha_{0n}^5}{448} \right) - n^2 R \left(1 - \frac{\alpha_{0n}^2}{6} + \frac{\alpha_{0n}^4}{80} \right) = 0. \quad (6)$$

Для типовой конической дисковой пилы с $R=0,355$ м $\delta=2,4 \cdot 10^{-4}$ м при $\omega = 200$ с $^{-1}$; $a = 50$ ккал/м $^2 \cdot$ ч \cdot град; $\lambda = 38,5$ ккал/м \cdot ч \cdot град, $a = 0,06$ м 2 /ч, $n = 1$, имеем

$$\alpha_{01}^6 \cdot 8,94 \cdot 10^{-3} - \alpha_{01}^5 \cdot 4,47 \cdot 10^{-3} + \alpha_{01}^4 (i \cdot 13,54 \cdot 10^3 - 12,2) + \alpha_{01}^2 (138 - i \cdot 151 \cdot 10^3) - 457 + i \cdot 504 \cdot 10^3 = 0.$$

В качестве подходящего корня этого уравнения [4] взято значение, наименьшее по модулю и с положительной действительной частью

$$\alpha_{01} = 3,84 + 0,826i.$$

Имеем следующее приближенное решение для температурного поля:

$$T \approx T_0 [(10,2r^2 - 0,286) \cos \varphi + (1,41r^2 - 0,173) \sin \varphi]. \quad (7)$$

Для $\varphi = 0$ на ободе диска

$$T \approx T_0 (1,26 - 0,286) = 0,974 T_0,$$

погрешность метода при этом по отношению к граничному условию составляет 2,6%. Знание температурных полей позволит оценить работоспособность инструмента [5].

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Власов Б. Е. Излучение звука колеблющимся валом. — Труды МЛТИ, вып. 48, 1973. [2]. Лебедев Н. Н. Специальные функции и их приложения. М.—Л., Физматгиз, 1963. [3]. Мишина А. П., Проскураков И. В. Высшая алгебра. СБМ. М., «Наука», 1965. [4]. Паркус Г. Неустановившиеся температурные напряжения. М., Физматгиз, 1963. [5]. Твердынина М. М. Критические температуры нагрева круглых пил. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1967, № 5.

Поступила 8 февраля 1974 г.

УДК 667.648.85

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ АНАЛИТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛИРОВАНИЯ ПОЛИЭФИРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ДРЕВЕСИНЕ

И. Г. ВОЙТОВИЧ

Львовский лесотехнический институт

Сделана попытка аналитически описать зависимость интенсивности съема пленки лакового покрытия при полировании от множества факторов.

В общем технологическом процессе отделки мебели облагораживание — наиболее ответственный и наименее изученный процесс. Сложность его объясняется как многообразием участвующих в нем факторов, так и тесным их взаимодействием.

Работами, проведенными в Львовском лесотехническом институте, установлено, что в процессе полирования полиэфирных покрытий существенную роль играет микроабразивное воздействие. Изучив факторы, при которых такое воздействие максимально, можно влиять и на производительность процесса в целом. Полирование — процесс диспергирования (износа) абразивным слоем. При таком диспергировании абразивные частицы находятся в зазоре между поверхностями

двух тел, перемещающихся относительно друг друга. Каждый элементарный акт воздействия на поверхность абразивной части носит характер удара, образующего на обрабатываемой поверхности разрушения в виде выколов и микротрещин. Кроме того, часть зерен, закрепленных тканью барабана, может удалять покрытие в виде микростружки.

При полировании покрытие нагревается и переходит в высокоэластичное состояние [2]. Естественно, в это время уменьшается как количество трещин в покрытии от удара зерен абразива, так и возможность удаления пленки за счет выколов.

Нами получены графические зависимости производительности полировального оборудования от режима полирования, от конструкций и схем расположения барабана, от характеристики и вида применяемого абразивного материала. Исследования производили применительно к покрытию на основе лака ПЭ-246 при полировании его абразивной суспензией пасты № 290 на однобарабанном полировальном станке.

Сделана попытка описать аналитическими уравнениями влияние множества факторов на процесс полирования. Все исследования и расчеты, связанные с абразивным диспергированием в процессах шлифования и полирования, основаны на известной гипотезе Престона [4], из которой следует, что

$$I_m = C_m PV, \quad (1)$$

где I_m — количество материала (объем, вес и т. д.), диспергированного (удаленного) в единицу времени;

P — давление по нормали к трущимся поверхностям;

V — скорость относительного движения поверхностей;

C_m — постоянная для выбранного режима диспергирования (характеризует влияние всех остальных технологических факторов).

Соотношение (1) установлено для стекла и применительно к нему это уравнение справедливо вплоть до критических значений P_k , при которых происходит разрушение материала; далее начинает выявляться нелинейный характер зависимости.

Работами Л. С. Цесника [3] продолжены и значительно расширены теоретические исследования связи функции I_m с различными физическими величинами. Полученные результаты позволяют количественно установить не только линейную часть функции I_m , но и выявить ее нелинейную часть.

Интенсивность удаления материала пленки при полировании, помимо зависимости от технологических факторов, существенно зависит от характеристики, называемой удельной поверхностной энергией σ . Это понятие отражает затраты работы ΔA на образование единицы новой поверхности ΔS и определяется отношением $\frac{\Delta A}{\Delta S} = \sigma$. Величина σ зависит от множества факторов; однако для упрощения расчетов в дальнейшем принимаем, что $\sigma = \text{const}$.

Используя уравнение переноса для случая полирования стекла абразивным слоем, Л. С. Цесник получил развернутое выражение диспергирования

$$I_m = 0,52 f \left(\frac{a}{h} \right)^3 \frac{\rho_a h S P V}{3 \sqrt{2} \pi \sigma} e^{-\frac{P}{P_k}} \operatorname{th} \frac{\gamma a^2 \sigma n}{f P V}, \quad (2)$$

- где f — коэффициент трения при полировании;
 a — средний диаметр диспергируемой частицы;
 h — диаметр абразивного зерна;
 S — площадь контактирования;
 ρ_a — удельный вес диспергируемых частиц;
 P_k — значение критического давления, превышение которого приводит к значительному распаду зерен;
 γ — параметр формы диспергируемой частицы (если диспергируемая частица имеет кубическую форму, то $\gamma = 6$; при шаровой форме $\gamma = \pi$ и $\gamma_{ср} = \frac{\pi + 6}{2} = 4,6$);
 n — число абразивных зерен, находящихся в рассматриваемом объеме абразивного слоя;
 V — объем абразивного слоя, участвующего в работе по диспергированию.

При экстремальной проверке зависимости $I_m = \varphi(P)$ обнаруживается существование критических точек, при которых I_m достигает максимального значения, в интервале $P(0, \infty)$, соответствующем критическому давлению P_k ; при дальнейшем повышении давления величина I_m уже не возрастает, а падает. Это постоянно подтверждалось в наших исследованиях при полировании полиэфирных покрытий пастой.

Значение критического давления определяем по формуле

$$P_k = \frac{V\sqrt{2}\pi\sigma}{f\varepsilon} h^2 n_k, \quad (3)$$

- здесь ε — множитель пропорциональности;
 n_k — число зерен в единице объема абразивной суспензии;

$$n_k = \left(1 + \frac{1}{k} \frac{\rho_r}{\rho_j}\right)^{-1} h^{-3}, \quad (4)$$

- где $k = \frac{T}{Ж}$ — отношение весовых частей абразива и жидкости в пасте;
 ρ_r и ρ_j — удельные веса абразива и связующего в пасте.

Из формулы (2) в линейной области давления

$$I_m = 0,52 f \left(\frac{a}{h}\right)^5 \frac{\gamma_s \varepsilon \rho_a h}{3 \cdot 2 \pi \sigma} P V. \quad (5)$$

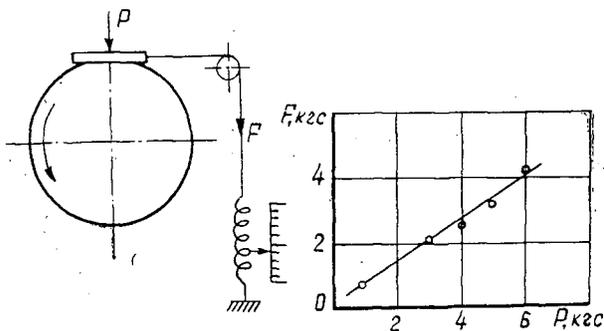


Рис. 1.

Выражение (5) показывает, что интенсивность удаления пленки, кроме режимных факторов P и V , зависит от трех физических параметров процесса: h , f и σ . Определив h , f и σ для нашего случая, а также сравнив теоретические и экспериментальные результаты, можно установить, насколько выводы Л. С. Цесника, сделанные им для стекла, справедливы при полировании полиэфирных пленок.

Коэффициент трения определяли по схеме, представленной на рис. 1, а. Нагружающее усилие P вычисляли по весу груза, накладываемого на образец. Значение F устанавливали с помощью динамометра. Зависимость F от P представлена на рис. 1, б. Значение $f = \frac{F}{P}$, полученное на основании опыта, колеблется в пределах 0,60—0,70.

Величину поверхностной энергии определяли по данным В. Д. Кузнецова [1] методом взаимного шлифования из выражения

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\sigma_2}{\sigma_1}, \quad (6)$$

то есть объемы V_1 и V_2 сошлифованных слоев материала обратно пропорциональны их поверхностным энергиям σ_1 и σ_2 .

Удобство метода взаимного шлифования в том, что отношение масс сошлифованных слоев не зависит ни от времени взаимного шлифования, ни от частоты подсыпки абразива, ни от характера взаимного движения образцов, ни от степени прижима [1].

Мы проводили исследования с использованием металлов, для которых значение σ уже известно. В качестве абразива были выбраны зерна электрокорунда размером 60—80 мкм. Величина поверхностной энергии для пленки на основе лака ПЭ-246, полученная при взаимном шлифовании с латунью, равна 87,4 эрг/см².

Для определения критического давления P_k по формуле (3) необходимо предварительно вычислить n_k по уравнению (4). Значение n_k найдено для рабочей суспензии, содержащей 56% сухого остатка, что соответствует 70%-ной концентрации пасты в суспензии. Для такой суспензии отношение твердой части к жидкой $k=0,881$. При $\rho_T=3,33$ г/см³, $\rho_{ж}=0,9$ г/см³, $h=3 \cdot 10^{-3}$ см, $n_k=0,715 \cdot 10^7$ шт.

Если зерно производит разрушение по всей длине свободного пробега, тогда $\epsilon=1$. Но практически, при свободном закреплении зерен, падение избыточного импульса происходит на пути, составляющем лишь часть длины свободного пробега. В области критических давлений ϵ — функция диаметра зерна h . При полировании стекла для абразива М 28 величина $\epsilon = \frac{1}{3}$. Для наших условий полирования мы не определяли ϵ , но если принять, что $\epsilon = \frac{1}{3}$, то $P_k = 101,7$ гс/см². По нашим экспериментальным исследованиям $P_{max} = 96 \div 98$ гс/см².

Для удельного давления 74 и 95 гс/см² интенсивность абразивного удаления пленки, определенная аналитическим путем на основании формулы (5), составляет соответственно 141 и 181,3 мг/дм²·мин. При этих же условиях в наших исследованиях I_m равна 64,8 и 70,1 мг/дм²·мин.

Сравнение значений P_k , определенных аналитически и экспериментально, показало, что они довольно близки, что говорит о хорошей достоверности результатов. Значения I_m , определенные аналитически, примерно в два раза больше полученных экспериментально. Это говорит о том, что теоретические предпосылки отображают закономерность процесса полирования полиэфирных покрытий. Однако для более точного количественного определения I_m необходимо путем дальнейших исследований уточнить величины σ , a , ϵ . Мы принимали, что эти величины в процессе полирования не изменяются; однако в связи с тем, что пленка под действием температуры теряет хрупкие свойства, есть основание утверждать, что в процессе исследования значения σ , a , ϵ изменяются.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кузнецов В. Д. Поверхностная энергия твердых тел. ГИТТЛ, 1954.
 [2]. Матвеева Т. А. Исследование процессов шлифования и полирования полиэфирных покрытий на древесине. Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. М., 1970. [3]. Цесник Л. С. Физические закономерности абразивного диспергирования. — Сборник статей под ред. К. Г. Куманина. Формообразование оптических поверхностей. М., Оборонгиз, 1962. [4]. Preston F. Glass Technology. 1927, № 11, p. 24.

Поступила 23 февраля 1976 г.

УДК 634.0.824.86

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ ШПОНА НА ПРОЧНОСТЬ СВЯЗИ СИСТЕМЫ ШПОН — РЕЗИНА В РЕЗОФАНЕ

Л. И. БЫВШИХ

Воронежский лесотехнический институт

Рассмотрены теоретические предпосылки процесса склеивания древесины с резиновой прослойкой при прессовании резифана, приведены некоторые результаты исследования влияния влажности шпона на прочность склеивания и заключение о возможности получения резифана на резиновых смесях различного химического состава без применения связующего элемента.

Резифан — это листовый композиционный материал [2], представляющий собой сочетание листов шпона с листами резиновой смеси того или иного химического состава, склеенных между собой в процессе термической обработки под давлением (рис. 1).

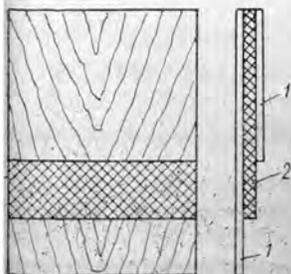


Рис. 1. Резифан.

1 — шпон; 2 — резиновая прослойка.

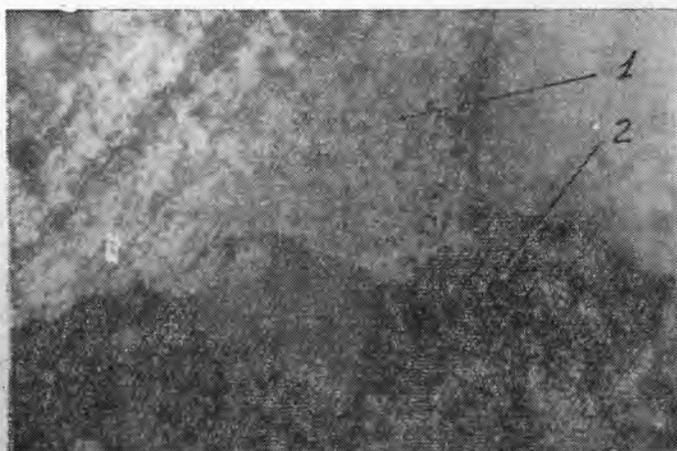


Рис. 2. Микрофотография профиля граничного слоя резифана (торцовый разрез, увелич. в 37,5 раза).

1 — шпон; 2 — резиновая прослойка.

Прочность связи системы из двух разнородных материалов можно объяснить с точки зрения механической теории. Резиновая смесь при определенной температуре и давлении способна проникать в капилляры и поры древесины (рис. 2).

Образование подобных механических связей путем проникновения и заклинивания адгезива в порах и микрокапиллярах субстрата описано в ряде работ [3], [4]. При этом некоторые исследователи рассматривали механическую адгезию как основную составляющую прочности между резиной и тканью.

Однако нам представляется, что образование граничного слоя между двумя высокомолекулярными полимерами (целлюлозой и резиной) можно рассматривать исходя из диффузионной теории адгезии, сущность которой сводится к диффузии цепных молекул или их участков из адгезива в субстрат [1]. В нашем случае происходит диффузия молекул из резиновой смеси в древесину. Особенность диффузионной теории в том, что она базируется на наиболее характерных свойствах высокомолекулярных соединений — цепном строении, гибкости молекул и их способности совершать микроброуновское движение.

Диффузия молекул из резиновой смеси в древесину может привести к образованию смешанного слоя, состоящего из молекул адгезива и субстрата, то есть к исчезновению резкой границы между фазами (древесиной и резиновой прослойкой). В результате образуется адгезионная связь.

Надо полагать, что при прессовании шпона с сырой резиновой прослойкой при относительно высоких температурах (130—160°C) и давлении (15—30 кгс/см²) происходит ряд физико-химических процессов. Некоторые из них сопровождаются качественными изменениями резиновой прослойки в результате ее вулканизации.

Процесс вулканизации представляет собой комплекс физико-химических процессов, в результате которых макромолекулы каучука связываются между собой силами главных валентностей с образованием единой пространственной структуры, характер которой и обуславливает физико-химические и механические свойства вулканизатов. В процессе вулканизации возникают силы молекулярного взаимодействия (водородные связи, взаимодействие полярных групп и т. п.), которые влияют на механические свойства вулканизата; можно ожидать также появление диффузии со специфической адгезией.

Специфическая теория адгезии объясняет образование связи межмолекулярными силами — силами притяжения между атомами и молекулами, малыми по сравнению с силами химической связи. Специфическая теория не исключает и химической связи между адгезивом и субстратом. Поэтому в процессе образования связи между древесиной и резиной важную роль играют факторы структурного характера, химического состава, молекулярного веса, а также другие, определяющие условия прессования (влажность древесины, температура, давление и длительность прессования).

Исходя из приведенных теоретических положений можно сделать предположение о том, что комплексная адгезия функционально зависит от механической, диффузионной и специфической

$$a_k = f(a_m, a_d, a_c). \quad (1)$$

Однако с изменением условий прессования или состава резиновой смеси и термовлажностного состояния древесины природа этой зависимости изменяется. Поэтому, очевидно, комплексная адгезия — величина, составленная из трех функций, одна из которых представляет механическую, другая — диффузионную, третья — специфическую адгезию

$$a_k = f_1(a_m) + f_2(a_d) + f_3(a_c), \quad (2)$$

где f_1 — зависит от породы, плотности, пористости, шероховатости поверхности, влажности древесины и от физико-механических свойств резиновой прослойки, а также от режимных факторов (температуры и давления) при прессовании;

f_2 — зависит от молекулярного веса и полярности полимеров (целлюлозы и резины), от температуры прогрева и длительности прессования;

f_3 — зависит от химического состава, молекулярного веса и структуры молекул полимеров (целлюлозы и резины), а также от факторов, определяющих режим прессования (температуры, давления, продолжительности прессования).

Мы предполагаем, что в процессе образования связи между древесиной и резиной в какой-то степени проявляются закономерности адсорбционной, электрической и электрорелаксационной теории склеивания.

Итак, наша гипотеза сводится к следующему.

1. Процесс образования граничного слоя между шпоном и резиновой прослойкой можно рассматривать как макроскопический процесс образования адгезионной связи между двумя высокомолекулярными полимерами (целлюлозой и каучуком) без применения растворителя.

2. Прочность связи можно объяснить с позиций механической теории. В этом случае прочность обусловлена образованием эффективной площади соприкосновения и последующим увеличением удельной поверхности за счет релаксации и пластического течения резиновой смеси при высокой температуре и давлении, а также образованием своеобразных «корней» и «чехлов» вокруг микроструктурных элементов древесины.

3. При прессовании резифана происходит вулканизация смеси с образованием резины.

4. Так как процесс прессования осуществляется под большим давлением, то предполагаются локальные дислокации деформационного характера, выражающиеся в скольжении и переползании микроструктурных элементов в пограничных зонах, что служит причиной снижения прочности связи между шпоном и отвержденной резиновой прослойкой.

С учетом высказанной гипотезы склеивания резифана можно предположить, что процесс формирования пограничного слоя, а также основные параметры, определяющие физико-механические и эксплуатационные свойства резифана, зависят от целого ряда факторов; эту зависимость в общем виде можно представить так:

$$\sigma = f(M, W, П, T, P, \tau, n, S, H), \quad (3)$$

где σ — показатель прочности резифана;

M — состав резиновой смеси;

W — влажность древесины шпона;

$П$ — порода, плотность, пористость древесины;

T — температура плит пресса;

P — давление прессования;

τ — продолжительность контакта плит с резифаном;

n — число листов резифана в одном пролете пресса;

S — толщина шпона, резиновой прослойки и резифана;

H — шероховатость поверхности шпона.

В данной работе приведены некоторые экспериментальные данные исследования зависимости предела прочности связи $\sigma_{ск}$ между шпоном и резиновой прослойкой от влажности шпона W

$$\sigma_{ск} = f(W) \text{ кгс/см}^2. \quad (4)$$

Другие факторы принимали и поддерживали постоянными: порода древесины — береза; плотность древесины 640 кг/м^3 ; толщина шпона $1,43 \text{ мм}$; шероховатость поверхности шпона 100 мкм ; толщина резиновой прослойки $4,0 \text{ мм}$; состав резиновой смеси в трех вариантах (БР, К и Р). Битумно-резиновая смесь (БР) состояла из резиновой крошки помола 1 мм — $39,0\%$, рубракса — $34,0\%$, асбеста № 7 — $15,0\%$ и других наполнителей. В состав каркасной смеси (К) входили: каучук бутадиен-стирольный — $66,0\%$, сажа — $26,0\%$, наполнители и вулканизаторы. Регенератная смесь (Р) состояла из шинного регенерата — $43,5\%$, рубракса — $13,0\%$, кордного волокна — $10,0\%$ и вулканизирующей группы.

В зависимости от состава резиновой смеси были приготовлены три партии резозфана следующих марок: РБР (резозфан на битумно-резиновой смеси) при режиме прессования — $T=150^\circ\text{C}$, $P=12 \text{ кгс/см}^2$, $\tau=15 \text{ мин}$; РК (резозфан на каркасной смеси — отходы обрезиненного корда шинного производства) при режиме прессования — $T=165^\circ\text{C}$, $P=18 \text{ кгс/см}^2$, $\tau=15 \text{ мин}$, РР (резозфан на регенератной смеси при режиме прессования) — $T=155^\circ\text{C}$, $P=18 \text{ кгс/см}^2$, $\tau=15 \text{ мин}$.

Резозфан прессовали на лабораторном прессе (марки П481А, завода «Металлист»), в котором температура плит и удельное давление автоматически поддерживались на заданном уровне. Для каждой партии (марки) резозфана применяли шпон с влажностью $W=6; 10; 14; 18; 22; 26$ и 30% . Шпон предварительно нарезали на заготовки (размером $300 \times 300 \text{ мм}$), каждую из которых зашифровывали и взвешивали с точностью до $0,01 \text{ г}$. Одновременно с вырезкой заготовок отбирали пробу для определения начальной влажности листа шпона стандартным методом.

По начальным значениям влажности W_n и массы m_n подсчитывали массу листа в абс. сухом состоянии

$$m_0 = \frac{100m_n}{100 + W_n}, \quad (5)$$

а затем подсчитывали массу m_w листа при соответствующей влажности из заданного ряда по формуле

$$m_w = m_0 \left(\frac{W}{100} + 1 \right). \quad (6)$$

Кондиционирование подопытных заготовок шпона осуществляли в климатической камере с постоянным температурно-влажностным режимом. Лист шпона в камере помещали на подвеске, прикрепленной к весам, расположенным над камерой. При достижении массой листа расчетного значения лист вынимали из камеры и помещали в эксикатор для хранения до момента запрессовки. Перед запрессовкой каждый лист (заготовку) взвешивали для определения фактической влажности шпона; листы с отклонением влажности от расчетного значения более $\pm 0,5\%$ к запрессовке не допускали.

Предел прочности $\sigma_{ск}$ определяли на образцах размером $150 \times 20 \times 5 \text{ мм}$ при растяжении на сдвиг. Площадь сдвига равна 4 см^2 .

Степень влияния влажности на предел прочности связи между шпоном и резиновой прослойкой оценивали на основании 210 наблюдений. Показатель точности не превышает 5% .

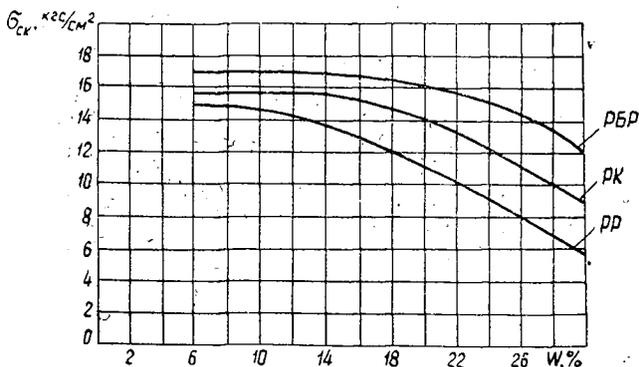


Рис. 3. Графики зависимости предела прочности резозфана от влажности шпона.

Результаты опытов приведены на рис. 3, из которого видно, что с увеличением влажности шпона предел прочности понижается с различной интенсивностью на разных ступенях влажности шпона.

Для резозфана марки РБР увеличение влажности шпона от 6 до 18% почти не оказывает влияния на предел прочности связи и его значение остается на уровне 16,5—17,0 кгс/см². С повышением влажности от 18 до 30% предел прочности снижается до 12 кгс/см².

Для резозфана марки РК повышение влажности в пределе от 6 до 14% не оказывает влияния на предел прочности связи, величина которого составляет 15,6 кгс/см². С увеличением влажности шпона от 14 до 30% предел прочности понижается до 9 кгс/см².

Для резозфана марки РР снижение предела прочности связи начинается с повышения влажности шпона от 10 до 30%, при этом предел прочности уменьшается с 15 до 6 кгс/см².

Исходя из анализа полученных экспериментальных данных можно сделать предварительные выводы.

1. Опыты подтверждают возможность получения композиционного материала — резозфана на резиновых смесях марок БР, К и Р без применения дополнительных связующих, то есть только за счет адгезии между древесиной и резиновой прослойкой.

2. Полученный резозфан (марки РБР, РК и РР) имеет достаточную прочность связи для применения его в различных областях народного хозяйства (в тарном производстве и др.).

3. Оптимальной влажностью, не снижающей прочности связи между шпоном и резиновой прослойкой, следует считать влажность шпона перед запрессовкой: для резозфана РБР — 16÷18%, для РК — 14%, для РР — 10%.

ЛИТЕРАТУРА

- Ш. Берлин А. А., Басин В. Е. Основы адгезии полимеров. «Химия», 1974. [2]. Бывших Л. И. Способ изготовления многослойных конструкционных листов. Авторское свидетельство № 358152, бюллетень № 34, 1973. [3]. Москвитин Н. И. Физико-химические основы процессов склеивания и прилипания. «Лесная промышленность», 1974. [4]. Раевский В. Г. и др. Прочность связи покрытия с каркасом и ее влияние на некоторые свойства резино-тканевых материалов. — «Каучук и резина», 1962, № 2.

Поступила 9 сентября 1975 г.

УДК 674.038.6

СИЛОВАЯ СОРТИРОВКА ЗАГОТОВОК ДЛЯ КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ*

А. Д. ГОЛЯКОВ

Архангельский лесотехнический институт

Экспериментально подтверждено, что из одних и тех же заготовок можно получать клееные слоистые конструкции различной заранее определенной жесткости.

В результате теоретических исследований [3] установлено, что заготовки (пиломатериалы) для клееных слоистых конструкций следует распределять по слоям (группам) в соответствии со средним модулем упругости или средней жесткостью (для калиброванных по толщине

* Работа выполнена в Ленинградской лесотехнической академии.

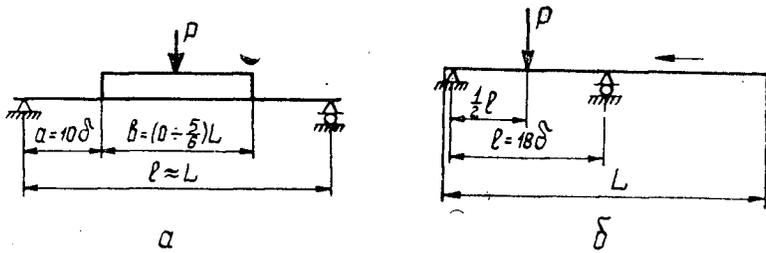


Рис. 1.

P — изгибающая сила; L — длина заготовки; l — длина сортировочного пролета; δ — толщина заготовки.

пиломатериалов). При определении этих показателей возможны два варианта силовой сортировки заготовок: 1) на сортировочном пролете, близком по величине к длине заготовки, изображенной на схеме (рис. 1, а); 2) как среднее арифметическое значение показателей упругости последовательно расположенных участков заготовки, испытанных на сортировочном пролете, равном 18 толщинам сортируемого материала, обеспечивающем наилучшую связь жесткости и прочности пиломатериалов [1], [2] (рис. 1, б).

При проведении экспериментов сухие калиброванные образцы (размером $1 \times 3 \times 130$ см) испытывали сначала на пролете 110 см (по схеме рис. 1, а); а затем жесткость каждого образца определили по результатам испытаний на пролете 18 см отдельных участков, расположенных последовательно через 8 см. В обоих случаях модуль упругости определяли по прогибу в интервале нагружения, соответствующем изменению расчетных напряжений изгиба от 180 до 60 кгс/см². Коэффициенты корреляции модулей упругости, определенных по сравниваемым вариантам, составили 0,971 для 38 чистых образцов (без сучков и крупных завитков) и 0,986 для 114 образцов с пороками. Высокие значения коэффициентов свидетельствуют о равноценности вариантов. Эффективность силовой сортировки заготовок для клееных несущих конструкций проверена на семислойных балках, склеенных из упомянутых выше образцов. Предварительно заготовки были рассортированы на четыре группы (в соответствии с результатами испытаний по схеме рис. 1, а): 1) со средним модулем упругости $E = 69 \div 90$ тыс. кгс/см²; 2) $E = 100 \div 120$ тыс. кгс/см²; 3) $E = 130 \div 150$ тыс. кгс/см²; 4) бессучковые заготовки — а) $E = 72 \div 120$ тыс. кгс/см²; б) $E = 121 \div 170$ тыс. кгс/см². В одну группу могли попасть заготовки с несколькими незначительно ослабленными сечениями (участками) и с одним очень слабым сечением, если средняя жесткость удовлетворяла требованиям данной группы.

Пакеты заготовок для склейки балок набирали по трем вариантам [3]: 1) жесткость слоев увеличивали от нейтрального (центрального) к наружным; 2) слои различной жесткости располагали бессистемно (случайно); 3) жесткость слоев уменьшали от центрального к периферийным.

Для наружных слоев балок использовали бессучковые заготовки: для первых четырех слоев каждого варианта — заготовки группы 4а, для остальных четырех — группы 4б. Балки были склеены смолой М19-62 в пневматической вайме при удельном давлении 5 кгс/см². После месячной выдержки в помещении лаборатории были проведены механические испытания балок на пролете 120 см нагружением сосредоточенными силами в третях пролета. Средние значения модуля упругости E (тыс. кгс/см²) и предела прочности σ (кгс/см²) экспериментальных балок по вариантам приведены в табл. 1.

Таблица 1

1 вариант		2 вариант		3 вариант	
E_9	σ_9	E_9	σ_9	E_9	σ_9
143000	760	126600	757	113200	674

Коэффициенты корреляции

0,24 | 0,21 | 0,58

Из данных табл. 1 видно, что балки в разных вариантах имели различную прочность и разные средние значения модулей упругости: $E_{\text{э}1} > E_{\text{э}2} > E_{\text{э}3}$. Это хорошо согласуется с результатами, полученными по аналитическим формулам.

$$E_{\text{а}1} = E_{\text{min}} \left[1 + \frac{3}{4} \left(\frac{E_{\text{max}}}{E_{\text{min}}} - 1 \right) \right] = 80 \left[1 + \frac{3}{4} \left(\frac{140}{80} - 1 \right) \right] = 125 \text{ тыс. кгс/см}^2;$$

$$E_{\text{а}2} = \frac{E_{\text{min}}}{2} \left(\frac{E_{\text{max}}}{E_{\text{min}}} + 1 \right) = \frac{80}{2} \left(\frac{140}{80} + 1 \right) = 110 \text{ тыс. кгс/см}^2;$$

$$E_{\text{а}3} = \frac{E_{\text{min}}}{4} \left(\frac{E_{\text{max}}}{E_{\text{min}}} + 3 \right) = \frac{80}{4} \left(\frac{140}{80} + 3 \right) = 95 \text{ тыс. кгс/см}^2,$$

где $E_{\text{а}1}$; $E_{\text{а}2}$; $E_{\text{а}3}$ — аналитические модули упругости балок по вариантам соответственно 1, 2, 3;

E_{max} — средний модуль упругости заготовок третьей группы;

E_{min} — средний модуль упругости заготовок первой группы.

Отношение $E_{\text{а}1}/E_{\text{а}2} = 1,13$ и $E_{\text{э}1}/E_{\text{э}2} = 1,13$; $E_{\text{а}1}/E_{\text{а}3} = 1,32$ близко к отношению $E_{\text{э}1}/E_{\text{э}3} = 1,26$. Различия в отношениях аналитической и экспериментальной жесткости балок первого и третьего вариантов объясняются тем, что модули упругости облицовочных слоев балок третьего варианта не подчинялись принятому закону распределения жесткости слоев.

Связь жесткости и прочности балок по сравнению с пиломатериалами [2] значительно слабее, так как их прочность в большой степени зависит от прочности облицовочных слоев. Пять балок из двадцати четырех разрушились от касательных напряжений по нейтральному слою (по дереву), они были наиболее прочными. Балки, показавшие самую низкую прочность в вариантах, имели нижние слои с 20%-ным косослоем. Наиболее тесно связаны жесткость и прочность балок лишь в случае расположения их слоев по третьему варианту — коэффициент корреляции 0,58; общий же коэффициент корреляции жесткости и прочности всех балок 0,37.

Выводы

1. В зависимости от взаимного расположения слоев из одного и того же исходного материала можно получать конструкции различной прочности и жесткости.

2. Жесткость клееных балок можно прогнозировать исходя из средних жесткостей заготовок, для чего необходима силовая сортировка последних.

3. При изготовлении длинных балок, для которых жесткостью определяется их несущая способность, пакеты заготовок следует набирать по первому варианту. При изготовлении коротких сильно нагруженных балок наиболее целесообразен третий вариант набора пакетов (наиболее жесткие — прочные слои — следует располагать в области нейтральной плоскости).

ЛИТЕРАТУРА

11. Голяков А. Д. Зависимость корреляции жесткости и прочности древесины при изгибе от величины пролета и способа нагружения. — Научные труды ЛТА, № 146, Л., 1972. 12]. Голяков А. Д. Экспериментальное исследование корреляционных связей жесткости и прочности пиломатериалов при изгибе. — ИВУЗ, «Лесной

журнал», 1972, № 2. [3]. Песецкий А. Н., Голяков А. Д. К вопросу о силовой сортировке заготовок для слоистых деревянных конструкций. — Научные труды ЛТА, № 146. Л., 1972.

Поступила 19 февраля 1976 г.

УДК 634.0.865

ВЛИЯНИЕ ОРИЕНТАЦИИ ЧАСТИЦ НА УПРУГИЕ ПОСТОЯННЫЕ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ

А. А. ПОЗДНЯКОВ, В. А. ЛИПОВИЧ

Ростовский институт инженеров железнодорожного транспорта

Получены теоретические зависимости для осредненных физических упругих постоянных древесного каркаса масс древесных прессовочных от упругих постоянных древесины и углов разброса частиц.

Пластики, наполненные древесными частицами и называемые древесными прессовочными массами (МДП) [3], широко применяются в различных отраслях техники благодаря их достаточной прочности и некоторым другим положительным качествам [1], [2], [4]. Однако свойства этого материала изучены мало.

Прочность древесных пластиков объясняется высокими механическими характеристиками древесины, образующей в композиции с полимерным связующим прочную и жесткую структуру. Упругие постоянные такого композита зависят от ориентации частиц в пластике. В связи с этим в настоящей работе рассмотрены упругие свойства конгломерата древесных частиц различной ориентации; при этом жесткость полимерного связующего, образующего изотропную матрицу, не учитывали.

Каждая древесная частица представляет тело с ортогональной схемой анизотропии. В пластике частицы образуют квазиортотропный конгломерат, упругие свойства которого характеризуются девятью упругими постоянными. Эти постоянные связаны с упругими свойствами древесных частиц и их ориентацией и могут быть вычислены методом осреднения, использованным в наших работах [5], [6]. Этот метод основан на допущении, что деформированное состояние древесной частицы таково, как и деформированное состояние конгломерата в этой точке.

Выберем некоторую фиксированную систему координат $1, 2, 3$, жестко связанную с конгломератом. Компоненты напряжений и деформаций в i -той частице относительно этой системы координат обозначим σ_{jk}^i и ϵ_{jk}^i .

Далее возьмем некоторую подвижную систему координат $1_i, 2_i, 3_i$, рационально ориентированную по отношению к осям упругой симметрии i -той частицы. В этой системе компоненты напряжений и деформаций в i -той частице обозначим $\sigma_{j_i k_i}$ и $\epsilon_{j_i k_i}$. Связь между напряжениями и деформациями относительно этих осей выражается зависимостями

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{jk}^i &= \sigma_{j_i k_i} l_{j_i j} l_{k_i k}; \\ \sigma_{j_i k_i} &= \sigma_{jk}^i l_{j j_i} l_{k k_i}; \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_{jk}^i &= \varepsilon_{j_i k_i} l_{j_i j} l_{k_i k}; \\ \varepsilon_{j_i k_i} &= \varepsilon_{jk}^i l_{j_i j} l_{k_i k}, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где $l_{j_i j}$ и $l_{k_i k}$ — косинусы углов между осями в системах 1, 2, 3 и $1_i, 2_i, 3_i$.

Связь между напряжениями и деформациями относительно рациональной системы координат для i -той частицы запишем в виде закона Гука

$$\sigma_{j_i k_i} = A_{j_i j_i k_i k_i} \varepsilon_{j_i k_i} \quad (3)$$

где $A_{j_i j_i k_i k_i}$ — модули упругости древесины в направлениях главных осей упругой симметрии.

Рассматривая совместно уравнения (1), (2) и (3), получим выражение, связывающее напряжения и деформации для i -той частицы в фиксированной системе координат

$$\sigma_{jk}^i = A_{j_i j_i k_i k_i} l_{j_i j}^2 l_{k_i k}^2 \varepsilon_{jk}^i. \quad (4)$$

В целом для конгломерата частиц должно выполняться соотношение

$$\sigma_{jk} = \bar{A}_{j_i j_i k_i k_i} \varepsilon_{jk}, \quad (5)$$

здесь $\bar{A}_{j_i j_i k_i k_i}$ — осредненные упругие постоянные древесной матрицы.

Полагая распределение частиц в пределах разброса равномерным, получим следующие выражения для осредненных упругих постоянных:

$$\bar{A}_{j_i j_i k_i k_i} = \frac{1}{\varphi_0 \Theta_0 \psi_0} \int_{-\frac{\varphi_0}{2}}^{\frac{\varphi_0}{2}} \int_{-\frac{\Theta_0}{2}}^{\frac{\Theta_0}{2}} \int_{-\frac{\psi_0}{2}}^{\frac{\psi_0}{2}} A_{j_i j_i k_i k_i}^i d\varphi d\Theta d\psi, \quad (6)$$

где $A_{j_i j_i k_i k_i}^i = A_{j_i j_i k_i k_i} l_{j_i j}^2 l_{k_i k}^2$.

Если в это уравнение подставить выражения направляющих косинусов через углы поворота осей φ , Θ и ψ , приведенные в работе [7], то получим $A_{j_i j_i k_i k_i}^i$ в виде функций четвертой степени от тригонометрических функций этих углов. Величины φ_0 , Θ_0 и ψ_0 — пределы углов разброса частиц.

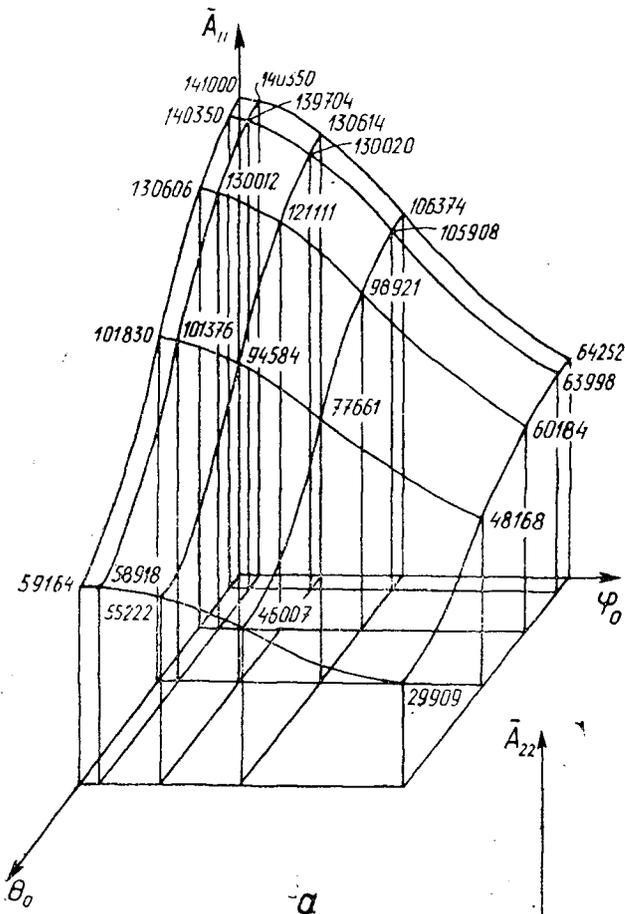
Теоретическая величина отклонения осредненных значений от среднего определяется средним квадратическим отклонением

$$\sigma = \sqrt{D_{j_i j_i k_i k_i}}, \quad (7)$$

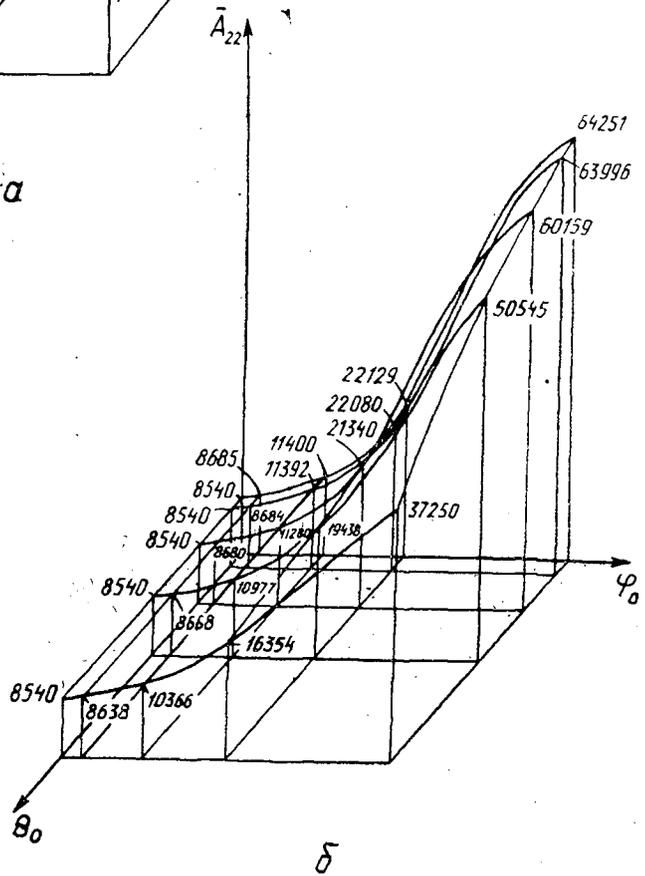
здесь $D_{j_i j_i k_i k_i}$ — дисперсия;

$$D_{j_i j_i k_i k_i} = \frac{1}{\varphi_0 \Theta_0 \psi_0} \int_{-\frac{\varphi_0}{2}}^{\frac{\varphi_0}{2}} \int_{-\frac{\Theta_0}{2}}^{\frac{\Theta_0}{2}} \int_{-\frac{\psi_0}{2}}^{\frac{\psi_0}{2}} (A_{j_i j_i k_i k_i}^i)^2 d\varphi d\Theta d\psi - (\bar{A}_{j_i j_i k_i k_i})^2. \quad (8)$$

Проинтегрировав правую часть формулы (6), получим выражения для осредненных постоянных упругости (при интегрировании считали:



a



b

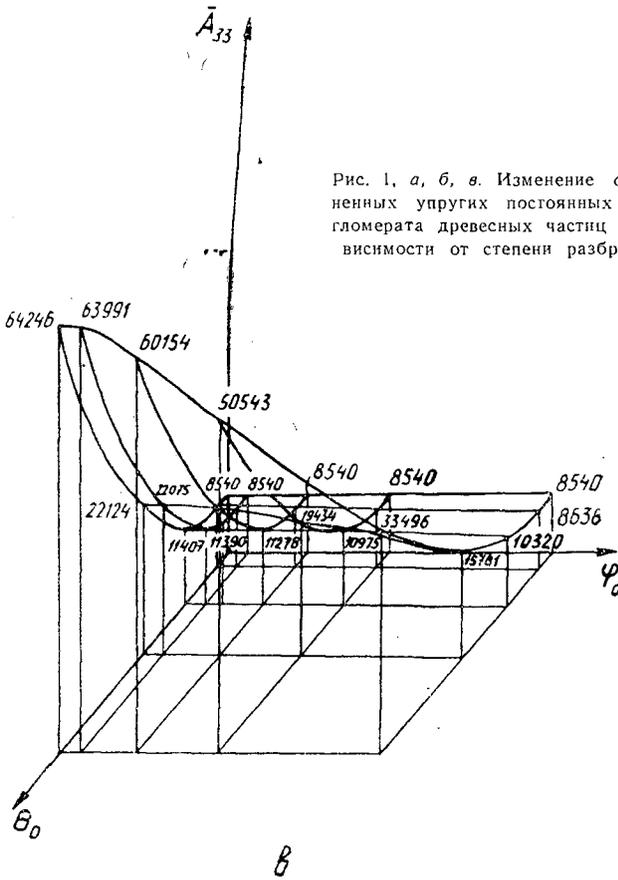


Рис. 1, а, б, в. Изменение осредненных упругих постоянных конгломерата древесных частиц в зависимости от степени разброса.

возможным полный разброс частиц в направлении угла ψ , поэтому принято $\psi_0 = 2\pi$.

Варьируя величинами углов ψ_0 и θ_0 в пределах $[0; 2\pi]$, строим поверхности осредненных модулей упругости (рис. 1, а, б, в) для упругих постоянных древесины сосны, приведенных в работе [5].

Из анализа этих графиков видно, что только при полном хаотическом разбросе частиц ($\psi_0 = 2\pi$ и $\theta_0 = 2\pi$) получается изотропный материал $\bar{A}_{11} = \bar{A}_{22} = \bar{A}_{33}$ (некоторые различия приведенных величин можно объяснить недостаточной точностью вычислений).

В реальных условиях полного хаотического разброса ожидать не приходится; он ограничен размерами прессформ и определяется длиной частиц. Поэтому МДП представляет собой анизотропную структуру. Вид анизотропии зависит от характера ориентации частиц. Это может быть либо ортотропное, либо транспортное образование, когда ось большей жесткости 1 располагается в плоскости детали. Если в этой плоскости разброс частиц полный ($\psi_0 = 2\pi$), то это плоскость изотропии. Если же в плоскости детали разброс частиц не полный ($\psi_0 < 2\pi$), то получается ортотропное образование с главными осями упругой симметрии 1, 2 и 3. Как следует из графиков, различие в упругих постоянных в этих направлениях может быть достаточно большим.

Выше было отмечено, что при выполнении анализа не учитывали жесткость связующего. Однако в древесном пластике оно представляет «сотовое» образование, которое так же анизотропно, как и конгломерат древесных частиц. В этом образовании пустоты заполнены частицами древесины и повторяют их распределение, то есть вытянуты вдоль оси наибольшей жесткости конгломерата древесных частиц. Это позволяет предположить, что схема анизотропии полимерной матрицы та же, но направление осей наибольшей жесткости противоположно. В результате полимерная матрица снижает степень анизотропии всего пластика.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вигдорович А. И. Об использовании древесных наполнителей. — В сб.: Производство, переработка и применение композиционных древесных пластиков. Киров, 1972. [2]. Генель С. В. Древесные пластики в технике. М., Изд. АН СССР, 1959. [3]. ГОСТ 11368—69. Массы древесные прессовочные (МДП). [4]. Нысенко Н. Т. Древесные пластмассы. М., 1964. [5]. Поздняков А. А. Упругие постоянные древесностружечных плит как квазиизотропного материала. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1969, № 5. [6]. Поздняков А. А. Упругие постоянные древесностружечных плит с ориентированными частицами. — В сб.: Технология деревообработки. Красноярск, 1973. [7]. Поздняков А. А. Связь между осями координат при их вращении. — Труды РИИЖТа, вып. 123. Ростов-на-Дону, 1976.

Поступила 19 мая 1975 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 661.728.88

ПОГЛОЩЕНИЕ МЕДИ ЦЕЛЛЮЛОЗОЙ
ИЗ РАСТВОРОВ МЕДНО-АММИАЧНОГО КОМПЛЕКСА*В. В. ШАРКОВ, Л. М. КИРПИЧЕВА, Л. А. ЧАПАЙКИНА,
Е. Д. ПЕРМИНОВ, М. И. БУЙНИЦКАЯ*

Ленинградский технологический институт ЦБП, ВНПОбумпром

Разработан метод характеристики надмолекулярной структуры целлюлозы по величине поглощения меди из раствора следующего состава: $\text{Cu}(\text{OH})_2$ — 0,15%; NH_4OH — 2,0%; мочевины — 2,0%. Показана применимость разработанного метода для характеристики кристалличности образцов целлюлозы.

В настоящее время известны химические и физико-химические методы изучения надмолекулярной структуры целлюлозы. Из критического анализа этих методов следует, что ни один из них не является достаточно совершенным для исследования такого сложного полимера, каким является целлюлоза, поэтому вопрос о ее структуре остается далеко еще не выясненным и по ряду основных положений дискуссионным.

Сорбционные свойства полимера, характеризующие наличие внутренней доступной поверхности, имеют большое значение как в теоретическом, так и в прикладном отношении. В связи с этим разработка новых сорбционных методов характеристики внутренней поверхности целлюлозы представляет несомненный интерес, а применение в этих целях методов сорбции из жидких сред заслуживает особого внимания, поскольку позволяет контролировать изменение надмолекулярной структуры целлюлозы в условиях, близких к производственным процессам химической переработки целлюлозы.

Известно, что медь поглощается целлюлозой из разбавленных растворов медно-аммиачного комплекса*.

В результате ранее проведенных исследований было установлено, что в течение 1 ч в гетерогенной системе целлюлоза — медно-аммиачный комплекс наступает равновесие.

Величина предела поглощения медно-щелочного комплекса целлюлозой переменна и зависит от времени сорбции, концентрации медно-аммиачного комплекса, температуры и природы образца целлюлозы.

Последний фактор был нами использован для разработки метода сорбции меди из медно-щелочных растворов для характеристики различных образцов целлюлозы.

В целях выбора оптимальных условий сорбции меди целлюлозой из медно-щелочных растворов была проведена серия опытов с использованием медно-аммиачных комплексных растворов, полученных растворением наиболее распространенных соединений меди в концентрированном водном растворе аммиака. Детально исследовано влияние вида

* Шарков В. В. Сравнительное исследование различных целлюлоз методами сорбции из водных растворов щелочей, йода, меди и железа. Диссертация. Л., 1968.

соединений меди (влияние различного рода анионов), использованных для получения исходного рабочего раствора, на сорбционную способность целлюлоз, а также пределы нерастворимости целлюлоз в исследуемых растворах. В качестве исходного сырья для исследований использовали хлопковую беленую целлюлозу и хлопковую мерсеризованную 17,5%-ным раствором NaOH, высушенную на воздухе.

Пределы изменения концентрации соединений меди, в которых были получены и исследованы комплексные соединения, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Вид соединения меди	Концентрация, %		
	меди в комплексе		аммиака
	минимальная	максимальная	
$\text{Cu}(\text{OH})_2$	0,05	0,24	6,0
$\text{Cu} \text{OHNO}_3$	0,05	0,40	6,0
$\text{Cu}(\text{OH})_2 \text{CO}_3$	0,10	0,49	9,9
CuCl_2	0,20	0,98	11,0

Увеличение концентрации меди выше приведенного было невозможно из-за ограниченной растворимости соединений меди в аммиаке.

В целях выяснения влияния концентрации аммиака на величину поглощения меди целлюлозой были проведены исследования с использованием комплексных систем, полученных путем растворения постоянного количества гидроокиси меди и основной азотнокислой соли меди в аммиаке возрастающей концентрации.

При постоянной концентрации гидроокиси меди в растворе, равной 0,2%, концентрация аммиака изменялась от 5,9 до 13,8%, а при постоянной концентрации основной азотнокислой соли меди, равной 0,3%, от 4,8 до 14,1% (рис. 1).

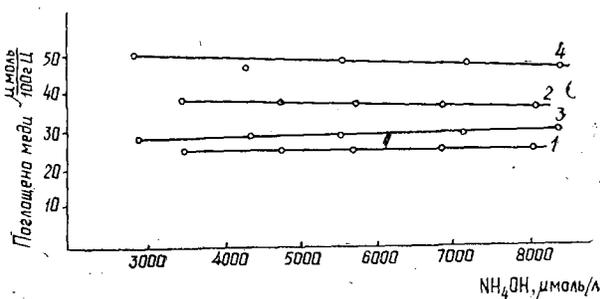


Рис. 1. Влияние изменения концентрации аммиака в медно-аммиачном растворе $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NH}_4\text{OH}$ (3, 4) и $\text{CuOHNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$ (1, 2) на величину сорбции меди волокнами хлопковой (1, 3) и хлопковой мерсеризованной целлюлозы (2, 4).

Сравнение данных по сорбции меди волокнами хлопковой и мерсеризованной хлопковой целлюлозы из медно-щелочных растворов, полученных растворением в аммиаке различных концентраций таких соединений, как гидрат окиси меди и азотнокислая основная медь, показало, что изменение концентрации аммиака существенного влияния на величину сорбции меди целлюлозой не оказывает. В связи с этим внимания заслуживает изучение влияния концентрации меди при постоянной концентрации аммиака.

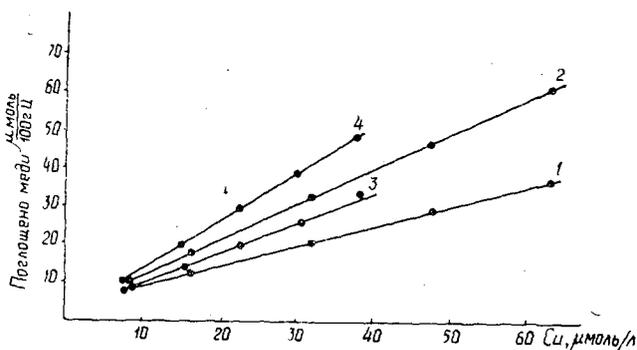


Рис. 2. Влияние изменения концентрации меди в медно-аммиачном растворе $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NH}_4\text{OH}$ (3, 4) и $\text{CuOHNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$ (1, 2) на величину сорбции меди волокнами хлопковой (1, 3) и хлопковой мерсеризованной целлюлозы (2, 4).

Данные по сорбции меди хлопковой и мерсеризованной хлопковой целлюлозами из аммиачных растворов различных соединений меди представлены в виде графических зависимостей на рис. 2.

Результаты исследований показали, что увеличение концентрации меди приводит к равномерному повышению величины поглощения меди целлюлозой, при этом при прочих равных условиях поглощение меди волокнами мерсеризованной целлюлозы намного больше, чем волокнами обычной хлопковой целлюлозы, и эта разница увеличивается с ростом концентрации меди в растворе.

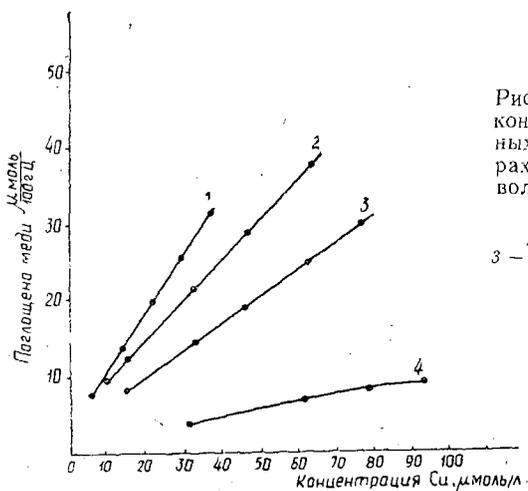


Рис. 3. Влияние изменения концентрации меди в различных медно-аммиачных растворах на величину ее сорбции волокнами хлопковой целлюлозы.

1 — $\text{Cu}(\text{OH})_2$; 2 — CuOHNO_3 ;
3 — $\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CO}_3$; 4 — $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Сравнение полученных данных (рис. 3) показало, что при равных концентрациях меди в растворе наибольшее абсолютное значение сорбции меди образцами целлюлозы наблюдается при использовании медно-аммиачного комплекса, полученного на основе чистой гидроокиси меди $\text{Cu}(\text{OH})_2$, что, по-видимому, объясняется отсутствием в системе посторонних анионов, понижающих поглощение меди целлюлозой.

В то же время следует отметить, что наличие посторонних анионов в системе медно-аммиачный комплекс — целлюлоза заметным образом

снижает растворимость целлюлозы в медно-щелочных растворах, что позволяет работать при более высоких концентрациях меди в растворе и делает метод пригодным для характеристики практически любых целлюлозных материалов.

В связи с этим задачей дальнейших исследований явилось изучение влияния вводимых добавок в целях разработки оптимальных условий метода косвенного определения доступной внутренней поверхности целлюлозы путем измерения количества поглощенной меди из ее медно-аммиачных растворов.

В качестве веществ, понижающих набухание целлюлозы, а следовательно, и исключающих явление растворения целлюлозы, нами были исследованы медно-щелочные растворы, содержащие хлористые соединения калия, натрия и лития.

Введение в медно-аммиачный раствор хлористых солей дает возможность использовать концентрацию раствора 0,15% по меди, при которой в обычных условиях наблюдается растворение целлюлозы, однако при этом происходит снижение сорбции меди.

При сравнении полученных данных оказалось, что при концентрации вводимых хлористых солей до 2% наименьшее снижение сорбции наблюдается при добавке хлористого натрия. При более высоких концентрациях солей (до 20%) происходит интенсивное снижение поглощения меди целлюлозой, при котором резко уменьшается величина относительного коэффициента сорбции K_c .

Подобные исследования были проведены также с использованием некоторых органических добавок — диоксиана, мочевины.

Результаты исследований показали, что введение диоксиана в количестве до 25% объемных в медно-щелочной комплекс исключает явление растворения целлюлозы, но одновременно приводит к значительно-му снижению абсолютных значений сорбции меди.

Введение мочевины так же, как и введение диоксиана, исключает явление растворения целлюлозы в выбранных нами условиях, однако заметного снижения абсолютных значений сорбции меди при этом не происходит (рис. 4).

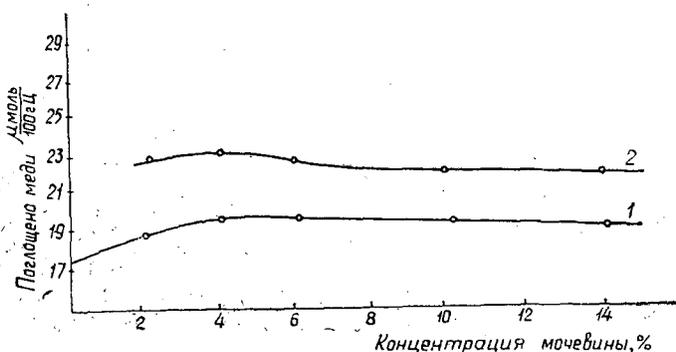


Рис. 4. Влияние концентрации вводимой мочевины на величину сорбции меди волокнами хлопковой (1) и хлопковой мерсеризованной целлюлозы (2).

На основании проведенных исследований для дальнейшей работы может быть рекомендован следующий состав системы: концентрация меди — 0,15%; аммиака — 2,0%; мочевины — 2,0%.

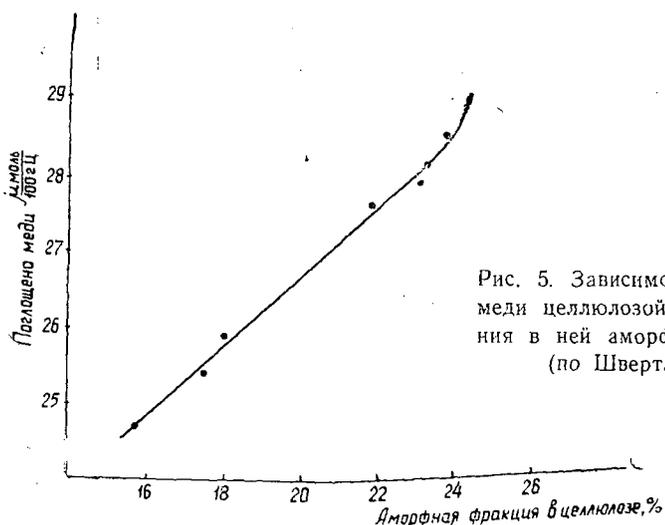


Рис. 5. Зависимость сорбции меди целлюлозой от содержания в ней аморфной фракции (по Швертассеку).

Для проверки применимости предлагаемого метода была определена сорбция меди образцами целлюлозы, имеющими различную степень кристалличности (по Швертассеку). Полученные данные (рис. 5) показывают, что между величиной поглощения меди и количеством аморфной фракции в целлюлозе существует прямолинейная зависимость, следовательно, разработанный метод может быть использован для характеристики изменений структуры целлюлозы.

Поступила 19 января 1976 г.

УДК 634.0.861.14 : 674.031

О НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ЧЕРНЫХ ЩЕЛОКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ОТ СУЛЬФАТНЫХ ВАРОК ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ

З. И. ФОЛИАДОВА, А. И. КИПРИАНОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Определены плотность, поверхностное натяжение и температуры кипения нескольких образцов черных щелоков, полученных варкой лиственной древесины. Предложена формула для расчета температуры кипения подобных щелоков. Установлена зависимость плотности и поверхностного натяжения от температуры. Отмечается более высокое значение поверхностного натяжения окисленных щелоков.

Физические свойства черных щелоков лиственных пород практически не исследовались. Обзорная работа А. Д. Волкова и Г. П. Григорьева [1] посвящена физическим свойствам черных щелоков хвойных пород.

Нами исследованы плотность, температура кипения и поверхностное натяжение четырех лабораторных и одного производственного образца (Сыктывкарский ЛПК). Все они получены варкой лиственных пород; условия варок (как видно из табл. 1) близки к общепринятым на производстве. Плотность определяли пикнометром, темпе-

Таблица 1

Древесина	Образцы			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
	Береза 100%	Осина 100%	Береза 50% осина 50%	Береза 80% осина 20%
Расход щелочи в пересчете на Na ₂ O, %	17	16	16	16
Температура варки, °С	160	165	160	160
Выход целлюлозы, %	51,7	53,3	53,7	52,0
Жесткость	24,5	13,3	16,5	—

ратуру кипения с помощью эбулиоскопа Свентославского [3], поверхностное натяжение в видоизмененном приборе Ребиндера методом наибольшего давления пузырька. Плотность и поверхностное натяжение измеряли в интервале температур от 20 до 80°C, температуры кипения при различных давлениях от 0,6 до 9,8 Па. В табл. 2 приведены значения плотности исследованных щелоков.

Таблица 2

№ образцов щелока	Плотность щелоков, кг/м ³ , при температуре, °С			
	20	40	60	80
1	1093,6	1085,8	1076,3	1063,3
2	1092,5	1085,9	1076,1	1064,3
3	1103,6	1094,2	1085,7	1074,3
4	1097,9	1090,3	1080,0	1065,6

Из сопоставления полученных данных с литературными можно видеть, что плотность щелоков лиственных пород ниже, чем хвойных. Отметить влияние породы на величину плотности не удалось.

Близость температур кипения исследованных лиственных щелоков дала возможность на основании опытных данных вывести формулу, которую можно использовать для расчета температур кипения подобных щелоков с ошибкой, не превышающей 5—10%

$$\lg P = 9,1771 - \frac{2330,5}{T}$$

Значения поверхностного натяжения исследованных щелоков довольно близки и при 20°C составляют 38—41 · 10⁻³ Н/м. Изменение поверхностного натяжения черного щелока с температурой аналогично изменению его для растворов обычных поверхностно-активных веществ. С повышением температуры поверхностное натяжение щелока линейно-

Таблица 3

№ образцов щелока	Поверхностное натяжение, Н/м*, при температуре, °С					
	60°			80°		
	начальное	через 3 месяца	отклонение, %	начальное	через 3 месяца	отклонение, %
1	34,6	35,4	2,3	32,8	—	—
2	31,8	33,2	4,4	29,0	31,1	7,3
3	36,1	38,3	6,1	33,5	35,7	6,6
4	34,5	36,4	5,5	31,2	34,4	10,1

* Для перевода значений поверхностного натяжения в Н/м все значения в таблице следует умножить на 10⁻³.

уменьшается. Исследуемые продукты очень лабильны, поэтому для получения сравнимых результатов необходимо проводить анализ в возможно короткий срок. Измерения, выполненные с интервалом в три месяца, уже нельзя представить одной графической зависимостью. Так, при повторном определении поверхностного натяжения через 3 месяца при тех же условиях были получены более высокие значения (табл. 3).

Как видно из табл. 3, максимальное отклонение в значениях поверхностного натяжения вследствие изменения в составе достигает 10%. По-видимому, изменения, происшедшие со щелоками, объясняются их окислением, что отмечается и в работе [2].

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Волков А. Д., Григорьев Г. П. Физические свойства щелоков целлюлозного производства. М., 1970. [2]. Максимов В. Ф., Бушмелев В. А., Вольф И. В., Исаева Н. М. Поверхностное натяжение щелоков сульфатно-целлюлозного производства. — «Бумажная промышленность», 1966, № 11, с. 5—7. [3]. Хала Э., Фрид Е., Вилим С., Пик И. Равновесие между жидкостью и паром. М., 1962.

Поступила 22 марта 1976 г.

УДК 668.48

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭФИРНОГО МАСЛА ПОДВИДОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

А. И. ЧЕРНОДУБОВ, Р. Д. КОЛЕСНИКОВА,
Р. И. ДЕРЮЖКИН

Воронежский лесотехнический институт

Исследован выход и состав эфирного масла (ЭМ) подвидов сосны обыкновенной (по Правдину) в географических культурах из различных видов сырья (хвоя, кора и древесина). Установлено влияние климатических условий произрастания подвидов на выход масла и существенное различие подвидов по отдельным компонентам монотерпеновой фракции ЭМ различных частей растения.

Изучению эфирных масел (ЭМ) хвойных пород большое внимание уделяют отечественные и зарубежные исследователи. Повышенный интерес к этой группе веществ вызван тем, что их состав или отдельные показатели физических свойств могут служить дополнительными признаками при диагностировании растений [11] или при объяснении причин различной устойчивости их к поражению грибами и насекомыми [5], [7]. Определенный интерес к ЭМ проявляется при разработке вопросов санитарно-гигиенического значения лесных насаждений [1], а также в процессе поиска новых веществ, необходимых для парфюмерии, медицины и пр. Химики и биологи стремятся выявить роль ЭМ в жизни растений, закономерности в процессах их образования и т. д. [4].

Разработка чувствительных приборов и новых методов анализа, таких как газо-жидкостная хроматография, открыла более широкие возможности для исследования этой сложной группы соединений. Однако получаемые различными авторами данные оказываются несопоставимыми или даже противоречивыми из-за разнообразия используемых инертных носителей жидких фаз, газов-носителей, неоднородности исходного сырья и т. д. Это создает определенные трудности при обобщении данных.

Таблица I

Исследуемый признак	Численные значения изучаемого признака для подвидов сосны (фактор А)															
	крячковатой			лесной			лапландской			сибирской			кулулинской			
	хвоя	кора	древесина	хвоя	кора	древесина	хвоя	кора	древесина	хвоя	кора	древесина	хвоя	кора	древесина	
Выход эфирного масла, % от сухого вещества	1,22	1,72	0,55	1,45	2,64	0,97	2,18	4,17	1,30	2,14	3,64	1,47	1,64	3,97	1,47	
Содержание в ЭМ отдельных компонентов, %:																
трициклен	0,3	0,7	1,3	0,3	0,3	1,4	0,5	0,2	0,4	0,3	0,2	1,4	0,6	0,2	1,1	
α-пинен	56,0	26,1	47,0	63,0	10,2	63,0	60,0	13,4	60,0	69,9	16,1	52,7	65,7	16,1	46,1	
камфен	15,2	1,2	2,5	10,5	1,0	3,4	8,0	1,0	4,0	7,3	0,5	1,7	7,0	1,0	3,0	
β-пинен	12,0	40,0	31,5	5,8	4,5	3,7	5,0	8,1	4,0	3,8	6,6	4,5	5,8	11,7	10,7	
Δ ³ -карен	10,0	18,0	8,0	10,0	42,0	18,0	14,0	40,5	22,3	12,5	43,0	28,7	14,0	36,0	22,1	
лимонен	1,7	10,0	7,0	2,3	17,3	5,2	2,6	14,5	4,4	1,5	14,6	4,4	1,7	17,4	7,5	
β-фелландрен	1,7	3,0	2,0	1,8	21,3	3,8	3,6	20,2	3,3	1,5	16,7	4,4	1,7	15,0	7,5	
γ-терпинен	2,1	Следы	Следы	2,4	Следы	Следы	3,8	Следы	Следы	1,5	Следы	Следы	2,2	Следы	Следы	
терпинолен	1,0	1,0	0,7	3,9	3,4	1,5	2,5	2,1	1,6	1,7	2,3	2,8	1,3	2,6	2,0	

Цель наших исследований — выявить различия подвидов сосны обыкновенной по выходу и составу компонентов ЭМ из отдельных частей растений (хвоя, кора, древесина).

Основным объектом послужили опытные географические культуры сосны, созданные М. М. Вересниным в 1959 г. на территории Воронежского мехлесхоза. Почва на участке желтый лесной серая супесчаная. Возраст деревьев в период отбора проб (февраль 1974 г.) 17 лет. Побегов для отгонки ЭМ заготавливали на пяти вариантах культур, представляющих 5 подвидов сосны обыкновенной [8].

1. Подвид — сосна крючковатая, кавказская; Южно-Осетинская автономная область, Джавский лесхоз, Гуфта-Гихатурское лесничество.

2. Подвид — сосна обыкновенная; Смоленская область, Краснинский лесхоз, Руднянское лесничество.

3. Подвид — сосна лапландская; Карельская АССР, Заонежский лесхоз, Медвежьегорское лесничество.

4. Подвид — сосна сибирская; Иркутская область, Инейский лесхоз, Киренское лесничество.

5. Подвид — сосна кулундинская; Тувинская автономная область, Тандинский лесхоз, Балгазикский бор.

По каждому подвиду составляли сборную пробу в двух повторностях, в которую включали побегов от 35—40 деревьев. Побегов срезали в средней части южного сектора кроны средних по высоте деревьев.

В лабораторных условиях составляли отдельно пробы из хвои (с учетом возраста), коры и древесины. Из каждой пробы брали навески для определения влажности. Сырье измельчали до частиц размером 3—5 мм, взвешивали и помещали в аппараты Клевенджера для отгонки ЭМ с водяным паром. Продолжительность отгонки 3 ч. Полученное ЭМ хранили в холодильнике в запаянных стеклянных ампулах.

Масло анализировали на хроматографе «Цвет-3» сплассменно ионизационным детектором. Колонка из нержавеющей стали, диаметр 3 мм, длина 6 м, неподвижная фаза — карбовакс-1500 на хезасорбе. Газ-носитель гелий, расход 34 мл/мин. Температура термостатирования 120—125°C. Применяемая некоторыми учеными для исследования ЭМ сосны обыкновенной фаза β - β' -оксидипропионитрил имеет довольно ограниченную рабочую температуру (не выше 100°C), поэтому мы применили жидкую фазу карбовакс-1500, имеющую рабочую температуру 200°C и используемую ранее финскими учеными [10] для анализа ЭМ сосны. Карбовакс-1500 позволяет проводить анализ монотерпеновых углеводородов при 120—125°C, то есть при температуре наиболее полного испарения и выхода анализируемых компонентов монотерпеновой углеводородной части ЭМ; к тому же, на этой фазе, нанесенной на твердый носитель хезасорб, не наблюдается процессов изомеризации терпенов при указанной температуре анализа. Процентное содержание компонентов определяли методом нормализации. Идентификацию компонентов осуществляли путем добавки относительно чистых веществ и по времени удерживания.

Данные о содержании компонентов в ЭМ обрабатывали методом дисперсионного анализа [6].

Основные сведения о выходе и составе ЭМ из хвои, коры и древесины 1—4-годичных побегов 17-летних деревьев отдельных подвидов сосны обыкновенной приведены в табл. 1, из данных которой видно, что наибольшее количество ЭМ содержится в коре, наименьшее — в древесине. Наибольшим содержанием ЭМ в коре и хвое отличается сосна из северных районов (лапландская), произрастающая в относительно холодном умеренно континентальном климате. Мало отличается от нее по выходу ЭМ из коры и хвои сосна сибирская, район произрастания которой характеризуется большей суровостью климатических условий. В древесине сосны сибирской эфирного масла содержится на 8,9% больше, чем в древесине сосны лапландской. Сосна лесная, произрастающая в средней полосе европейской части СССР, то есть в более благоприятных условиях, чем лапландская, сибирская и кулундинская (степная), имеет существенно меньшее количество ЭМ в хвое, коре и древесине. На последнем месте по содержанию эфирного масла стоит сосна крючковатая, произрастающая в наиболее обеспеченных теплом и влагой горных районах Кавказа. Следовательно, содержание ЭМ в хвое, коре и древесине 1—4-летних побегов сосны обыкновенной закономерно увеличивается по мере ухудшения климатических условий. Однако этот показатель, как и ряд других количественных признаков, используемых иногда при описании особенностей внутривидовых подразделений сосны, видимо, имеет клинальную изменчивость и может использоваться при диагностике экотипов сосны.

Исследование состава монотерпеновой фракции ЭМ показывает, что у подвидов сосны эта фракция представлена одними и теми же компонентами. Однако установлено существенное различие подвидов по процентному участию отдельных компонентов в ЭМ из изучаемых частей растений.

В ЭМ из хвои и древесины всех подвидов сосны преобладает α -пинен. В ЭМ из коры крючковатой сосны преобладает β -пинен, тогда как в ЭМ из коры других подвидов преобладает Δ^3 -карен. По этому показателю, видимо, можно отличить сосну крючковатую от других подвидов. Сосна крючковатая отличается от других подвидов также по содержанию β -пинена в ЭМ из хвои (12,0% против 4—6%); по содержанию β -фелландрена в ЭМ из коры (3,0% против 15—21,3%), по содержанию β -пинена (31,5% против 3,7—10,7%) и Δ^3 -карена (8,0% против 18—28,7%) в ЭМ из древесины.

Таблица 2

Показатели силы влияния контролируемых факторов на изменчивость выхода и состава основных компонентов эфирного масла сосны обыкновенной

Изучаемый признак	Доверительные границы показателя силы влияния фактора	
	подвида сосны (А)	вида сырья (В)
Выход ЭМ, % к абс. сухому весу сырья	0,21—0,31	0,70—0,78
Содержание в ЭМ отдельных компонентов:		
α -пинен	0,23—0,29	0,85—0,87
камфен	0,04—0,06	0,79—0,81
β -пинен	0,35—0,81	0,07—0,11
Δ^3 -карен	0,19—0,21	0,69—0,71
лимонен	0,02—0,06	0,82—0,84
β -фелландрен	0,12—0,14	0,63—0,64

Дисперсионным анализом двухфакторных комплексов (табл 2) установлено, что показатель силы влияния подвида сосны на изменчивость выхода ЭМ из различного сырья (кора, хвоя, древесина) может достигать 21—31%, на содержание в ЭМ отдельных компонентов — от 2 до 81%. Содержание β -пинена в ЭМ с большой достоверностью может служить признаком для диагностики подвида сосны.

Следовательно, сосна крючковатая существенно отличается от других подвидов сосны обыкновенной по составу ЭМ из коры, хвои и древесины.

Различие между лапландской, лесной, сибирской и кулундинской разновидностями по составу монотерпеновой фракции ЭМ из хвои, коры и древесины в данном случае не установлено.

Однако эти выводы, видимо, нельзя считать окончательными, так как в пределах ареала сосны обыкновенной на территории СССР некоторые авторы [9] выделяют 6 районов по составу ЭМ из древесины веток деревьев 4-летнего возраста.

К сожалению, наши данные о составе ЭМ подвидов сосны трудно сравнивать с данными других авторов [9], так как в лаборатории ВНИИЛМа используют другой газ-носитель (азот) и другую адсорбционную колонку.

Исследования состава живицы и скипидара сосны, выполненные в Институте физико-органической химии АН БССР [2], [3], также свидетельствуют о целесообразности более углубленного изучения данного вопроса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Александровский Б. П. Лечение больных туберкулезом легких в сосновом бору. М., Медгиз, 1955. [2]. Бардышев И. И., Зенько Р. И. Горбачева И. В., Проказин Е. П., Чудный А. В., Куликов В. И. Химический состав терпентинного масла как признак биологических форм сосны обыкновенной. Доклады АН БССР, 12, 3, 1968. [3]. Бардышев И. И. Изучение химического состава сосновой живицы и полученных из нее канифоли и скипидара. — В сб.: Новое в лесохимии. М., «Лесная промышленность», 1973. [4]. Быховский Е. Г., Соколов А. В., Фомина Э. В., Черняева О. И., Хохлова Г. М., Кабанов В. В., Об участии монотерпенов в процессах обмена веществ в сосне обыкновенной — «Гидролизная лесохимическая промышленность», 1967, № 8. [5]. Крушев Л. Т. Об интенсивности выделения живицы из побегов сосны. — В сб.: Лесоводственная наука и практика, Минск, БелНИИЛХ, 1962. [6]. Плохинский Н. А. Биометрия. Изд-во МГУ, 1970. [7]. Положенцев П. А., Ханисламов М. Г. О возможности применения живичного индикатора для определения жизнеспособности сосновых молодых. — Труды Башкирского сельскохозяйственного института. т. 6, 1954. [8]. Правдин Л. Ф. Сосна обыкновенная. М., «Наука», 1964. [9]. Чудный А. В., Проказин Е. П. Географическая изменчивость состава терпентинных масел сосны обыкновенной на территории СССР. — «Растительные ресурсы», т. IX, вып. 4, 1973. [10]. Juvonen S. Über die Terpenbiosynthese beeinflussenden Faktoren in *Pinus silvestris*. — Acta bot. fennica, 71, 1966. [11]. Mirov N. T. Composition of gum turpentine of Pines. — Technical Bull., 1239, 1961.

Поступила 17 марта 1975 г

УДК 634.0.812.1/861.13

ЭЛЕКТРОПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЩЕЛОЧНОЙ ДЕЛИГНИФИКАЦИИ

Б. М. БУХТЕЕВ, А. М. КРЯЖЕВ, В. И. ЮРЬЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Приводится экспериментальный материал о характере изменения отрицательных значений ζ -потенциала еловой древесины в зависимости от глубины щелочной делигнификации. С помощью графического метода определен характер изменения плотности заряда в неподвижном слое наружной обкладки ДЭС, свидетельствующий, что увеличение глубины делигнификации приводит к возникновению на твердой поверхности локальных центров положительного заряда.

В последнее время в литературе термином «электроповерхностные» обозначают многочисленные явления, связанные с существованием двойного электрического слоя (ДЭС) ионов и скачка потенциала на границе раздела двух фаз. Наименее изучены среди них — специфические особенности поверхности раздела твердых тел в условиях ДЭС, которые выражаются в каталитической активности твердого тела [1]. Эти свойства трактуются как «пристенная реакция», то есть явление изменения скорости химической реакции при соприкосновении с твердой поверхностью. При этом никаких объяснений теоретического порядка о механизме наблюдаемого явления не приводится.

В связи с развитием представлений о полупроводниковых свойствах поверхности древесины, определяющих ее каталитическую активность в процессе щелочной делигнификации [2], возникла возмож-

ность интерпретации явлений «пристенной реакции» с точки зрения электронной теории катализа. Цель настоящей работы — экспериментальная проверка возможности такой интерпретации на примере изучения электроповерхностных явлений в процессе натронной варки еловой древесины.

Для получения исходных экспериментальных данных еловую щепу варили натронным способом при начальной концентрации эффективной щелочи 42 г/л в ед. Na_2O . Продолжительность варки — 210 мин, гидромодуль 1:4. Образцы древесины отбирали через равные промежутки времени, тщательно отмывали и сушили до воздушно-сухого состояния. После сушки образцы размалывали в опилки и использовали для измерения электрокинетического потенциала (ζ -потенциала) по отношению к 0,001 н. раствору КСl методом потенциала протекания. Характер изменения отрицательных значений ζ -потенциала еловой древесины в зависимости от глубины делигнификации представлен на рис. 1.

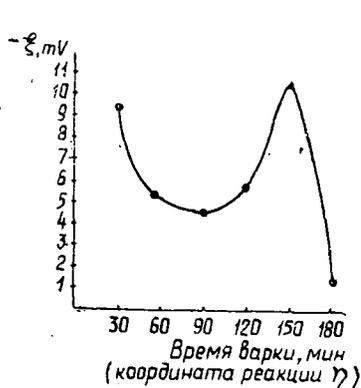


Рис. 1. Характер изменения отрицательных значений ζ -потенциала еловой древесины в зависимости от глубины делигнификации.

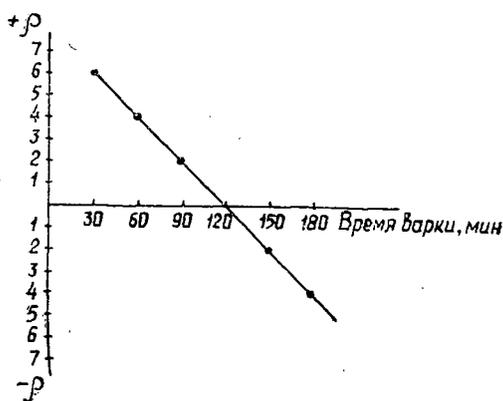


Рис. 2. Характер изменения плотности заряда в неподвижном слое наружной обкладки ДЭС, определяемый химической и физической структурой поверхности древесины.

Электрическое поле ДЭС, возникающего на границе раздела древесина различной степени провара — жидкость, определяется потенциальным вектором

$$E = -\text{grad } \zeta, \quad (1)$$

где величина ζ представляет собой уровень эквипотенциальной поверхности, проходящей по этой границе совершенно независимо (в условиях установившегося течения) от движения фаз. При постоянной плотности набивки диафрагмы, геометрических размеров ячейки и концентрации электролита в жидкой фазе изменения отрицательных значений ζ -потенциала будут вызваны лишь изменением химической и физической структуры поверхности древесины в процессе варки. Обобщенной координатой таких изменений служит координата реакции делигнификации.

Поэтому в нашем случае, когда изменение отрицательных величин потенциала и заряда связано с изменением координаты реакции η , уравнение Пуассона сводится к виду:

$$\frac{d^2\zeta}{d\eta^2} = \frac{4\pi\rho}{\epsilon}, \quad (2)$$

где η — координата реакции делигнификации;
 ε — диэлектрическая постоянная, которую для 0,001 н. раствора KCl можно принять равной единице.

Таким образом, изменения ζ -потенциала рассматриваются происходящими в пространстве конфигураций с обобщенными координатами x, y, z, c и η , где x, y, z совпадают с декартовыми координатами; c — концентрация жидкой фазы, а η — координата реакции делигнификации. В условиях опыта меняется только координата реакции. Двойное графическое дифференцирование кривой на рис. 1 по координате реакции η , представленное на рис. 2, дает возможность оценить характер изменения плотности заряда в неподвижном слое наружной обкладки ДЭС, вызванного лишь изменением химической и физической структуры поверхности древесины в процессе варки. Из рис. 2 видно, что эти изменения приводят к появлению составляющей суммарного значения плотности заряда неподвижного слоя наружной обкладки ДЭС, вклад которой направлен на снижение концентрации противоионов. Это возможно лишь в случае возникновения на поверхности древесины в процессе варки локальных центров положительного заряда. Эти центры могут возникнуть в результате появления кислых функциональных групп целлюлозы [4], за счет образования локальных механических дефектов поверхности [3] и участков с повышенной концентрацией минеральных включений.

В любом случае факт возникновения на поверхности древесины в процессе варки электрондефицитных участков имеет принципиальное значение, поскольку подтверждает как возможность протекания на ее поверхности электронных процессов, так и позволяет высказать предположение о появлении при варке не только электронной [2], но и дырочной составляющей поверхностной электропроводности. Полученные экспериментальные данные могут иметь большое практическое значение, поскольку указывают подход к проблеме активного влияния на характер протекания процесса щелочной делигнификации в целях повышения его избирательности.

Выводы

1. Получены данные о характере изменения отрицательных значений ζ -потенциала еловой древесины в зависимости от глубины щелочной делигнификации.

2. Переход к обобщенным координатам отрицательных значений ζ -потенциала позволяет графически определить характер изменения плотности заряда в неподвижном слое наружной обкладки ДЭС, вызванного изменением химической и физической структуры поверхности древесины в процессе варки.

3. Увеличение глубины делигнификации приводит к возникновению на твердой поверхности локальных центров положительного заряда, что подтверждает возможность появления дырочной составляющей поверхностной электропроводности древесины в процессе варки.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бухтеев Б. М. Изучение электрохимических свойств целлюлозных волокнистых материалов в зависимости от содержания и природы функциональных групп. Дис. на соиск. учен. степени канд. хим. наук. Л., 1968, с. 18—20. [2]. Бухтеев Б. М., Южин В. И., Кряжев А. М. Изменение некоторых физико-химических свойств древесины в процессе ее щелочной обработки. — В сб.: Теоретические и поисковые исследования — база для ускорения технического прогресса ЦБП. Таллин, 1975,

с. 60—61. [3]. Волькенштейн Ф. Ф. Физико-химия поверхности полупроводников. М., 1973, с. 13—18. [4]. Юрьев В. И., Позин С. С. Электрокинетические свойства целлюлозных материалов. — Материалы ЦНИИБа, вып. 38. М., Гослесбумиздат, 1950, с. 58—83.

Поступила 9 февраля 1976 г.

УДК 676.017.9

ПРОКЛЕЙКА БУМАГИ ЗАМЕНИТЕЛЕМ КАНИФОЛИ — ДИ(МЕТАКСИЛИЛ) ПРОПИОНОВОЙ КИСЛОТОЙ — ПРИ РАЗНЫХ pH СРЕДЫ

К. С. ШНЕЙДЕР, О. К. ЗАВЬЯЛОВА, Д. М. ФЛЯТЕ, В. С. КОЗЛОВА

Ленинградская лесотехническая академия

Показано влияние алюмината натрия, вводимого при проклейке, на механические и оптические свойства бумаги из различных видов целлюлозы.

Ди(метаксилл)пропионовая кислота (ДМКПК) — синтетический заменитель канифоли, который может быть использован как самостоятельное проклеивающее вещество для придания гидрофобности бумаге [1], [3]. Для проклейки бумаги ДМКПК применяли в виде полностью нейтрализованного клея по технологии проклейки канифольным клеем.

Нами в сравнимых условиях были исследованы проклейки бумаги синтетическим и нейтральным канифольным клеями при разных pH среды и влияние pH при проклейке на некоторые свойства бумаги.

Исследована бумага из трех видов целлюлозы: сульфитной беленой марки А-П, сульфитной небеленой марки Ж-4 и сульфатной небеленой марки НС-2. Расход клея 1,0% к массе абс. сухих волокон. В качестве коагулянтов использованы сульфат алюминия и алюминат натрия с каустическим модулем 1,55 как в отдельности, так и в

Таблица 1

Вид целлюлозы	Соотношение $Al_2(SO_4)_3:NaAlO_2$ в ед. Al_2O_3	pH массы при проклейке	Степень проклейки бумаги			
			по методу Кобба, г/м ²		по штриховому методу, мм	
			ДМКПК	канифоль	ДМКПК	канифоль
Сульфитная беленая	$Al_2(SO_4)_3$	4,46	17,8	27,9	2,0	2,0
	1:1	5,00	17,9	29,6	2,0	2,0
	1:1,5	6,33	34,2	33,3	2,0	2,0
	1:1,75	7,00	71,5	52,6	1,25	1,0
	1:2,5	8,40	109,1	57,7	Свед. нет	1,0
	$NaAlO_2$	9,25	101,7	83,7	"	Свед. нет
Сульфитная небеленая	$Al_2(SO_4)_3$	4,27	21,7	24,3	2,0	1,5
	1:1,65	6,10	54,6	37,0	1,0	1,5
	1:2	7,17	112,4	96,3	Свед. нет	Свед. нет
	1:3	8,71	117,8	106,5	"	"
Сульфатная небеленая	$Al_2(SO_4)_3$	4,81	17,3	17,8	2,0	2,0
	1:1,5	6,40	20,6	20,9	2,0	2,0
	1:1,75	7,22	19,7	24,1	2,0	2,0
	1:2,5	8,87	120,3	20,8	Свед. нет	2,0

смеси. Расход сульфата алюминия 2,0% к массе абс. сухих волокон, рН изменяли путем добавки различного количества алюмината натрия. Образцы бумаги массой 100 г/м² отливали на аппарате Рапид-Кетген. Степень проклейки определяли двумя способами: штриховым и по Коббу (табл. 1; в табл. 1, 2 и 3 приведены средние данные из серии опытов).

Таблица 2

Расход Al ₂ (SO ₄) ₃ , %	Расход NaAlO ₂ , %	рН массы при проклейке	Изменение степени проклейки бумаги при порядке дозировки химикатов			
			I ДМКПК → Al ₂ (SO ₄) ₃ → NaAlO ₂		II Al ₂ (SO ₄) ₃ → ДМКПК → Al ₂ (SO ₄) ₃ → NaAlO ₂	
			по Коббу, г/м ²	по штриховому методу, мм	по Коббу, г/м ²	по штриховому методу, мм
100	0	5,40	15,8	2,0	16,4	2,0
80	20	6,35	17,5	2,0	16,3	2,0
60	40	6,55	20,9	2,0	17,2	2,0
40	60	7,05	38,5	1,0	33,1	1,25
20	80	7,80	103,4	Свед. нет	98,2	Свед. нет
0	100	8,60	114,2		101,7	

Таблица 3

Композиция бумаги	Влияние рН среды на свойства бумаги						
	рН среды при проклейке	Жесткость, 10 ⁻⁶ Н, м ²		Белизна, % белого		рН водной вытяжки	
		ДМКПК	канифольный клей	ДМКПК	канифольный клей	ДМКПК	канифольный клей
100% сульфитной беленой целлюлозы	4,46	1,21	1,22	75,5	75,1	5,07	5,00
	5,00	1,27	1,19	70,1	69,9	5,30	5,38
	6,33	1,54	1,55	69,9	69,9	6,59	6,60
	7,00	1,59	1,59	70,7	70,7	6,44	6,46
	8,40	1,43	1,59	70,6	70,2	6,61	6,70
	9,25	1,43	1,31	67,6	67,6	7,70	7,66
100% сульфитной небеленой целлюлозы	4,27	2,31	1,95	—	—	—	—
	6,10	2,45	2,24	—	—	—	—
	7,17	2,45	2,47	—	—	—	—
	8,71	2,21	2,16	—	—	—	—
100% сульфатной небеленой целлюлозы	4,81	1,9	2,00	—	—	5,25	5,15
	6,40	2,7	3,10	—	—	6,86	7,06
	7,22	2,55	2,65	—	—	7,25	7,25
	8,87	2,31	2,16	—	—	7,35	7,50

В области рН = 4, 2—5, 0 эффект проклейки клеем ДМКПК выше, чем канифольным. В нейтральной и слабокислой областях (рН = 6,0—7,5) степень проклейки синтетическим и канифольным клеями была почти равной, а в щелочной среде (рН выше 7,5) наблюдалось снижение их проклеивающей способности. Исключение составила бумага из сульфатной небеленой целлюлозы (степень проклейки канифольным клеем выше даже в щелочной среде). Сульфитная беленая целлюлоза была проклеена с меньшим количеством сульфата алюминия — 0,5% к массе абс. сухих волокон. Хорошая проклейка была получена при

$pH = 6,4$, соотношение сульфата алюминия к алюминату натрия составляло 1 : 1 в ед. Al_2O_3 .

Для установления оптимального pH массы из сульфитной беленой целлюлозы при проклейке клеем ДМКПК были проведены опыты, в которых сульфат алюминия постепенно заменяли алюминатом натрия (табл. 2). Расход сульфата алюминия — 0,5% к массе абс. сухих волокон был принят за 100%. Через каждые 20% увеличивали расход алюмината натрия и снижали расход сульфата алюминия. При этом порядок добавления химикатов был различным. В первом случае давали клей \rightarrow сульфат алюминия \rightarrow алюминат натрия (I). Во втором — сульфат алюминия (1/2) \rightarrow клей \rightarrow сульфат алюминия (1/2) \rightarrow алюминат натрия (II).

Было установлено, что проклейку бумаги из сульфатной беленой целлюлозы клеем ДМКПК с использованием алюмината натрия можно проводить при $pH = 6,3—6,55$ в среде, близкой к нейтральной. Бумага из сульфатной небеленой целлюлозы имела высокую степень проклейки синтетическим клеем при $pH = 7,22$. Сульфитная небеленая целлюлоза хорошо проклеивалась в данных условиях только в кислой среде.

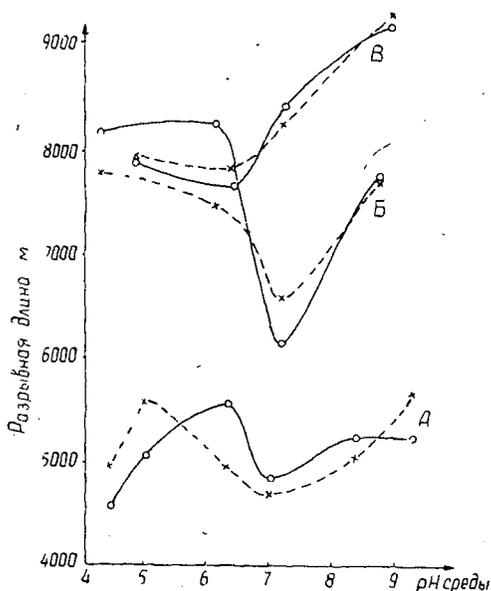


Рис. 1. Изменение разрывной длины бумаги в зависимости от pH среды при проклейке.

А — сульфитная беленая целлюлоза; Б — сульфитная небеленая целлюлоза; В — сульфатная небеленая целлюлоза; о — канифольный клей; х — клей ДМКПК.

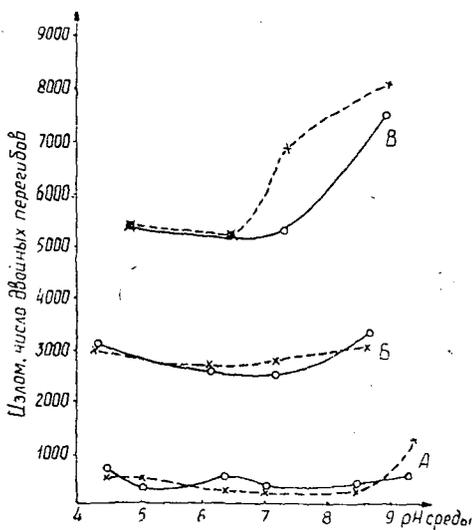


Рис. 2. Изменение сопротивления излому бумаги в зависимости от pH среды при проклейке. Условные обозначения те же.

У образцов бумаги, полученных при различных pH , кроме степени проклейки, были определены разрывная длина, сопротивление излому, жесткость, pH водной вытяжки и белизна (для бумаги из сульфитной беленой целлюлозы). Характер кривых изменения разрывной длины (рис. 1) и сопротивления излому (рис. 2) у бумаги, проклеенной синтетическим клеем, такой же, как у бумаги, проклеенной канифольным клеем. По-видимому, основное влияние на эти показатели оказывают

соединения алюминия, вводимые при проклейке [2]. Увеличение сопротивления излому при высоких значениях рН (выше 8,0) может быть связано с уменьшением жесткости бумаги (табл. 3) из-за уменьшения содержания в ней солей алюминия, существующих в щелочной области в виде основных, плохо удерживающихся на волокнах.

Для сульфатной небеленой целлюлозы показатели механической прочности бумаги, проклеенной клеем ДМКПК в нейтральной среде, выше, чем при проклейке канифольным клеем. Для сульфитной белой целлюлозы по мере перехода в нейтральную среду эти показатели при синтетическом клее снижались больше, чем при канифольном.

Наибольшую степень белизны (77%) имели неклееные образцы бумаги из сульфитной белой целлюлозы и образцы, проклеенные в кислой среде с использованием одного сульфата алюминия (табл. 3). Добавка сульфата алюминия снижала белизну бумаги, так как алюминат натрия, являясь хорошим коагулянтом, осаждает на бумаге водные взвеси.

Для характеристики активной кислотности готовой бумаги, полученной при различных рН среды, методом холодной экстракции был определен рН водной вытяжки. Из полученных данных (табл. 3) видно, что бумага, изготовленная при более высоких рН, имеет меньшую кислотность, то есть более долговечна.

ЛИТЕРАТУРА

Ш. Тищенко Д. В., Ришес Н. М., Завьялова О. К., Шнейдер К. С., Конокотина А. И. Способ получения натриевых солей диарилпропионовых кислот. Авт. свид. № 327161. — Бюл. изобретений, 1972 № 5. [2]. Чижов Г. И. Влияние соединений алюминия на механическую прочность бумаги. Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Л., ЛТА, 1971. [3]. Шнейдер К. С. Ди(метаксил) пропионовая кислота — заменитель канифоли для проклейки бумаги. — Труды ЛТА, № 158, «Химическая переработка древесины». Л., 1973, с. 65—68.

Поступила 25 июля 1975 г.

УДК 676.2.056.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА РАСЧЕТА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ БУМАЖНОЙ МАССЫ НА РЕГИСТРОВОЙ ЧАСТИ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

А. П. СПИРИН

Ленинградская лесотехническая академия

Сообщаются результаты экспериментальных исследований, проведенных с целью определения фактического коэффициента фильтрации массы, характеризующего свойства массы при ее обезвоживании на регистрающей части бумагоделательной машины.

Существующий метод расчета регистрающей части по удельным съемам бумаги с 1 м² сеточного стола основан на анализе работы действующих плоскосеточных машин, оборудованных в сеточной части регистрающими валиками, и справедлив только в исследуемом диапазоне скоростей. Этот метод не позволяет оценить эффективность обезвоживания массы на более высоких скоростях и на сеточной части, оборудованной новыми обезвоживающими элементами: гидроранками, мокрыми отсасывающими ящиками. Поэтому на стадии проекти-

рования сеточной части бумагоделательной машины необходимо проводить расчет обезвоживания массы с учетом специфики каждого элемента, контактирующего с сеткой и оказывающего влияние на процесс обезвоживания.

На кафедре «Машины и аппараты ЦБП» Ленинградского технологического института ЦБП создана методика поэлементного расчета обезвоживания массы на желобчатых и гладких регистровых валиках с учетом дефлекторов¹ и открытых участков сетки и на мокрых отсасывающих ящиках [1], [2].

Применение ЭВМ «Минск-22» позволило сократить время расчетов [3].

В указанной методике учтены фильтрационные свойства массы, которые характеризуются коэффициентом фильтрации и концентрацией осевшего слоя волокон. Коэффициент фильтрации массы, определяемый на приборе в условиях постоянного напора фильтрации и отсутствия движения массы с сеткой, получил название «лабораторный коэффициент фильтрации» $K_{\text{лаб}}$.

Как показали расчеты, коэффициент фильтрации, полученный на приборе, не соответствует фактическому коэффициенту фильтрации $K_{\text{факт}}$, который характеризует обезвоживание массы на сеточной части действующей бумагоделательной машины. Это объясняется разными условиями протекания процесса фильтрации бумажной массы в лабораторном приборе и на действующей машине.

Обезвоживание массы на регистровой части происходит на движущейся сетке с приложением переменного по величине фильтрационного напора короткими импульсами, продолжительность которых составляет 0,01—0,001 с. За такой промежуток времени осевший слой волокон не успевает уплотниться до того состояния, которое достигается на лабораторном приборе. Кроме того, на процесс фильтрации оказывают влияние неравномерность осаждения волокна, прогиб сетки на обезвоживающих элементах и ее вибрация, а также ряд других параметров.

На различие между лабораторным и фактическим коэффициентами фильтрации массы указывают также зарубежные авторы [4], [5].

Фактический коэффициент фильтрации определяют, сравнивая экспериментальные данные по обезвоживанию массы на сеточной части действующей бумагоделательной машины с расчетами, полученными на ЭВМ. При этом за фактический коэффициент фильтрации принимают то значение, при котором наблюдается адекватность расчетных и экспериментальных данных.

Проведение замеров на действующих бумагоделательных машинах крайне сложно и требует значительных затрат времени. Кроме того, описанный метод оценки фактического коэффициента фильтрации неприемлем при проектировании новых бумагоделательных машин.

Все это заставило искать другие методы оценки фактического коэффициента фильтрации. Один из способов решения этой задачи — установление зависимости между фактическим и лабораторным коэффициентами фильтрации.

Предварительные расчеты для ряда бумагоделательных машин, проведенные на ЭВМ, показали, что зависимость лабораторного и фактического коэффициентов фильтрации от фильтрационного напора носит одинаковый характер. Так как фильтрационный напор — функция скорости сетки, то зависимость коэффициента от напора можно выявить при изменении скорости в достаточно широком диапазоне.

Это связано с определенными трудностями производственного характера, поэтому исследования обезвоживания массы следует проводить на экспериментальных бумагоделательных машинах.

С целью определения соотношения фактического и лабораторного коэффициентов фильтрации были проведены исследования обезвоживания массы на экспериментальной установке «УЭ-23», сконструированной и созданной в лаборатории сеточных и прессовых частей НПОбуммаша*. Сеточная часть этой установки имеет общую длину 8 м и ширину сетки 300 мм.

В период проведения исследований регистровая часть была смонтирована из регистровых валиков диаметром 277 мм. Скорость сетки изменялась в диапазоне 100—500 м/мин. Степень помола и концентрации массы в напорном ящике установки «УЭ-23» выбраны в соответствии с технологическими режимами, принятыми на предприятиях отрасли. Следовательно, нами были соблюдены все условия процесса отлива и обезвоживания, характерные для действующих бумагоделательных машин.

При изучении обезвоживания каждого вида бумажной массы были проведены следующие работы:

определение лабораторного коэффициента фильтрации на приборе (для фильтрационных напоров, соответствующих скорости сетки 100, 200, 300, 400 и 500 м/мин);

определение концентрации массы на сеточном столе установки «УЭ-23» методом «сдувки» массы с сетки при скоростях сетки 100, 200, 300, 400 и 500 м/мин;

расчет на ЭВМ с целью определения фактического коэффициента фильтрации по результатам экспериментальных данных для каждой скорости сетки.

Всего изучено три вида бумажной массы (табл. 1).

Таблица 1

Вид бумаги	Композиция массы	Степень помола массы, °ШР
Для печати типографская	Целлюлоза беленая 100%-ная сульфитная	35
Мешочная, основной слой картона марки К-0. К-1	Целлюлоза небеленая 100%-ная сульфатная	25
Газетная	60% древесной массы, 40% сульфитной целлюлозы	72

Результатом исследований явился график зависимости лабораторного и фактического коэффициентов фильтрации от фильтрационного напора (рис. 1).

Значения лабораторного и фактического коэффициентов фильтрации при одном и том же фильтрационном напоре, изменения которого в процессе исследования были заданы изменением скорости сетки от 100 до 500 м/мин, позволили получить зависимость между фактичес-

* Исследования проведены автором и сотрудниками кафедры «Машины и аппараты ЦБП» ЛТИ ЦБП А. Е. Слущким и А. М. Ильинским совместно с сотрудниками лаборатории сеточных и прессовых частей НПОбуммаша К. А. Смирновым и А. Г. Андреевым и сотрудниками лаборатории основных процессов производства бумаги и картона ВНПОбумпрома А. А. Хохряковым, А. М. Половниковым и Н. М. Локотой.

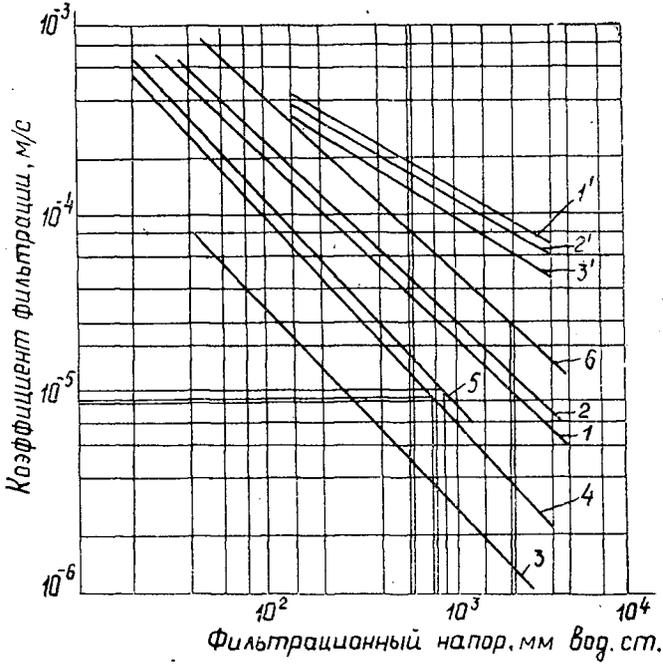


Рис. 1. Зависимость лабораторного коэффициента фильтрации от фильтрационного напора.

1 — 100%-ная сульфитная беленая целлюлоза; 2 — 100%-ная сульфатная небеленая целлюлоза; 3 — 60% древесной массы, 40% сульфитной целлюлозы; 4 — бумажная масса с БДМ фабрики им. Ю. Янониса; 5 — бумажная масса с БДМ № 4 Котласского ЦБК; 6 — масса картоноделательной машины Братского ЛПК. 1', 2', 3' — зависимость фактического коэффициента фильтрации от напора для соответствующих бумажных масс.

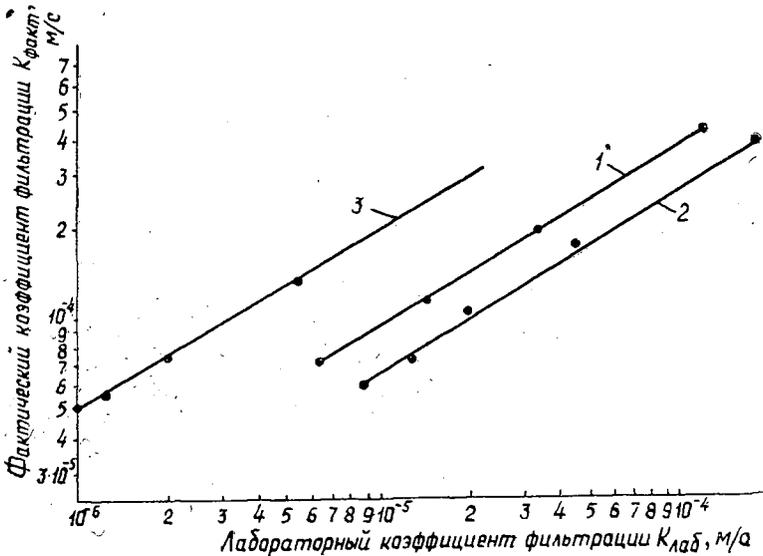


Рис. 2. Зависимость фактического коэффициента фильтрации от лабораторного

1 — 100 %-ная сульфитная беленая целлюлоза, 35°ШР; 2 — 100%-ная сульфатная небеленая целлюлоза, 25°ШР; 3 — 60 % древесной массы, 40 % сульфитной целлюлозы, 72°ШР.

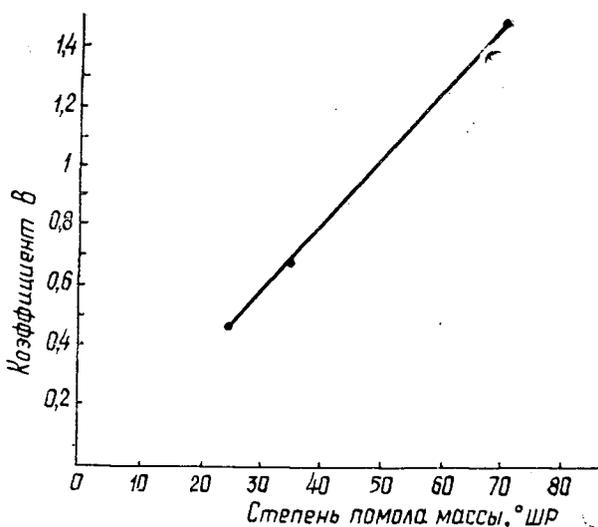


Рис. 3. Зависимость коэффициента b от степени помола массы.

ким и лабораторным коэффициентами фильтрации (рис. 2). Как видно из рис. 2, зависимость между этими коэффициентами в логарифмических координатах выражается прямыми, причем углы наклона прямых одинаковы для различных видов бумажной массы и отличаются только значения начальных ординат.

Уравнение, выражающее эту зависимость, можно записать в виде

$$K_{\text{факт}} = bK_{\text{лаб}}^{0,634}. \quad (1)$$

По данным исследований, коэффициент b в уравнении (1) находится в прямой пропорциональной зависимости от степени помола массы (рис. 3).

В результате статистической обработки данных получена экспериментальная зависимость фактического коэффициента фильтрации от лабораторного

$$K_{\text{факт}} = (-0,122 + 0,0234d)K_{\text{лаб}}^{0,634}, \quad (2)$$

где d — степень помола массы, °ШР.

Эта зависимость была проверена на тринадцати действующих бумаго- и картоноделательных машинах (в диапазоне скоростей 180—600 м/мин), вырабатывающих продукцию массой от 52 до 240 г/м², при степени помола 18—72°ШР.

Для сравнения на рис. 4 показаны данные результатов расчетов обезвоживания, для которых $K_{\text{факт}}$ определяли по уравнению (2), и данные замеров, проведенных нами на машинах Котласского ЦБК, фабрики им. Ю. Янониса, Братского ЛПК. Статистический анализ результатов показал их адекватность.

Полученная зависимость позволяет проводить проектные расчеты обезвоживания бумажной массы при производстве массовых видов бумаги и картона.

Таким образом, нами установлено различие между фильтрационными свойствами массы при обезвоживании ее в лабораторных усло-

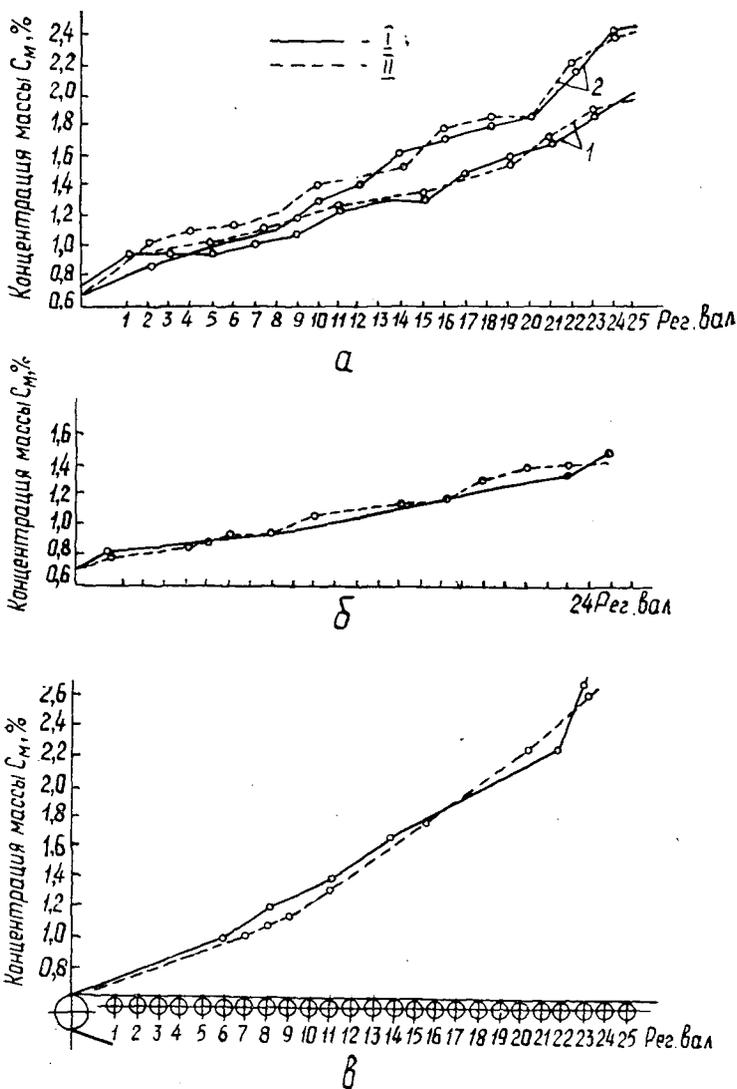


Рис. 4. Сравнение экспериментальных данных (I), полученных на действующих машинах, с результатами расчета (II).

а — бумажная фабрика им. Ю. Янониса (кривые 1 — для бумагоделательной машины № 4 БП-18, $V_c = 235$ м/мин; кривые 2 — для бумагоделательной машины № 3 БП-18, $V_c = 228$ м/мин); б — бумагоделательная машина № 6 Б-41 Котласского ЦБК, $V_c = 251$ м/мин; в — картоноделательная машина Братского ЛПК, $V_c = 370$ м/мин.

виях и на сетке бумагоделательной машины. Определение значений фактических коэффициентов фильтрации только по результатам одних лабораторных исследований бумажной массы позволяет производить оценку технологических возможностей проектируемой бумагоделательной машины и выбирать оптимальную компоновку сеточной части различными обезвоживающими элементами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кугушев И. Д. Теория процессов отлива и обезвоживания бумажной массы. М., «Лесная промышленность», 1967. [2]. Спирин А. П., Слуцкий А. Е. Расчет процесса обезвоживания на регистровой части с помощью ЭВМ. — Сборник межвузовских трудов, вып. 1. ЛТИ ЦБП, 1974, с. 3—11. [3]. Спирин А. П., Слуцкий А. Е., Хейфец Т. П. Программа расчета регистровой части бумагоделательной машины на ЭВМ. — Сборник межвузовских трудов, вып. 1. ЛТИ ЦБП, 1974, с. 11—19. [4]. Ingmanson W. Filtration Resistance of Fourdrinier Table Roll Section. — TAPPI, 1957, v. 40, № 12, p. 936—943. [5]. Meyer H. Hydrodynamics of the Sheet-Forming Process. — TAPPI, 1971, v. 54, N 9, p. 1426—1450

Поступила 19 апреля 1976 г.

УДК 634.0.864.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА В КАЧЕСТВЕ ДОБАВКИ В ПРЕСПОРОШОК

Г. Ф. ПОТУТКИН

Архангельский лесотехнический институт

Приведены результаты введения в пресспорошок К-18-2 предварительно обработанного фурфуролом гидролизного лигнина. Показано, что введение до 20% гидролизного лигнина улучшает электрические показатели прессматериала. Изготовленные изделия удовлетворяют требованиям потребителей, имеют хороший товарный вид.

Гидролизный лигнин — многотоннажный продукт, который в значительном количестве вывозится на свалку или сжигается.

При изготовлении пресспорошка в качестве наполнителя используется древесная мука, являющаяся дефицитным продуктом.

Нами проведены исследования по изучению возможности введения в готовый пресспорошок отходов прессования фенопластов — грата и гидролизного лигнина. Было изготовлено и испытано в цехе пластмасс Ломоносовского райпромкомбината г. Архангельска 39 партий пресспорошков (с использованием 1, 3, 5, 10 и 20% грата; грата в количестве, 1, 2, 5, 10, 30, 40 и 50%, увлажненного 1, 2, 3 и 5% фурфурола; гидролизного лигнина в количестве 0,01; 0,03; 0,05; 0,1; 0,25; 0,5; 0,75; 1; 2; 2,5; 3; 5; 7,5; 10; 20 и 25% от веса пресспорошка).

В настоящей статье приводим результаты использования в качестве добавки к пресспорошку гидролизного лигнина в смеси с фурфуролом. Добавка только лигнина, без фурфурола, не позволяет получать высококачественные изделия.

Гидролизный лигнин, взятый из сжеги гидролизного завода, тщательно отмывали водой при температуре 40°C от кислоты и остатков сахаров. Промытый лигнин подсушивали до воздушносухого состояния и напыляли водный раствор фурфурола. Раствор фурфурола готовили следующим образом: 1 кг технического фурфурола растворяли в 5 л воды при температуре 60°C. Расход фурфурола при напылении — 5% от веса абс. сухого лигнина. Сушку лигнина под тягой вели до воздушносухого состояния, просеивали и отбирали фракцию лигнина, проходящую через сито с диаметрами отверстий 1 мм. Отобранный лигнин высушивали до влажности 3—5% и смешивали с пресспорошком.

В числителе табл. 1 приведены результаты испытаний полученных продуктов по методикам, предусмотренным ГОСТом 5689—66. Образцы для испытаний изготовляли прямым прессованием без предварительного подогрева при температуре $160 \pm 5^\circ\text{C}$, удельном давлении 300 ± 50 кгс/см² и выдержке 1 мин на 1 мм толщины изделия.

Показатели	Требования ГОСТа	Величина		
		1	2	3
Плотность, г/см ³	≤ 1,4	$\frac{1,311}{1,360}$	$\frac{1,284}{1,360}$	$\frac{1,265}{1,364}$
Водопоглощение, мг	≤ 55	$\frac{42}{36}$	$\frac{43}{35}$	$\frac{45}{36}$
Теплостойкость по Мартенсу, °С	≥ 125	$\frac{123}{146}$	$\frac{129}{144}$	$\frac{127}{143}$
Текучесть, мм	90—190	$\frac{—}{156}$	$\frac{—}{158}$	$\frac{—}{161}$
Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом	≥ 1·10 ¹²	$\frac{1,8 \cdot 10^{13}}{7,3 \cdot 10^{13}}$	$\frac{1,3 \cdot 10^{13}}{9,9 \cdot 10^{13}}$	$\frac{1,3 \cdot 10^{13}}{1,3 \cdot 10^{14}}$
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·см	≥ 1·10 ¹¹	$\frac{1,4 \cdot 10^{12}}{6,6 \cdot 10^{12}}$	$\frac{1,2 \cdot 10^{12}}{8,3 \cdot 10^{12}}$	$\frac{1,2 \cdot 10^{12}}{9,7 \cdot 10^{12}}$
Электрическая прочность, кВ/мм	12	$\frac{13,1}{12,8}$	$\frac{12,6}{13,8}$	$\frac{13,0}{13,9}$
Усадка, %	0,4—0,8	$\frac{—}{0,65}$	$\frac{—}{0,62}$	$\frac{—}{0,68}$
Ударная вязкость, кгс·см/см ²	≥ 6	$\frac{4,76}{4,62}$	$\frac{4,35}{6,12}$	$\frac{4,15}{5,31}$
Предел прочности при статическом изгибе, кгс/см ²	≥ 700	$\frac{659}{779}$	$\frac{679}{687}$	$\frac{666}{677}$

В знаменателе таблицы даны результаты испытаний полученных нами продуктов по режиму, предусмотренному ГОСТом 5689—66 для прессматериалов К-18-2 (общего назначения). Образцы изготовляли прямым прессованием при температуре $185 \pm 5^\circ\text{C}$, удельном давлении 300 ± 50 кгс/см² и выдержке 1 мин на 1 мм толщины изделия. Предварительный подогрев прессматериала производили для стандартных брусков таблетками в установках ВЧУ (типа ЛД1-06) до размягчения время разогрева 1 мин 20 с). Прессматериал для изготовления стандартных дисков диаметром 100 мм предварительно подогревали в термошкафах при температуре 130—150°C в течение 4 мин.

Всего физико-механическим испытаниям было подвергнуто 10 партий полученных продуктов с содержанием в них гидролизного лигнина: 0; 1; 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5; 15; 20 и 25% (остальное — исходный пресспорошок К-18-2).

По данным табл. 1, полученные композиции удовлетворяют всем требованиям ГОСТа, за исключением ударной вязкости и предела прочности при статическом изгибе. Ударная вязкость исходного пресспорошка не удовлетворяла требованиям ГОСТа, а введение лигнина понизило этот показатель. Предел прочности при статическом изгибе снизился с увеличением количества введенного лигнина. Показатель электрической прочности композиций, содержащих более 10% лигнина, также не удовлетворяет требованиям ГОСТа.

Результаты испытаний, приведенные в таблице, показывают, что при изменении режима прессования требованиям ГОСТа по электрическим показателям удовлетворяет любая композиция, содержащая до 20% гидролизного лигнина. Введение гидролизного лигнина, обрабо-

Таблица 1

показателей для проб

4	5	6	7	8	9	10
$\frac{1,291}{1,365}$	$\frac{1,346}{1,364}$	$\frac{1,353}{1,365}$	$\frac{1,362}{1,361}$	$\frac{1,323}{1,360}$	$\frac{1,355}{1,365}$	$\frac{1,345}{1,373}$
$\frac{63}{36}$	$\frac{49}{38}$	$\frac{47}{57}$	$\frac{49}{45}$	$\frac{54}{41}$	$\frac{48}{40}$	$\frac{51}{40}$
$\frac{126}{148}$	$\frac{130}{145}$	$\frac{133}{136}$	$\frac{135}{154}$	$\frac{132}{148}$	$\frac{126}{142}$	$\frac{122}{144}$
$\frac{—}{148}$	$\frac{—}{163}$	$\frac{—}{135}$	$\frac{—}{138}$	$\frac{—}{145}$	$\frac{—}{136}$	$\frac{—}{106}$
$\frac{1,7 \cdot 10^{13}}{4,2 \cdot 10^{13}}$	$\frac{2,9 \cdot 10^{13}}{1,7 \cdot 10^{14}}$	$\frac{2,5 \cdot 10^{13}}{7,7 \cdot 10^{13}}$	$\frac{2,5 \cdot 10^{13}}{1,6 \cdot 10^{14}}$	$\frac{1,7 \cdot 10^{13}}{1,6 \cdot 10^{14}}$	$\frac{2,0 \cdot 10^{13}}{3,9 \cdot 10^{14}}$	$\frac{2,0 \cdot 10^{13}}{1,8 \cdot 10^{13}}$
$\frac{1,3 \cdot 10^{12}}{4,5 \cdot 10^{12}}$	$\frac{2,1 \cdot 10^{12}}{1,6 \cdot 10^{13}}$	$\frac{1,8 \cdot 10^{12}}{9,1 \cdot 10^{12}}$	$\frac{2,8 \cdot 10^{12}}{2,0 \cdot 10^{13}}$	$\frac{2,6 \cdot 10^{12}}{2,2 \cdot 10^{13}}$	$\frac{2,8 \cdot 10^{12}}{2,8 \cdot 10^{13}}$	$\frac{4,4 \cdot 10^{12}}{6,5 \cdot 10^{12}}$
$\frac{12,8}{13,6}$	$\frac{12,4}{12,8}$	$\frac{11,5}{13,4}$	$\frac{11,0}{11,2}$	$\frac{10,9}{13,5}$	$\frac{10,9}{13,2}$	$\frac{10,2}{11,8}$
$\frac{—}{0,74}$	$\frac{—}{0,65}$	$\frac{—}{0,68}$	$\frac{—}{0,70}$	$\frac{—}{0,67}$	$\frac{—}{0,71}$	$\frac{—}{0,71}$
$\frac{3,90}{5,03}$	$\frac{3,09}{3,37}$	$\frac{4,48}{3,43}$	$\frac{3,27}{3,29}$	$\frac{3,00}{3,55}$	$\frac{2,90}{3,15}$	$\frac{2,70}{3,42}$
$\frac{660}{641}$	$\frac{570}{627}$	$\frac{564}{618}$	$\frac{529}{590}$	$\frac{524}{570}$	$\frac{475}{497}$	$\frac{413}{505}$

танного фурфуролом, позволяет значительно снизить расход и улучшить все диэлектрические показатели пресспорошка К-18-2 (номер пробы исходного порошка — 1).

Таким образом, проведенные работы подтвердили возможность экономии пресспорошка при изготовлении неответственных изделий народного потребления (розеток и прочих деталей электроназначения) в результате введения в пресспорошок гидролизного лигнина, обработанного фурфуролом.

Поступила 27 января 1976 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 519.21 : 621.932.2

ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
СУЧКОРЕЗНОЙ МАШИНЫ

Е. А. ПАНИН

Ленинградская лесотехническая академия

Рассматривается процесс работы сучкорезной машины с позиции ТМО. Предлагается модель типа $M/M/1$. Аналитические зависимости позволяют определить характеристики системы трелевка — обрезка сучьев с учетом неравномерности поступления требований (трелюемых пачек), переменной продолжительности обслуживания требований (деревьев с кроной) и времени восстановления аппарата.

Одна из задач современной науки и техники — разработка и внедрение в практику методов исследования сложных систем управления операциями. Классические методы прикладной математики не всегда пригодны для исследования систем управления [1]. Поэтому в последнее время интенсивно развиваются новые методы, связанные с теорией игр и статистических решений, теорией автоматов, алгоритмическим описанием процессов функционирования сложных систем и т. д. Особенно широкое применение для решения подобных задач получили методы теории массового обслуживания (ТМО).

Рассмотрим процесс работы сучкорезной машины с позиции ТМО. Функционирование системы трелевка — обрезка сучьев — это единый входящий поток требований (трелюемых пачек деревьев с кроной) и единичное обслуживание (обрезка сучьев у деревьев). Оно представляет собой разомкнутую систему массового обслуживания (СМО) с ожиданием.

Для технологической линии, где предусматривается вывозка леса в пачках непосредственно к сучкорезной машине, входящий поток требований (число деревьев в пачке) за определенный промежуток времени и закон распределения времени обслуживания пачек определяем обычными статистическими методами, используя данные хронометража.

В случае, если сучкорезная машина производит поштучную очистку деревьев из запаса, то закон распределения времени обслуживания деревьев получим на основании статистических данных о числе деревьев (очищенных от сучьев) за определенный промежуток времени.

Пусть рассматриваемая система в обозначениях Д. Кендалла имеет вид $M/M/1$. Согласно Б. В. Гнеденко [3], «...к простейшему потоку системам массового обслуживания приспособиться труднее», а в соответствии с [6] «...системы, рассчитанные на этот поток, будут надежно работать в условиях других потоков...» (при одинаковой интенсивности).

Пропускная способность и другие характеристики СМО сравнительно мало зависят от вида закона распределения времени обслуживания, а связаны главным образом с его средним значением $M [t_{обсл}]$. Поэтому в ТМО чаще всего пользуются допущением, что время обслуживания распределено по показательному закону. Это предположе-

ние позволяет значительно упростить математический аппарат, применяемый для решения задач массового обслуживания, и в ряде случаев получить простые аналитические формулы для характеристики пропускной способности системы [5].

Обозначим через λ параметр входящего потока требований (пачек деревьев с кроной), а через ν параметр времени обслуживания пачек. Поступившие требования не покидают систему, пока не обслужатся. Сучкорезная машина (аппарат) время от времени выходит из строя по закону Пуассона с параметром λ_0 . За время восстановления новые требования не поступают. Выход машины из рабочего состояния возможен как в период обслуживания требований, так и в период, когда она свободна от обслуживания. Предполагаем, что время восстановления сучкорезной машины также подчиняется показательному закону распределения с параметром ν_0 . Дисциплина обслуживания — естественная. Число обслуживающих аппаратов — 1.

Характеристики такой системы: математическое ожидание числа требований в системе; математическое ожидание длины очереди; вероятность того, что в системе находится k требований в случае исправной машины и во время ее восстановления.

Граф состояний СМО представлен на рис. 1:

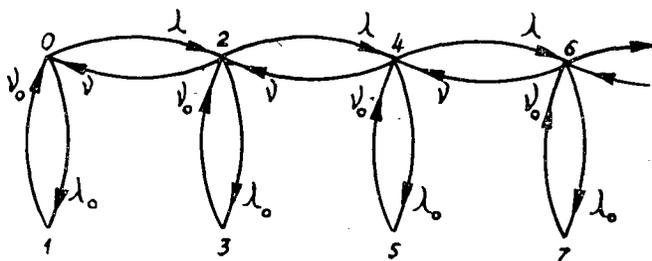


Рис. 1. Граф состояний СМО.

0 — состояние системы в момент времени t , то есть в системе в момент t нет ни одного требования, аппарат исправен; в течение dt система может перейти либо в состояние 2 с вероятностью λdt (за время dt поступит требование), либо в состояние 1 с вероятностью $\lambda_0 dt$ (за время dt аппарат выйдет из строя), либо останется в том же состоянии с вероятностью $1 - (\lambda_0 + \lambda) dt$ (за время dt в систему не поступит требование и аппарат не выйдет из строя).

2 — в системе находится одно требование, аппарат исправен; за время dt система может перейти либо в состояние 4 с вероятностью λdt (за время dt , поступит новое требование), либо в состояние 0 с вероятностью νdt (за время dt требование обслужится), либо в состояние 3 с вероятностью $\lambda_0 dt$ (за время dt аппарат выйдет из строя), либо окажется в том же состоянии с вероятностью $1 - (\lambda_0 + \lambda + \nu) dt$ (за время dt в систему не поступит новое требование, не обслужится требование, находящееся на обслуживании, и аппарат не выйдет из строя) и т. д.

Из состояния 1 — восстановление аппарата — система за время dt может перейти либо в состояние 0 с вероятностью $\nu_0 dt$, либо останется в том же состоянии 1 с вероятностью $1 - \nu_0 dt$.

Рассматриваемый процесс — марковский, поэтому можно составить систему разностно-дифференциальных уравнений А. Н. Колмогорова

$$\left. \begin{aligned} \frac{dP_0}{dt} &= -(\lambda_0 + \lambda) P_0(t) + \nu P_1(t) + \nu_0 Q_0(t); \\ \frac{dP_k}{dt} &= -(\lambda_0 + \lambda + \nu) P_k(t) + \lambda P_{k-1}(t) + \nu P_{k+1}(t) + \nu_0 Q_k(t); \\ \frac{dQ_0}{dt} &= -\nu_0 Q_0(t) + \lambda_0 P_0(t); \\ \frac{dQ_k}{dt} &= -\nu_0 Q_k(t) + \lambda_0 P_k(t), \end{aligned} \right\} (1)$$

где $P_0(t)$ — вероятность того, что в момент времени t в системе нет требований, аппарат исправен;
 $P_k(t)$ — вероятность того, что в момент времени t в системе находится k требований, аппарат исправен;
 $Q_0(t)$ — вероятность того, что в момент времени t в системе нет требований, происходит восстановление аппарата;
 $Q_k(t)$ — вероятность того, что в момент времени t в системе находится k требований, происходит восстановление аппарата.

Для случая стационарного процесса из системы (1) получим бесконечную систему линейных однородных уравнений

$$\left. \begin{aligned} (\lambda_0 + \lambda) p_0 &= \nu_0 q_0 + \nu p_1; \\ (\lambda_0 + \lambda + \nu) p_k &= \lambda p_{k-1} + \nu_0 q_k + \nu p_{k+1}; \\ \nu_0 q_0 &= \lambda_0 p_0; \\ \nu_0 q_k &= \lambda_0 p_k. \end{aligned} \right\} (2)$$

Для решения системы (2) используем метод производящих функций. Составим производящую функцию

$$f(x) = f_1(x) + f_2(x) + p_0,$$

где p_0 — вероятность того, что система свободна от обслуживания и восстановления.

Применяя метод, изложенный в [4], получим

$$f_1(x) = \frac{\lambda x}{\nu - \lambda x} p_0; \quad (3)$$

$$f_2(x) = \frac{\lambda_0 \nu}{\nu_0 (\nu - \lambda x)} p_0; \quad (4)$$

$$f(x) = \frac{\nu (\lambda_0 + \nu_0)}{\nu_0 (\nu - \lambda x)} p_0; \quad (5)$$

$$p_0 = \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha_0}. \quad (6)$$

Из формул (3) и (6) при $x=1$ определим вероятность обслуживания требований системой

$$p = \frac{\alpha}{1 + \alpha_0}.$$

Из уравнений (4) и (6) при $x=1$ найдем вероятность восстановления аппарата

$$q = \frac{\alpha_0}{1 + \alpha_0}.$$

Коэффициент готовности аппарата (вероятность того, что аппарат исправен)

$$k_r = 1 - q;$$

$$k_r = \frac{1}{1 + a_0}. \quad (7)$$

Взяв производную по x от производящей функции (5) и подставив формулу (6) в полученное выражение, определим среднее число требований в системе

$$\tilde{N} = \frac{a}{1 - a}. \quad (8)$$

Общее число требований N , связанных с системой, рассмотрим как сумму двух случайных величин: числа требований, стоящих в очереди, и числа требований, находящихся под обслуживанием,

$$N = K + R,$$

где K — число требований в очереди;

R — число требований под обслуживанием.

По теореме сложения математических ожиданий.

$$\tilde{N} = M[N] = M[K] + M[R] = \tilde{K} + \tilde{R},$$

где \tilde{K} — среднее число требований в очереди;

\tilde{R} — среднее число требований под обслуживанием.

Величина \tilde{N} нам известна. Найдем величину \tilde{R} . Так как аппарат у нас один, то случайная величина \tilde{R} может принимать только два значения: 0 или 1. Значение 0 она принимает, если аппарат свободен; вероятность этого равна

$$p_0 = \frac{1 - a}{1 + a_0}.$$

Значение 1 она принимает, если аппарат занят; вероятность этого равна

$$1 - p_0 = \frac{a + a_0}{1 + a_0}.$$

Отсюда математическое ожидание числа требований, находящихся под обслуживанием,

$$\tilde{R} = 0p_0 + 1(1 - p_0) = \frac{a + a_0}{1 + a_0}. \quad (9)$$

Таким образом, среднее число требований, связанных с СМО,

$$\tilde{N} = \tilde{K} + \frac{a + a_0}{1 + a_0},$$

где величина \tilde{N} определится по формуле (8).

Величину \tilde{K} находим как

$$\tilde{K} = \tilde{N} - \tilde{R}; \quad \tilde{K} = \frac{a}{1 - a} - \frac{a + a_0}{1 + a_0} = \frac{a(2a_0 + a) - a_0}{(1 - a)(1 + a_0)}.$$

Определим вероятности p_k , q_k -того, что при исправном аппарате и во время его восстановления в системе находится k требований. Для этого решим систему уравнений (2) относительно p_k и q_k

$$p_k = \left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k p_0;$$

$$q_k = \frac{\lambda_0}{\nu_0} \left(\frac{\lambda}{\nu}\right)^k p_0$$

или

$$p_k = \alpha^k k_r (1 - \alpha);$$

$$q_k = \alpha^k (1 - k_r) (1 - \alpha).$$

Для $k_r = 1$ $q_k = 0$, $p_k = \alpha^k (1 - \alpha)$ и соответствует [2].

Так, для одноканальной системы массового обслуживания с ожиданием и учетом выхода аппарата из строя получены уравнения; при решении их используется метод производящих функций. Найдена производящая функция и на ее основании получены характеристики СМО: среднее число требований в системе и в очереди; вероятности того, что в системе находится ровно k требований при исправном аппарате и во время его восстановления.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. М., «Наука», 1968. [2]. Вентцель Е. С. Исследование операций. М., «Советское радио», 1972. [3]. Гнеденко Б. В., Коваленко И. Н. Введение в теорию массового обслуживания. М., «Наука», 1969. [4]. Гуменюк В. Е. Вопросы исследования одноканальной двухприоритетной системы с ожиданием без прерывания обслуживания и с ненадежно работающим прибором. — В кн.: Теория надежности и массовое обслуживание. М., «Наука», 1969. [5]. Скрипкин В. А., Моисеенко Е. А., Томач М. А. Математические методы исследования операций в военном деле. М., изд-во МГУ, 1972. [6]. Экономико-математические методы и модели планирования и управления. Кн. 4. Под ред. В. Г. Шорина. М., «Знание», 1973.

Поступила 14 мая 1976 г.

УДК 674.023.05 : 621.914.3

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СТАНКА ПРИ РЕЗАНИИ ДРЕВЕСИНЫ

В. В. АМАЛИЦКИЙ, И. Я. НУЛЛЕР

Московский лесотехнический институт

Возникновение автоколебаний (потеря устойчивости) в динамической системе станка приводит к ухудшению качества обработки и интенсификации износовых и усталостных процессов в деталях и сопряжениях станка. На примере процесса фрезерования исследовано это явление и построены области устойчивой работы. Проведена экспериментальная проверка расчетных данных.

Вопросу устойчивости при обработке древесных материалов резанием практически не уделяется внимания, в то время как в металлообработке исследование устойчивости составляет основное содержание динамики станков [1].

Механизм возникновения автоколебаний (периодическая форма потери устойчивости) в динамической системе упругая система (УС) — процесс резания не имеет принципиальных отличий при обработке резанием как металлов, так и древесины. Это, в частности, показано в работе [1], где приведены результаты экспериментов по обработке

различных материалов. Но если в самом грубом приближении оценивать сравнительную устойчивость систем по соотношению жесткости резания $k_p = kB$, где k — удельное сопротивление резанию, B — ширина резания, и жесткости УС станка k_{yc} , то в металлообработке это соотношение на порядок выше, чем в деревообработке. Основная причина заключается в относительно малом значении величины k при резании древесины, тогда как жесткость дереворежущих станков хотя и меньше, но соизмерима с жесткостью металлорежущих. То же можно сказать о характеристиках демпфирования. Поэтому динамическая система УС — процесс резания древесины обычно не достигает предела устойчивости.

Перспективы развития деревообрабатывающего станкостроения связаны с интенсификацией процессов обработки и снижением металлоемкости оборудования, актуальна проблема устойчивости. Наблюдается определенная тенденция к замене дифференцированного процесса обработки концентрированным. Одно из направлений в решении этой задачи — создание многооперационных машин-комбайнов [2]. Направляющие большой протяженности механизмов подачи в этих станках имеют пониженную жесткость и отношение $\frac{k_p}{k_{yc}}$ приближается к величине, имеющей место в металлообработке (то есть в десятых долях и более).

Исследование устойчивости при фрезеровании проводили на кафедре станков и инструментов МЛТИ на стенде на базе одностороннего шипорезного станка модели ШО-15Г5. Возникновение автоколебаний наблюдалось при среднем значении $k_p \cong 1000$ кгс/см и жесткости УС механизма подачи каретка—направляющая в горизонтальном направлении $k_{yc} \cong 2800$ кгс/см на консольном участке направляющей. Объективно режим автоколебаний проявлялся в значительном ухудшении качества обработанной поверхности, а по осциллограммам колебаний УС в резком росте (в 3—5 раз) амплитуд горизонтальных колебаний. При этом вынужденные колебания по горизонтальному и вертикальному направлениям с частотой 50 Гц (соответствует числу оборотов в минуту шпинделей) переходят в колебания с частотой 17—19 Гц, которая соответствует основной собственной частоте системы каретка — направляющая.

Вредное влияние автоколебаний сказывается не только на качестве обработки: повышенный уровень вибраций интенсифицирует износостые и усталостные процессы в деталях станка, что в конечном счете снижает надежность оборудования. Поэтому на стадии проектирования при отношении $\frac{k_p}{k_{yc}} > 0,1$ рекомендуется проводить расчетную проверку запаса устойчивости по предлагаемой ниже методике.

Сопоставление полученных экспериментальных и расчетных данных показало, что возникновение автоколебаний для случаев, имеющих практическое значение при фрезеровании, связано с регенеративным эффектом при резании «по следу» (при фрезеровании каждый последующий нож обрабатывает поверхность, образованную предыдущим ножом, то есть режет по следу). Дальнейшее поведение УС, получившей смещение под действием сил резания от работы предыдущего ножа, зависит как от свойств самой УС, так и от промежутка времени, после которого вступит в работу последующий нож. Этот промежуток носит название постоянной времени запаздывания $\tau = \frac{60}{nz}$, где n — число оборотов фрезы, мин; z — число ножей фрезы. Изменение тол-

щины срезаемого слоя при смещениях УС порождает изменение силы резания, которое, в свою очередь, влияет на упругие перемещения системы. Приращения сил и перемещений образуют, таким образом, замкнутую систему воздействий с запаздыванием τ . Устойчивость системы зависит от сходимости этого процесса взаимодействия.

Исследование устойчивости при резании древесины имеет следующие особенности:

а) скорости резания в десятки раз превышают максимальные (порядка 100 м/мин) скорости при резании металлов, поэтому постоянные времени, характеризующие динамические свойства процесса резания, пренебрежимо малы и процесс резания древесины можно рассматривать в статической форме;

б) фактическое число ножей, участвующих в резании, может быть меньше номинального, что следует учитывать при определении времени запаздывания.

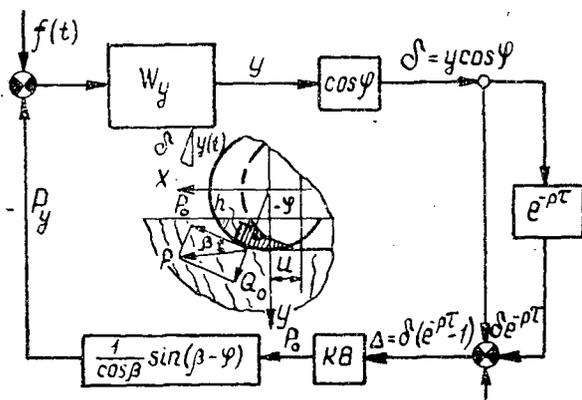


Рис. 1. Схема фрезерования и блок-схема замкнутой динамической системы с запаздыванием.

Схема замкнутой системы с запаздыванием, по которой ведется расчет на устойчивость, представлена на рис. 1. Здесь φ — угол контакта ножа на дуге резания, соответствующий расчетному значению толщины срезаемого слоя (обычно $h_{ср}$), $\operatorname{tg} \beta = \frac{Q}{P}$ (отношение радиальной и касательной составляющих силы резания).

Перемещение УС по нормали к обрабатываемой поверхности $y(t)$ вызывает изменение толщины срезаемого слоя (изменение настройки) $\delta = y(t) \cos \varphi$, а изменение толщины срезаемого слоя с учетом запаздывания $\Delta = [y(t - \tau) - y(t)] \cos \varphi$.

Зависимость составляющей силы резания P_y от толщины стружки, выраженная в отклонениях

$$P_y \approx kB [y(t - \tau) - y(t)] \frac{\cos \varphi}{\cos \beta} \sin(\beta - \varphi). \quad (1)$$

Используя операторную форму записи для отношений

$$\frac{y(t)}{P_y} \doteq W_y(p) \quad \text{и} \quad \frac{y(t - \tau)}{y(t)} = W^\tau(p) = e^{-p\tau},$$

после соответствующих преобразований получаем выражение для предельного значения ширины стружки из условия устойчивости по критерию Найквиста

$$B \leq \left[-2k \operatorname{Re} W_y(i\omega) \frac{\cos \varphi}{\cos \beta} \sin(\varphi - \beta) \right]^{-1} \quad (2)$$

для соответствующих значений зубцовой частоты

$$nz = \frac{60}{\tau + \frac{2\pi}{\omega} m}, \quad (3)$$

где ω — текущее значение частоты на амплитудно-фазовой частотной характеристике (АФЧХ) упругой системы — $W_y(i\omega)$,

m — целое положительное число.

Действительная часть передаточной функции $R_e W_y(i\omega)$ упругой системы может быть получена либо из решения системы линейных дифференциальных уравнений, описывающих движение УС, либо экспериментально по известной методике [1].

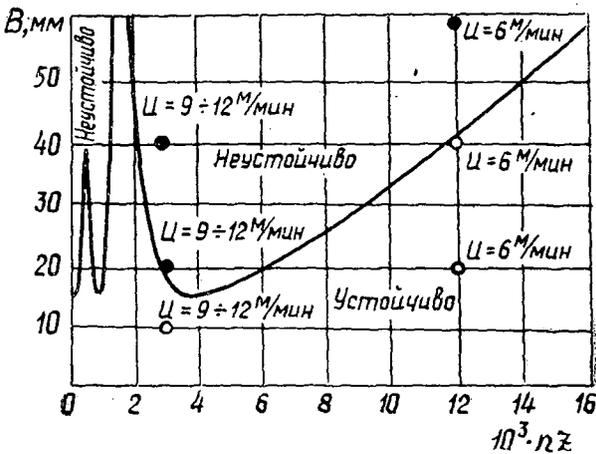


Рис. 2. Диаграмма граничных значений B по критерию устойчивости в зависимости от nz и экспериментальные точки: \circ — при устойчивом резании, \bullet — при неустойчивом.

Полученные расчетом по формулам (2) и (3) области устойчивости динамической системы УС — процесс резания (фрезерования) в плоскости параметров B и nz построены на рис. 2 для $k=3,4$ кгс/мм².

ЛИТЕРАТУРА

Ш. Кудинов В. А. Динамика станков. М., «Машиностроение», 1967. [2]. Мавковский Н. В. Научно-технический прогресс и деревообрабатывающее машиностроение в девятой пятилетке. — В сб.: Резание древесных материалов, дереворежущие инструменты, деревообрабатывающие станки, вып. 46, ч. 1. М., МЛТИ, 1972.

Поступила 16 февраля 1976 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.26.003.13

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Л. И. ИЛЬЕВ, Р. Н. ГОРДИЕНКО

Львовский лесотехнический институт

Анализ и использование существующих методов оценки защитных насаждений, многочисленных литературных источников позволили получить достаточно достоверные показатели годового эффекта и эффективности различных видов насаждений.

Одна из важнейших народнохозяйственных проблем — рациональное и полное использование земельных ресурсов страны. На XXV съезде КПСС, в специальных решениях партии и правительства подчеркивается необходимость наиболее разумного и эффективного подхода к эксплуатации земли — одного из главных средств производства в народном хозяйстве. Защитные леса и насаждения, улучшая природные условия, сохраняя земельные, водные и другие ресурсы, способствуют росту производительности общественного труда, экономии трудовых и материальных затрат и являются важным фактором повышения эффективности общественного производства.

В настоящее время общая площадь защитных лесов и насаждений в стране превышает 170 млн. га, из которых более 40 млн. га вообще освобождены от промышленной эксплуатации. Только на полях колхозов и совхозов степных и лесостепных районов страны создано более 2 млн. га защитных насаждений, из них полезащитных лесных полос около 800 тыс. га, овражно-балочных насаждений более 550 тыс. га, насаждений на песках около 700 тыс. га.

Основами земельного законодательства СССР и союзных республик предусматривается, наряду с комплексом мер по охране и лучшему использованию земельных угодий, создание земельного кадастра, призванного обеспечить рациональное использование земельных ресурсов и содержащего совокупность необходимых сведений о природном, хозяйственном и правовом положении различных видов угодий.

Полезащитные лесные полосы, так же как и защитные полосы иного назначения (насаждения вдоль оврагов, балок, на песках и т. д.), располагаются, как правило, непосредственно на сельскохозяйственных угодьях колхозов и совхозов. Поэтому оценка защитных насаждений должна быть включена в кадастр сельскохозяйственных угодий. Только в этом случае может быть обеспечена объективная комплексная оценка всех видов земельных угодий сельскохозяйственных учреждений.

При этом некоторые виды защитных насаждений создаются и могут с успехом функционировать на землях, не пригодных для сельскохозяйственного пользования (крутые, смытые склоны, песчаные наносы и др.). Создание лесного кадастра также обязывает произвести оценку защитных насаждений в пределах государственного лесного фонда.

Важное значение имеет оценка и других видов защитных насаждений (вдоль железных и автомобильных дорог, вокруг водоемов и т. д.).

Важнейшая черта функционирования защитных насаждений, существенно отличающая этот вид пользования землей от сельского и в значительной степени от лесного хозяйства, — не только продуктивное использование собственного участка земли, на котором размещена лесополоса, но и большое положительное влияние на окружающую территорию, которое зачастую более весомо и значительно, чем прямое использование земли под лесополосой. Если прямое использование 1 га земли под защитное насаждение (прямой эффект) выражается в определенном количестве и качестве древесной растительности, получаемой в порядке рубок ухода и лесовосстановительных рубок, а также побочных продуктов (плоды, ягоды, грибы и др.), то положительное защитное влияние сказывается на площади 15—30 га прилегающих полей (площадь, кратная высоте древостоев) и выражается в прибавке урожая сельскохозяйственных культур, предотвращении смыва и размыва почвы и ряде других важных мелиоративных результатов. Эта особенность функционирования лесных полос и предопределяет специфику разработки методики кадастра защитных насаждений.

Необходимость раздельной оценки лесных земель и защитных насаждений вызвана еще и тем, что, несмотря на внешнюю однородность, внутренняя сущность их различна как по целям и задачам, так и по характеру действия.

Экономическая оценка защитных насаждений не может быть осуществлена вне связи с существующими методами экономической оценки сельскохозяйственных и лесных земель, а должна рассматриваться в единстве с ними, с использованием общих критериев оценки. Только в этом случае экономическая оценка защитных насаждений может иметь не только научную, но и определенную практическую ценность. В качестве адекватных критериев оценки в настоящее время могут выступать стоимостные показатели в виде валового и чистого дохода. Отсюда основным критерием экономической оценки земли, занятой защитными насаждениями, должны быть величины валового и чистого дохода, получаемого в результате прямого и косвенного эффекта.

Выявление прямого эффекта сводится к определению количества и качества древесной и другой продукции, получаемой непосредственно с 1 га земли, занятой защитными насаждениями. При этом учитывают весь эффективный древесный запас (древесина от рубок ухода и накопленная к возрасту спелости). Древесную продукцию оценивают по преysкурантным ценам франко-пень с введением поправочных коэффициентов (микроренты). Объем прочих полезных продуктов защитных насаждений (плоды, ягоды, нектароносность, лекарственно-техническое сырье) учитывают в существующих заготовительных ценах.

Для сравнительной оценки определяют фактическую продуктивность 1 га земли без защитного насаждения. Это может быть участок пашни, на котором выращивают зерновые культуры, пастбище на склонах балки, малопродуцирующие пески и т. д.

В конечном счете прямой эффект во всех типах защитных насаждений должен измеряться величиной среднего годового чистого дохода (преysкурантные цены на древесину от сплошных рубок и рубок ухода и стоимость другой продукции за вычетом затрат на выращивание лесополосы, деленные на общий срок функционирования защитных полос).

Косвенный эффект заключается в положительном влиянии защитных насаждений на окружающую территорию; он может быть выражен

в прибавке урожайности на прилегающих полях, прекращении смыва и размыва почвы, сокращении затрат на содержание автомобильных и железных дорог, повышении продуктивности животных и т. д. Для различных типов защитных насаждений косвенный эффект выражается разными показателями.

По экономической оценке защитных древостоев, учету их прямого и косвенного эффекта имеется достаточное количество специальных исследований, нормативов, методов расчета. Особенно подробно разработана методика учета экономического эффекта полезащитных полос, которая может быть с успехом использована при кадастровых работах.

Для некоторых защитных насаждений (зеленых зон городов, лесных насаждений по берегам водохранилищ, вдоль шоссе и железных дорог, по подвижным пескам), создаваемых в гослесфонде и на землях несельскохозяйственного назначения, научными учреждениями достаточно полно разработан методический подход к определению их экономического эффекта по сравнению с техническими средствами защиты.

Многочисленными исследованиями с достаточной убедительностью показано, что наилучшая эффективность любых типов защитных насаждений может быть достигнута при наличии определенной стройной системы этих насаждений. Если речь идет о системе полезащитных лесных полос, то их количество и размещение должно быть оптимальным (3—4% пашни). Если проводится экономическая оценка противоэрозионных насаждений, то опять-таки их количество и размещение должно быть продиктовано густотой овражно-балочной системы в том или ином хозяйстве и т. д.

Вопросы определения валового дохода или эффекта от защитных насаждений можно считать достаточно полно разработанными как в теоретическом, так и в практическом аспектах. Исследованиями А. А. Сенкевича, И. В. Трещевского, Т. А. Кисловой, А. А. Комлева, С. М. Марукяна, Л. Т. Устиновской внесен достаточно весомый вклад в успешную разработку этого вопроса. В «Методических указаниях по определению экономической эффективности затрат на создание защитных лесных насаждений», разработанных в 1971 г. «Союзгипролесхозом», приводится достаточно обоснованный метод учета среднего ежегодного эффекта с учетом типов его нарастания и фактора времени.

В связи с этим расчеты ежегодного валового дохода с единицы площади защитных насаждений не представляют теоретической сложности и требуют лишь тщательного отбора и специального анализа достоверного натурного материала. Определение чистого дохода также опирается на учет среднегодовых приведенных затрат.

На основе анализа значительного числа литературных источников, проведения монографических натурных исследований по апробации опубликованных методов оценки защитных насаждений была разработана сводная методика экономической оценки защитных насаждений для степных и лесостепных районов страны. По этой методике оценен комплекс полезащитных свойств и функций, выполняемых защитными насаждениями (повышение урожайности на прилегающих к лесополосам полях, предотвращение водной и ветровой эрозии, заиление рек и водоемов, сокращение эксплуатационных расходов на железнодорожном и автомобильном транспорте и т. п.).

Были использованы статистико-экономический, монографический, расчетно-конструктивный и математический методы исследования, приемы корреляционного и дисперсионного анализа, модифицированные расчеты с применением математических формул. Дополнительно раз-

Таблица 1

Категория защитных насаждений	Размер ежегодных потерь при изъятии земель, р.	Капитальные вложения (создание полос и насаждений), р.	Капитальные вложения с учетом фактора времени, р.	Получаемый годичный эффект на 1 га, р.			Эффективность, %
				прямой с учетом микро-ренды	косвенный		
					общий размер	с учетом фактора времени	
Полезащитные полосы	162	150	210	30	3281	1378	622
Прибалочные полосы	46	213	283	30	1549	852	295
Зеленые зонты	130	360	510	81	2258	1084	203
Насаждения на песках	—	165	236	75	1365	955	406
вдоль железных дорог	204	276	392	48	634	422	108
вдоль водохранилищ	—	213	285	60	822	418	168
Зеленые зоны	—	160	231	40	559	—	230

работаны и использованы приемы определения прямого и косвенного эффекта, учета фактора времени (введение коэффициента нарастания эффекта, сложного процентиования капитальных затрат до начала действия насаждений), микро-ренды (коэффициента, повышающего ценность древесины, полученной в местных условиях).

Результаты определения эффекта и эффективности на 1 га защитных насаждений приведены в табл. 1.

Определение экономической эффективности защитных насаждений необходимо для обоснования экономической целесообразности затрат на их создание, выбора оптимальных вариантов и решений при проектировании защитных насаждений, а также для определения эффективности существующей сети лесных насаждений и стоимостной оценки их защитных функций.

Экономическую эффективность защитных насаждений необходимо изучать исходя из современных условий и на основе существующей системы оценки по единой методике, увязанной с типовыми методами определения экономической эффективности капиталовложений, принятыми в народном хозяйстве.

Экономический эффект от действия защитных насаждений выступает не только как показатель использования земли, но и важен для расчетов оптимальных вложений в защитное лесоразведение. Затраты на защитное лесоразведение в нашей стране достигают 100 млн. р. в год. Это обязывает повысить роль их экономического обоснования и эффективности наиболее целесообразных путей использования.

Рост продуктивности земель под влиянием защитных лесных полос обеспечивает повышение экономической оценки сельскохозяйственных угодий.

По данным Воронежской области произведен расчет повышения оценки угодий под влиянием защитных полос (табл. 2).

Таблица 2

Виды земель и угодий	Баллы оценки	
	без системы лесополос	под защитой полос
Песчаные земли	3	14
Пашня	62	79
Пастбище	31	39
Приовражные земли	0	12

Дальнейшая разработка методики экономической оценки земли с учетом накопленного опыта и методов оценки эффективности насаждений позволит определить положение земель, занятых защитными насаждениями, в общем земельном фонде страны.

Поступила 21 июня 1976 г.

УДК 634.0.375

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТРАТ ТРУДА НА ЛЕСОСЕЧНЫХ РАБОТАХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Г. С. ВОЗЯКОВ

Башкирская ЛОС

Приводятся данные фотохронометража на валке и трелевке леса и дневной выработки малых комплексных бригад на экспериментальных участках длительно-постепенных и сплошных рубок.

В нашей стране накоплен значительный опыт применения несплошных рубок главного пользования [2], [3], [5—9]. Лесоводственные и технологические аспекты применения различных способов несплошных рубок освещены достаточно полно, однако у авторов нет единого мнения о затратах труда на проведение этих рубок.

Мы исследовали затраты труда на лесосечных работах при различных способах рубок главного пользования в елово-пихтовых лесах Южного Урала. На специально отведенных опытно-производственных участках проводили фотохронометраж операций на валке деревьев, трелевке, а также учитывали сменную выработку лесозаготовительных бригад при различных способах рубок.

Лесосеки прямоугольной формы располагались на склонах крутизной от 6 до 15°. Лесовозный ус УЖД был проложен вдоль длинной стороны лесосеки в пониженной части рельефа. Трелевочные волокна шириной 4—5 м размещены параллельно через 40 м. Вадуку производили бензопилами «Дружба-4» с применением гидроклина КГМ-2. Сучья обрубали вручную на лесосеке и укладывали на трелевочный волок. Трелевка — тракторами ТДТ-75 за вершину, вниз по склону. Лесозаготовки выполняли малые комплексные бригады, состоящие каждая из 6 человек: вальщик, тракторист (он же расчокеровывал пачки), четыре сучкоруба, из которых два участвовали в чокеровке хлыстов.

Перед началом разработки лесосеки были проведены подготовительные мероприятия: клеймение предназначенных в рубку деревьев, растеска пасечных волоков, устройство усов УЖД, подготовка мест и установка погрузочных механизмов, емкостей для ГСМ и воды, ПРМ и бытовых передвижных вагончиков и др.

Во всех случаях пасеки разрабатывали методом узких лент. Чтобы не повредить оставляемые деревья и подрост, трактор не сходил с волока.

Лесозаготовительные работы выполнялись Яман-Елгинским леспромхозом комбината Башлес на территории Первомайского лесничества Красноключевского лесхоза. По описанной технологии были разработаны две опытно-производственные лесосеки.

Первый участок, разработанный в октябре 1972 г., находился в квартале 50, литер 4^а, и до рубки имел следующую характеристику: состав 5Е(110—120)2П(100—120)1Б(80—90)2Лп(60); средний диаметр — 20 см; средняя высота — 21 м; класс бонитета III; полнота — 0,7; тип леса — ельник липняково-папоротниковый; запас — 200 м³ на 1 га. Участок 20 га по интенсивности выборки запаса был разбит на три секции: СпР — сплошная рубка с сохранением подроста и тонкомерных деревьев (95,3%); ДПВ — длительно-постепенная высокоинтенсивная (66,8%) и ДПМ — длительно-постепенная малоинтенсивная рубка (46,6%).

Несплошные рубки в леспромхозе до этого не применялись и норм выработок для них не было. Поэтому решили предварительно установить на все способы рубок одинаковые нормы выработки — 44 м³ на малую комплексную бригаду за 7-часовой рабочий день. На участке работали шесть бригад. Учет сменной выработки и фотохронометражные исследования проводили после того, как рабочие освоились с работой на новом месте.

Таблица 1

Способ рубки	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	v	$s_{\bar{x}}, \%$	t
СпР	104,3	6,1	23,5	5,8	Контроль
ДПВ	108,9	4,4	15,9	4,0	0,6
ДПМ	106,5	14,3	27,9	13,4	0,1

Примечание. \bar{x} — средняя арифметическая; $s_{\bar{x}}$ — ошибка средней арифметической; v — коэффициент вариации; $s_{\bar{x}}, \%$ — относительная ошибка выборочной средней; t — показатель существенности различий между сравниваемыми признаками; согласно [1], различия существенны при 5%-ном уровне, если $t \geq 2$, и при 1%-ном уровне значимости, если $t \geq 3$.

Как показали материалы учета (табл. 1), выработка на малую комплексную бригаду (%) при несплошных рубках несколько увеличивается по сравнению со сплошными. Однако вследствие значительных колебаний в выполнении норм выработки по отдельным дням и бригадам в целом разности между способами рубок не имеется.

Таблица 2

Способ рубки	Продолжительность операции „валка“, с, для деревьев диаметром, см								
	16	20	24	28	32	36	40	44	48
СпР	32,0	43,4	46,2	61,0 [†]	69,6	87,4	106,0	113,0	130,0
ДПВ	33,0	22,0	42,7	48,7	72,2	75,1	97,8	76,6	131,3
ДПМ	21,7	102,5	43,7	55,5	85,1	72,2	150,0	141,3	155,5

Существовало мнение, что при несплошных рубках будет затруднена работа валщика в связи с направленной валкой и отыскиванием предназначенных в рубку деревьев. Фотохронометраж работы валщика показал, что затраты рабочего времени зависят от диаметра дерева (табл. 2). Достоверность разницы затрат рабочего времени на опера-

Таблица 3

Способ рубки	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	v	$s_{\bar{x}}, \%$	t
СпР	16,0	1,0	69,3	6,2	Контроль
ДПВ	21,2	2,2	98,1	10,4	2,2
ДПМ	26,6	2,6	72,1	9,8	2,4

цию «валка» при различных способах рубок была оценена по критерию Вилкоксона для сопряженных пар [4]. Установлено, что при 1%-ном уровне значимости различия недостоверны.

Материалы фотохронометража показали, что затраты рабочего времени на переходы от дерева к дереву при разных способах рубок различаются при 5%-ном уровне значимости (табл. 3). Они увеличиваются по мере уменьшения выбираемого запаса древесины на лесосеке от сплошных, длительно-постепенных высокоинтенсивных к длительно-постепенным малоинтенсивным рубкам.

Таблица 4

Показатели	СПР (контроль)			ДПВ				ДПМ			
	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	v	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	v	t	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	v	t
Рейсовая нагрузка, м ³	12,5	0,6	14,4	13,0	0,9	24,6	0,5	14,4	1,3	23,6	1,3
Время на 100 м холостого хода на 1 м ³ стрелеванной древесины	0,12	0,01	16,7	0,14	0,01	28,6	1,4	0,13	0,01	30,8	0,7
Время на 100 м грузового хода на 1 м ³ стрелеванной древесины	0,14	0,01	14,3	0,17	0,01	17,6	2,1	0,19	0,04	15,8	1,2
Время на чокеровку 1 м ³	3,36	0,34	2,1	3,04	0,34	39,5	0,6	3,17	0,33	29,3	0,4
Время на дообрубку 1 м ³ древесины при наборе веза	0,49	0,09	55,1	0,28	0,07	96,4	1,8	0,53	0,09	50,9	0,3
Время на расчокеровку 1 м ³	0,55	0,06	32,7	0,36	0,05	50,0	2,4	0,51	0,12	64,7	0,3

Примечание. Затраты на предварительное и заключительное время и отдых за 7 ч: $\bar{x} = 48,0$; $s_{\bar{x}} = 6,8$; $v = 41,8$.

Изучение операции «трелевка» показывает, что по всем наблюдавшимся элементам фотохронометража (холостой ход, грузовой ход, чокеровка, дообрубка сучьев в процессе набора пачки, расчокеровка) различия в затратах времени (мин) на несплошные и сплошные рубки при 5%-ном уровне значимости недостоверны (табл. 4). Наибольшие затраты рабочего времени (до 40—70% цикла трелевки) при всех способах рубки приходятся на чокеровку хлыстов. Сокращение времени пребывания трактора на подготовке пачки — неиспользованный резерв повышения производительности труда на лесозаготовках.

Второй опытно-производственный участок площадью 33 га находился в квартале 26 того же лесхоза и был разработан с применением тех же механизмов и технологий лесозаготовок в июне 1974 г. Рубка на всем участке длительно-постепенная высокоинтенсивная. Запас древесины до рубки составлял 270 м³ на 1 га, средний выбираемый запас — 180 м³ на 1 га (67%); полнота до рубки — 0,73; средний диаметр насаждения — 29 см; средняя высота — 26 м; состав 4ЕЗП(130—150) 2Б(100)1Лп(90); класс бонитета — III.

Норма выработки была принята та же, что и при сплошной рубке (44 м³ в день). Работу проводили 5 малых комплексных бригад. Лесосека по условиям работы почти не отличалась от лесосек, разработанных этими бригадами в конце мая в квартале 11 и в конце июня после несплошной рубки в квартале 12. Условия трелевки (расстояние, уклоны, почвы, тип леса) и состав насаждений были почти одинаковыми.

Как показали материалы ежедневного учета, при длительно-постепенной рубке выработка на малую комплексную бригаду в среднем составила 51,8 м³, или 117,8% нормы. В табл. 5 приведено сопоставление средних показателей дневной выработки тех же бригад при работе на участках сплошной и несплошной рубки.

Таблица 5

Способ и время рубки	Дневная выработка, м ³ , малых комплексных бригад				
	1	2	3	4	5
ДПВ, начало июня (опыт)	59,2	45,6	50,4	56,7	50,6
СпР, конец мая (контроль)	40,5	35,9	47,9	49,9	49,5
Разница	+18,7	+9,7	+2,5	+6,8	+1,1
СпР, конец июня (контроль)	57,7	42,0	65,2	—	49,1
Разница	+1,5	+3,6	-14,8	—	+1,5

Как видно из таблицы, дневная выработка малых комплексных бригад при разработке лесосеки длительно-постепенной рубкой в большинстве случаев была значительно выше, чем при работе на участках сплошной рубки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., «Колос», 1968. [2]. Кайрюкштіс Л. А., Шакунас З. Несплошные рубки главного пользования в еловых и елово-лиственных лесах. — Труды ЛитНИИЛХа, т. XII. Каунас, 1969. [3]. Кищенко и др. Опыт применения механизированных выборочных рубок. — «Лесная промышленность», 1966, № 6. [4]. Лакин Г. Ф. Биометрия. М., «Высшая школа», 1973. [5]. Набатов Н. М. и др. Постепенные рубки в лесах Московской области. М., ЦБНТИ, 1973. [6]. Положенцев И. П. Некоторые таксационные и лесоводственные особенности сосновых древостоев Южного Урала, пройденных несплошными рубками. — Сб. трудов по лесному хозяйству Башкирской ЛОС, вып. 9. Уфа, 1972. [7]. Родионов В. и др. Схемы освоения горных лесосек. — «Лесная промышленность», 1970, № 5. [8]. Сараджишвили Д. Г. и др. Группово-выборочные рубки в горных буковых лесах Грузии. — «Лесное хозяйство», 1971, № 8. [9]. Тихонов А. С. Добровольно-выборочные рубки в равнинных ельниках. — «Лесное хозяйство», 1971, № 8.

Поступила 27 января 1975 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

У Д К 634.0.284

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСЛОВИЯ
ВЫДЕЛЕНИЯ СОКА ИЗ ЯВОРА

В. П. РЯБЧУК

Львовский лесотехнический институт

Выделение сока явора происходит дискретно в 3—6 этапов продолжительностью 4—7 суток. Сокоистечение наблюдается при положительной среднесуточной температуре почвы, древесины ствола и воздуха. Среднесуточная температура воздуха в начале соковыделения может быть как положительной, так и отрицательной; почвы и древесины ствола — только положительной.

Кленовый сок, выделяющийся весной, обладает высокими вкусовыми качествами и может с успехом применяться при производстве натуральных напитков, сахара, сиропа, варенья, джема, повидла и др. Подсочке кленовых древостоев уделяется внимание в США и Канаде, где переработка кленового сока представляет отдельную отрасль промышленности.

При наличии ограниченного числа работ по изучению подсочки клена остролистного в Белоруссии и на Урале [2], [8], [11], в научной литературе мы не встретили материалов по подсочке явора (клена ложноплатанового, клена белого).

Поэтому целью наших исследований было осветить вопрос о прижизненном использовании яворовых древостоев. В настоящей статье излагаются некоторые результаты полевых исследований зависимости выхода сока от температуры — одного из ведущих факторов соковыделения [2], [3], [6], [7], [8]; [10]; [11].

Опыты проводили в течение трех лет на постоянной пробной площади, заложенной в Ивано-Франковском утлесхозаге (квартал 16). Состав древостоя 4Яв4Бз2Бк, тип условий местопроизрастания — D₀ (свежая дубрава), полнота — 0,7, класс бонитета — Iа, возраст (по явору) — 60 лет, средний диаметр — 35,8 см, средняя высота — 26,2 м.

Технология подсочки заключалась в следующем. В стволах деревьев просверливали отверстия диаметром 15 мм и глубиной до 50 мм, не считая толщины коры. Ниже отверстий забивали металлические желобки, по которым сок стекал в 3-литровые стеклянные бутылки. Отверстия и желобки просверливали или забивали с таким расчетом, чтобы угол между осью дерева и отверстием или желобком составлял сверху около 105°. Выход сока измеряли ежедневно. Одновременно регистрировали температуру воздуха на высоте 2 м, а также температуру древесины ствола на глубине 4—5 см и температуру почвы на глубине 5, 15, 30 и 50 см.

В условиях Львовской области в среднем за три года наблюдений начало соковыделения зарегистрировано 5 февраля; самое раннее начало соковыделения было отмечено 22 января 1975 г.

Явор как порода более теплолюбивая, чем клен остролистный, а тем более береза бородавчатая, более чувствителен к колебаниям температуры. Понижение температуры воздуха, как правило, вызывает падение температуры древесины ствола и почвы, что влечет за собой полное прекращение соковыделения. Весьма вероятно, что температурные условия в наших опытах послужили причиной дискретного выделения сока на протяжении календарного времени подсочки. Выделение сока происходило в 3—6 этапов, средняя продолжительность которых в различные годы составляла по 4—7 суток. Минимальная продолжительность этапа выделения сока составляла всего одни сутки — 2 марта 1974 г. и 24 февраля 1975 г.; максимальная продолжительность наблюдалась в 1975 г. — с 27 февраля по 11 марта (13 суток). Средняя продолжительность одного перерыва в соковыделении в разные годы наблюдений колебалась от 3 до 14 суток. Самый большой перерыв, равный 19 суткам, отмечен в 1973 г. с 27 февраля по 17 марта. Минимальный перерыв в один сутки зарегистрирован трижды лишь в 1974 г. — 13 и 17 февраля, а также 3 марта.

Таким образом, с учетом перерывов продолжительность возможного соковыделения (в наших опытах мы ее назвали условной продолжительностью соковыделения)

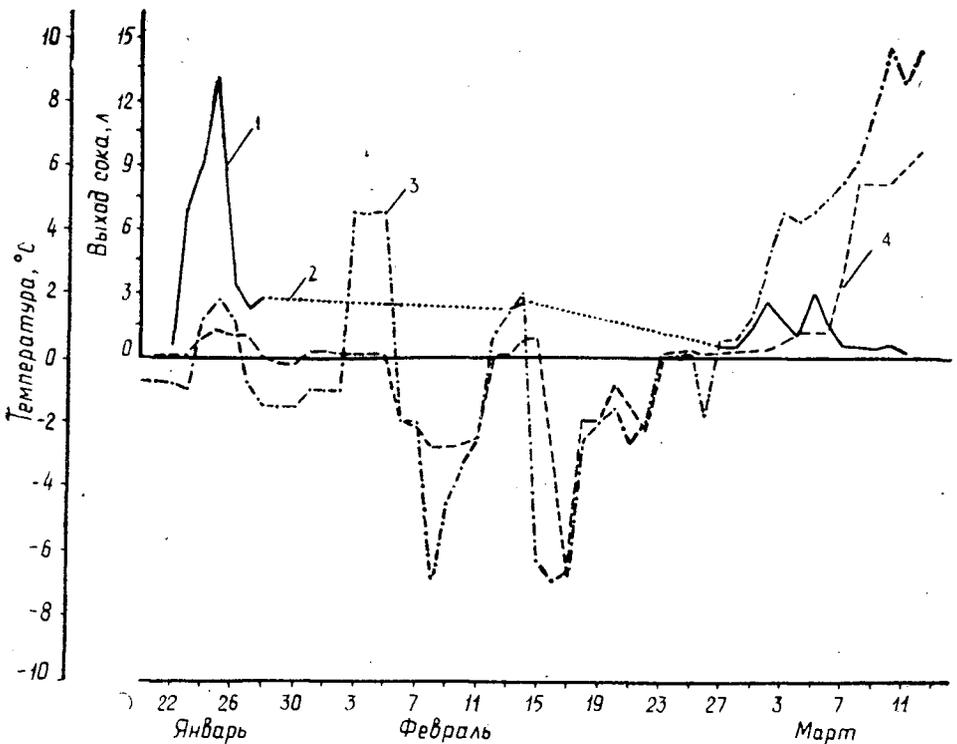


Рис. 1.

1 — среднесуточный фактический выход сока; 2 — среднесуточный условный выход сока; 3 — среднесуточная температура воздуха; 4 — среднесуточная температура древесины ствола.

колебалась в пределах 37—49 суток; за вычетом перерывов (фактическая) — в пределах 20—24, а в среднем за три года наблюдений — 22 суток.

У клена остролистного в условиях Челябинской области продолжительность соковыделения составляла 27, в БССР — 26 суток [8].

В качестве примера на рис. 1 приведена динамика суточного выхода сока в 1975 г. в среднем из одного опытного дерева диаметром 38 см. Как видно из рисунка, в период с 22 по 25 января в связи с резким потеплением наблюдалось интенсивное выделение сока, достигшее в среднем за сутки 13,3 л из одного дерева. Начиная с 25 января, выход сока начал уменьшаться; с некоторыми перерывами это уменьшение продолжалось вплоть до 11 марта. С повышением температуры воздуха и древесины 14 февраля соответственно до +2 и +0,5°C выход сока достиг 2,6 л с дерева за сутки. Начиная с 28 февраля—1 марта, среднесуточная температура воздуха и древесины начала резко возрастать, что явилось одной из причин прекращения соковыделения.

На протяжении фактического времени соковыделения среднесуточная температура воздуха, почвы и древесины оставалась положительной, составляя в среднем соответственно +1,7; +1,7 и +1,2°C. При этом наибольшей была амплитуда колебаний температуры воздуха (от -3,5 до +8,5°C), затем древесины ствола (от 0 до +6,0°C). Температура почвы на глубине 30 см колебалась незначительно (от +0,3 до +3,6°C). Таким образом, во время фактического соковыделения температура воздуха была как положительной, так и отрицательной, в то время как температура почвы и древесины — только положительной.

Сумма положительных среднесуточных температур воздуха, почвы и древесины на протяжении календарного времени сокоистечения лабильна. По мнению ряда исследователей [1], [9], по сумме положительных температур могут быть определены ориентировочные сроки продолжительности фенофаз растений, следовательно, и сроков окончания соковыделения из явора.

Среднесуточная температура воздуха начала соковыделения была как положительной, так и отрицательной, однако во всех случаях днем она не опускалась ниже

чуля. Так, в 1974 г. в первый день соковыделения максимальная температура днем достигла $+3,5^{\circ}\text{C}$, в 1975 г. — 0°C . Полученные данные согласуются с результатами других исследователей [2], [3], проводивших опыты с кленом остролистным.

Среднесуточная температура почвы по всей глубине корнеобитаемого пространства была гораздо выше температуры воздуха и колебалась от $+0,5$ до $+2,9^{\circ}\text{C}$. При отрицательной температуре почвы и древесины ствола выделение сока не наблюдалось. По-видимому, отрицательная температура почвы негативно сказывается на поглощении воды и микроэлементов. Этот факт хорошо согласуется с имеющимися в литературе сведениями [4], [5], [12] и др.

В начальный период соковыделения среднесуточная температура древесины ствола была положительной и колебалась от $+0,1$ до $+1,8^{\circ}\text{C}$. Аналогичное явление отмечается в начальный период соковыделения у березы бородавчатой [3], [10].

Полученные данные могут найти практическое применение при решении ряда вопросов, связанных с подсочкой явора.

ЛИТЕРАТУРА

11. Бабушкин Л. Н. Метеорологические факторы и растение. Ташкент, изд-во Среднеазиатского государственного университета, 1953. [2]. Балбышев И. Н. Сокодвижение у кленов и их подсочка. — Географический сборник, вып. 16. М., изд-во АН СССР, 1963. [3]. Елагин И. Н. Температурные условия начала плача у клена и березы. — Труды Института леса АН СССР, т. 33, 1957. [4]. Козловский Т. Т. Водный обмен растений. М., «Колос», 1969. [5]. Коровин А. И. Роль температуры в минеральном питании растений. Л., Гидрометеоиздат, 1972, [6]. Крючков В. В. О температуре деревьев. — «Ботанический журнал», 1959, т. 44, № 9. [7]. Крючков В. В. О микроклимате растений. — «Ботанический журнал», 1960, т. 45, № 3. [8]. Орлов И. И. Березовый и кленовый соки (добыча и использование). М., «Лесная промышленность», 1974. [9]. Радченко С. И. Температурные градиенты среды и растения. М.—Л., «Наука», 1966. [10]. Рябчук В. П. Соковыделение березы и температурные условия. — «Лесное хозяйство», 1974, № 5. [11]. Соколовский И. Н., Рахтеенко И. Н. Подсочка клена остролистного. — Сборник трудов ЦНИИЛХа, 1936, № 4. [12]. Штраусберг Д. В. Усвоение питательных элементов растениями за Полярным кругом при различных температурных условиях. — «Физиология растений», 1958, т. 5, № 3.

УДК 634.0.283.1

ОПЫТ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОВАРНОЙ КЛЮКВЫ ПО СРЕДНИМ ОБРАЗЦАМ

М. Д. КАТАШУК, В. В. ОГНЕВСКИЙ

Ленинградская лесотехническая академия

По образцам товарной клюквы, полученным из лесхозов Ленинградской и Псковской областей в 1972—1974 гг., определены среднее число ягод в 1 кг и средний вес одной ягоды. Сделан вывод, что в лесхозах, где заготовка ягод более интенсивна, число ягод в 1 кг больше, а средний вес ягоды меньше.

Структуру урожая товарной клюквы мы изучали по средним образцам клюквы урожая 1972, 1973 и 1974 гг., полученным из лесхозов Ленинградской и Псковской областей. Всего обработано 32 образца, вес каждого — 0,5 кг. Образцы клюквы урожая 1972 г. были получены от 6 лесхозов Ленинградской области; урожая 1973 г. — от 9 лесхозов Ленинградской и 6 — Псковской области; урожая 1974 г. — от 9 лесхозов Ленинградской и 2 — Псковской.

От каждого образца брали три навески по 50 г. Ягоды каждой навески разделяли на три фракции: крупные — диаметром более 10 мм, средние — от 7 до 10 мм, мелкие — менее 7 мм. Для каждой навески раздельно по фракциям устанавливали число ягод, их вес общий и средний для одной ягоды. Средние для образца (лесхоза) значения пересчитывали на 1 кг ягод. Средние величины по областям и годам заготовки приведены в табл. 1.

Анализируя табличные данные (средние для каждой области), видим, что общее число ягод в 1 кг и соответственно средний вес одной ягоды по годам учетов в пределах одной области были довольно стабильны. Однако разница между показателями по Ленинградской и Псковской областям довольно значительна: в

Таблица 1

Год учета	Число ягод в 1 кг по крупности				Вес одной ягоды, г, по крупности			
	Крупные	Средние	Мелкие	Всего	Крупные	Средние	Мелкие	Всего
Ленинградская область								
1972	246	—	—	1636	0,91	—	—	0,61
1973	990	563	10	1563	0,75	0,44	0,14	0,64
1974	741	875	60	1676	0,77	0,47	0,30	0,59
Среднее	659	—	—	1625	0,81	—	—	0,62
Псковская область								
1973	768	1197	—	1965	0,65	0,42	—	0,51
1974	450	710	760	1920	0,68	0,55	0,32	0,52
Среднее	609	953	380	1942	0,67	0,49	0,32	0,52

Псковской области ягоды мельче. Это можно объяснить тем, что в Псковской области урожай собирается более полно. С другой стороны, могли быть хуже условия среды как под влиянием более интенсивных осушительных мероприятий, так и большей интенсивности сбора.

Мы не приводим полных данных по каждому из лесхозов. Однако при рассмотрении материалов по лесхозам были выявлены различия, обусловленные теми же факторами, что и различия между областями.

Согласно нашим данным, вычисленным по образцам из лесхозов Ленинградской области, число ягод в 1 кг варьирует от 1237 при среднем весе одной ягоды 0,81 г (урожай 1973 г.) в отдаленном Вознесенском лесхозе до 2160 при весе одной ягоды 0,46 г (урожай 1973 г.) в Волховском лесхозе, расположенном в зоне более интенсивного хозяйства.

Крупные ягоды в Вознесенском лесхозе в 1973 г. составляли 96% общего веса; в 1974 г. — 84%. В то же время в образце урожая 1972 г., присланном Любанским лесхозом, крупных ягод было всего 6%.

Наибольший средний вес крупных ягод отмечен в 1972 г. в Лодейнопольском лесхозе Ленинградской области (1,05 г), в 1973 г. — в Вознесенском (0,8 г), в 1974 г. — в Подпорожском (0,90 г) и Оятском (0,86 г). Наиболее крупная ягода весом 2 г была выявлена в образце, присланном Подпорожским лесхозом.

Собранный материал дает некоторое общее представление о структуре товарной клюквы, заготавливаемой в лесхозах Северо-Запада. В то же время полученные данные говорят о том, где следует искать плюсовые ягодники клюквы, в которых можно проводить окультуривание и селекционную работу.

Нашедшее применение в соответствии с ГОСТом деление ягод по размерным категориям следует доработать — выделить особо крупные, а средние разбить на две подгруппы. Целесообразно также ввести подразделение ягод по их форме.

УДК 631.312.3

О ПРИВОДЕ ПОЧВЕННЫХ ФРЕЗ (для лесного хозяйства)

А. И. БАРАНОВ, В. В. ЦЫПЛАКОВ

Воронежский лесотехнический институт

Саратовский сельскохозяйственный институт

Теоретически обосновывается целесообразность использования центрального привода в лесных почвофрезах. Экономия материала при изготовлении круглого вала фрезбарабана с центральным приводом составляет 44—54% по сравнению с боковым. Одновременно повышается надежность орудия в работе.

Почвообрабатывающие фрезы находят все более широкое применение в лесохозяйственном производстве. Они используются при содействии естественному возобновлению леса, подновлении противопожарных полос, разработке пластов после вспашки кустарниково-болотными плугами и др. Однако конструктивное решение некоторых узлов этих орудий нельзя считать наилучшим.

Существуют почвообрабатывающие фрезы как с боковым, так и с центральным приводами. Применение бокового привода фрезбарабана значительно увеличивает вес орудия. Так, выпускаемая сейчас фреза лесная унифицированная (ФЛУ-0,8) почти в два раза тяжелее фрезы лесной навесной (ФЛН-0,8-4) — табл. 1.

Таблица 1

Техническая характеристика почвообрабатывающих фрез

Показатели	ФЛН-0,8-4	ФЛУ-0,8
Ширина захвата, м	0,8	0,82
Глубина фрезерования, см	До 12	До 15
Диаметр барабана, мм	580	640
Частота вращения барабана, об/мин	149 и 250	246
Масса, кг	410	785
Габариты, мм		
длина	1620	2245
ширина	1170	1630
высота	760	1960

Если в сельскохозяйственном производстве применение бокового привода в почвофрезах вызвано необходимостью полного рыхления почвы по всей ширине захвата орудия, то в лесном хозяйстве 6—8-сантиметровая необработанная полоса почвы, остающаяся по месту привода, не окажет значительного влияния на процесс содействия естественному возобновлению леса или подновление противопожарных полос. В то же время в процессе изготовления почвофрез и их эксплуатации имеются существенные экономические различия. В себестоимости сельскохозяйственных машин доля стоимости материала составляет 50—65% [1]. Поэтому даже незначительное снижение расхода материала дает большой экономический эффект. В связи с этим привод лесных почвофрез необходимо обосновать и с учетом экономии материала.

Конструктивные соображения по снижению веса почвообрабатывающих фрез следует проверить, произведя расчет вала фрезбарабана с центральным и боковым приводами на прочность и жесткость при деформации кручения.

По условию прочности вала* фрезбарабана полярный момент сопротивления поперечного сечения W , рассчитываемый по формулам:

* Здесь и в дальнейшем подразумевается круглый вал.

Рис. 1. Поперечное сечение трубчатого вала.

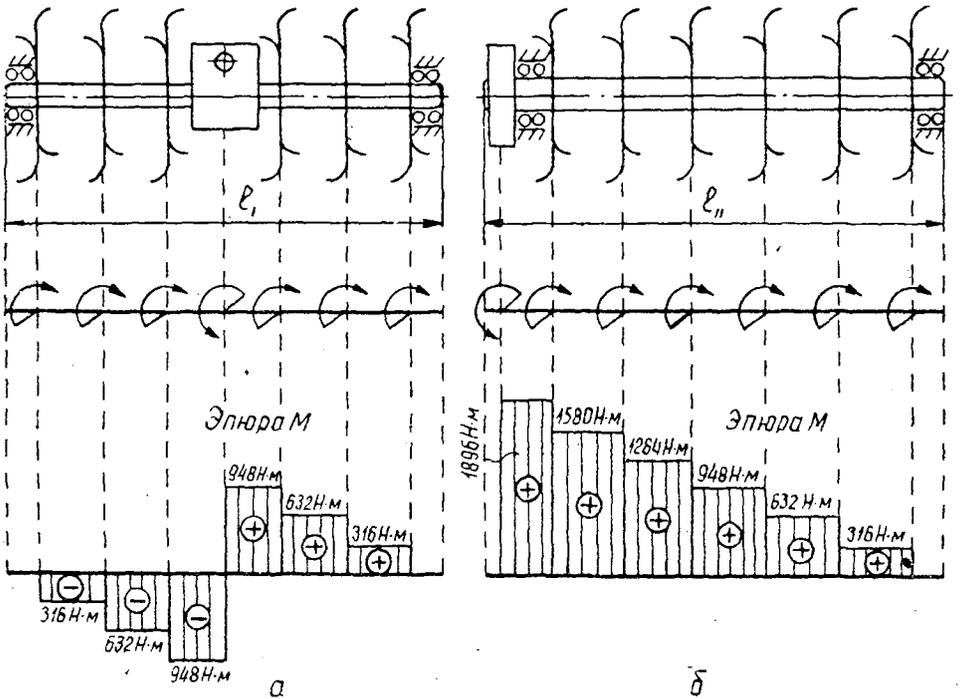
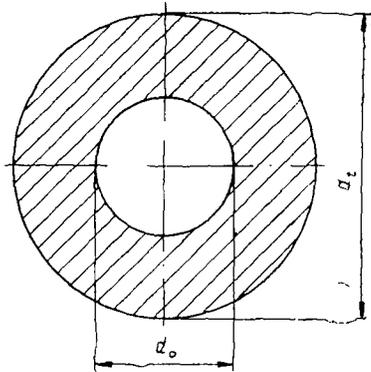


Рис. 2. Эпюра крутящих моментов вала фрезбарабана.
а — с центральным приводом; б — с боковым приводом.

для сплошного вала

$$W = \frac{|M|_{max}}{\tau} \approx 0,2d^3; \quad (1)$$

для трубчатого вала

$$W \approx 0,2d_t^3(1 - c^4); \quad (2)$$

где $|M|_{max}$ — наибольший (по абсолютному значению) крутящий момент;
 τ — касательное напряжение;
 d и d_t — диаметры соответственно сплошного и трубчатого валов;
 $c = \frac{d_o}{d_t}$ — см. рис. 1,

для почвофрез с центральным приводом в 2 раза меньше, чем с боковым. Правомерность сказанного видна из рис. 2, на котором представлены результаты расчетов и эпюра крутящих моментов валов фрезбаранов с центральным и боковым приводами. В расчетах принято, что мощность двигателя, приводимая к фрезбаранам $N=50$ кВт, равномерно распределяется по секциям.

Взяв отношение полярных моментов сопротивления поперечных сечений этих валов, получим

$$d_I \approx 0,79d_{II}, \quad (3)$$

где d_I и d_{II} — диаметры валов фрезбаранов соответственно с центральным и боковым приводами.

Из выражения (3), которое правоммерно как для сплошных, так и для трубчатых валов, следует, что диаметр круглого вала фрезбарана с центральным приводом, по условию прочности, на 21% меньше, чем с боковым. Сравнительная эффективность использования материала определяется из пропорции

$$\frac{P_I}{P_{II}} = \frac{d_I^2}{d_{II}^2} K, \quad (4)$$

где P_I и P_{II} — вес валов фрезбаранов, соответственно с центральным и боковым приводами;

$$K = \frac{l_I}{l_{II}} = 0,74 \div 0,80 \text{ — коэффициент отношения длины валов при одинаковой ширине захвата орудия;}$$

l_I и l_{II} — длина валов фрезбаранов соответственно с центральным и боковым приводами.

Подставив формулу (3) в выражение (4), получим

$$P_I = 0,62KP_{II}. \quad (5)$$

Анализ формулы (5) показывает, что по условию прочности на изготовление круглого вала барабана почвофрезы с центральным приводом расходуется материала на 50—54% меньше, чем с боковым.

По условию жесткости наибольший относительный угол закручивания вала фрезбарана V_{max} не должен превышать допускаемого относительного угла закручивания $[V]$. Приняв $V_{max} = [V]$ и сопоставив полярные моменты инерции валов фрезбаранов I с центральным и боковым приводами по формулам:

для сплошного вала

$$I = \frac{1}{2} \frac{M l_{max}}{GV} \approx 0,1d^4; \quad (6)$$

для трубчатого вала

$$I \approx 0,1d_i^4(1 - c^4), \quad (7)$$

где G — модуль сдвига, являющийся физической постоянной материала, характеризующего его жесткость,

с учетом максимальных величин крутящих моментов M (рис. 2) получим, что полярный момент инерции I вала барабана с центральным приводом, так же, как и W , в 2 раза меньше, чем с боковым. Диаметры при этом определяются соотношением

$$d_I \approx 0,84d_{II}. \quad (8)$$

Экономия материала на изготовление вала фрезбарана центрального привода по сравнению с боковым составит 44—48% и выразится формулой

$$P_I = 0,70KP_{II}. \quad (9)$$

Проведенный анализ прочности и жесткости валов барабанов почвофрез при деформации кручения показывает, что на изготовлении вала барабана фрезы с центральным приводом экономится от 44 до 54% материала по сравнению с боковым. Кроме этого, дополнительные передачи при боковом приводе уменьшают надежность орудия и повышают его вес. Если учесть, что в некоторых случаях снижение расхода материала на каждые 2% уменьшает себестоимость изготовления сельскохозяйственных машин на 1,5% [1] и приводит к улучшению их эксплуатационных показателей,

к сокращению капитальных затрат на оборудование и строительство производственных зданий на основных предприятиях, выпускающих эти машины, то станет понятно, что использование бокового привода в лесных почвофреззах целесообразно.

ЛИТЕРАТУРА

11. Шатуновский Г. М. Технологичность конструкций и экономическая эффективность сельскохозяйственных машин. М., «Машгиз», 1962.

УДК 674

РАСЧЕТ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ УЗЛА НАНЕСЕНИЯ ШПАТЛЕВКИ ВАЛЬЦОВЫХ СТАНКОВ

Л. А. НИКИТЮК

Львовский лесотехнический институт

Получены количественные зависимости режимных параметров работы узла нанесения вальцовых станков с реологическими свойствами отделочных материалов типа грунтовок и шпатлевок. Приводится в общем виде методика регулирования загрузки вальцового зазора и усилия прижима наносящего вальца к щиту для нанесения необходимого количества материала. Результаты работы можно использовать при выборе режимов нанесения и разработке конструкции узла нанесения вальцовых станков.

Теоретическое исследование процесса нанесения вязко-пластичных отделочных материалов на вальцовых станках [1] позволило получить ряд зависимостей, связывающих динамические и расходные параметры работы оборудования с некоторыми его кинематическими характеристиками и реологическими свойствами наносимого материала. Эти закономерности имеют довольно сложный вид, поэтому ими неудобно пользоваться в практической работе. В целях получения более наглядной формы зависимостей предпринят расчет аналитических формул при значениях параметров, принятых на практике или рекомендованных в литературе.

Расчет проводили на ЭВМ «Минск-32» с составлением программ на языке ФОРТРАН. Скорость подачи и окружная скорость наносящего вальца в расчетах приняты $U = (0,085; 0,165; 0,250; 0,333)$ м/с, радиус вальца $R = 0,0825$ м (для станка ШПЩ). Вязкость наносимого материала $\eta = 10K (K = 1, \dots, 5)$ Н·с/м², предел текучести неразрушенной структуры $\tau = (80; 100; 120; 140; 160)$ Н/м², минимальный зазор $h_0 = (0; 0,5 \cdot 10^{-4}; 1,0 \cdot 10^{-4}; 1,5 \cdot 10^{-4}; 2,0 \cdot 10^{-4})$ м. При таких значениях критерий Ильюшина I принимает значение от 0 до 0,04; безразмерная координата толщины наносимого материала ρ_s — от 0 до 1,0.

Первоначально найдена зависимость высоты сечения входа материала в зазор (загрузки зазора) от толщины наносимого материала, выраженная в формуле (15) работы [1]. Реализация расчета заключается в приведении указанной формулы в явный вид с получением ряда алгебраических уравнений пятой степени, последующим определением и анализом корней уравнений. Результаты расчета представлены в виде графиков на рис. 1, из которых видно, что при установившемся течении материала через зазор толщина наносимого материала зависит в основном от степени загрузки зазора и мало связана со скоростью подачи и реологическими характерис-

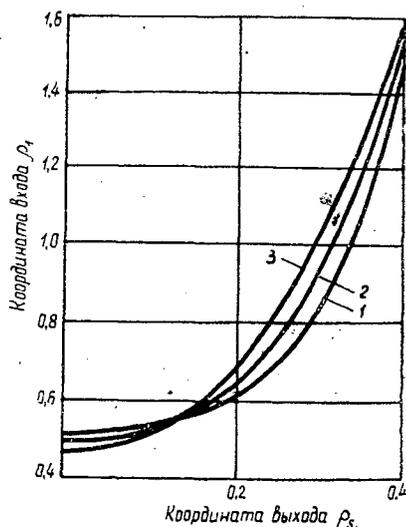


Рис. 1. Зависимость безразмерных координат входа материала в зазор от толщины наносимого материала.

1 — $I = 0$; 2 — $I = 0,02$; 3 — $I = 0,04$.

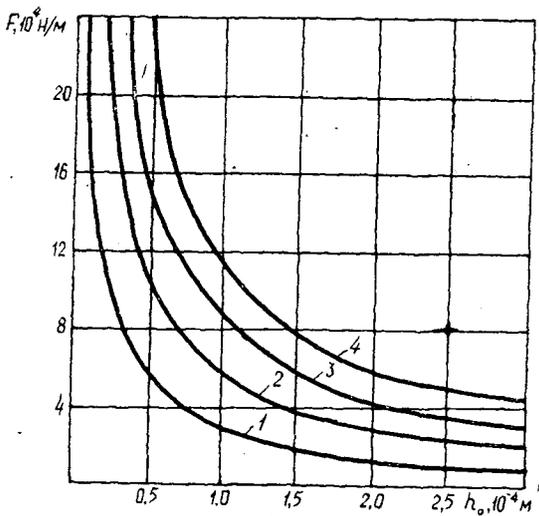


Рис. 2. Зависимость распорного усилия от толщины минимального зазора.

1 — $U = 0,085$; 2 — $U = 0,165$;
3 — $U = 0,25$; 4 — $U = 0,333$ м/с.

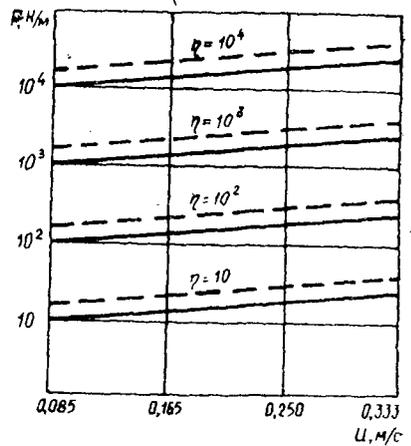


Рис. 3. Зависимость распорного усилия от вязкости наносимого материала. Сплошные линии — $R = 0,05$ м; штриховые — $R = 0,0825$ м.

тиками материала. Все три кривые имеют общую точку пересечения с координатами $\rho_s = 0,12$ и $\rho_1 = 0,57$, в которой толщина наносимого материала будет зависеть только от величины минимального зазора, образованного между валцом и щитом.

Зная $\rho_1 = f(\rho_s)$, можно определить распорное усилие, оказываемое потоком материала на ограничивающие этот поток поверхности. На рис. 2 приведены значения распорного усилия на единицу ширины отделяемого щита при различной высоте минимального зазора и скоростях подачи станка ШПЩ.

В значительной степени на величину распорного усилия влияет вязкость материала (рис. 3), причем нижний предел вязкости определяется стеканием материала с поверхности наносящего валца, нерегулированным протеканием его через дозирующий зазор; верхний предел — наибольшим допустимым для станка и щита прижимным усилием, а также возможным явлением дилатансии материала.

Методика выбора режима нанесения заключается в выполнении следующих этапов.

1. На графике $\rho_1 = f(\rho_s)$ (рис. 1) выбирают точку, характеризующую связь этих двух параметров. Можно рекомендовать точку пересечения кривых для абстрагирования на этом этапе от характеристики наносимого материала и для уменьшения усилия прижима.

2. От безразмерных координат переходят к фактическим. В соответствии с [1]

$$\frac{h_s}{h_0} = 1 + \rho_s^2$$

$$\frac{h_1}{h_0} = 1 + \rho_1^2$$

где h_s — толщина наносимого материала;
 h_0 — высота минимального зазора;
 h_1 — высота входа материала в зазор.

Для обеспечения заданной толщины покрытия необходимо, чтобы при совместном воздействии распорного и прижимного усилий между щитом и валцом образовался зазор

$$h_0 = 0,985h_s$$

при высоте входа материала в зазор

$$h_1 = 1,310h_s,$$

соответствующей толщине материала на наносящем валке после дозирующего зазора.

3. По графику (рис. 2, 3) определяют распорное усилие $F = \varphi(h_0, U)$ при расчетном значении h_0 , необходимой производительности валцов и заданном значении вязкости материала.

4. При известной жесткости узла нанесения станка устанавливают усилие прижима, обеспечивающее уравнивание распорного усилия на уровне h_0 .

Отделочные материалы низкой вязкости наносят при относительно небольшом усилии прижима. Нанесение высоковязких материалов типа шпатлевок приводит к резкому повышению распорного усилия и усилия прижима при малой толщине материала.

Если распорное усилие превышает предел разрушения древесностружечных плит, происходит их деструкция, что приводит к значительному уменьшению прочности. Поэтому при использовании высоковязких составов типа шпатлевок обычно наносят избыточный слой материала при уменьшенном давлении с последующим снятием излишков на узле втирания. Возможно также регулирование толщины наносимого материала путем изменения окружной скорости наносящего валка по сравнению со скоростью подачи, но, к сожалению, без реконструкции узла нанесения в современных конструкциях валцовых станков этот способ неприменим.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Никитюк Л. А., Никитюк Ж. М. Теоретическое исследование процесса нанесения вязко-пластичных отделочных материалов на валцовых станках. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1975, № 4.

УДК 674.038.15

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СУЧКОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ЕЛОВЫХ ПИЛОВОЧНЫХ БРЕВЕН

В. С. ШАЛАЕВ

Московский лесотехнический институт

Излагаются результаты изучения распределения сучков на поверхности еловых пиловочных бревен, выявлена неравномерность их размещения. Показана взаимосвязь основных показателей качества елового пиловочника.

Пиловочная древесина неоднородна по качеству. Из большого числа пороков наибольшее влияние на качество сырья и вырабатываемой пиленой продукции оказывают сучки. Исследованиями ЦНИИМОДа установлено, что сортность, согласно ГОСТу 9463—72, более чем у 70% елового пиловочника в европейской части СССР определяется размерами, количеством и состоянием древесины сучков. Для еловых бревен, предназначенных по ГОСТу 9463—72 для выработки экспортных пиломатериалов, эта величина достигает 85%. Все прочие пороки оказывают незначительное влияние на сортность елового пиловочного сырья. В связи с этим, особое значение приобретают вопросы исследования закономерностей распределения сучков на поверхности еловых пиловочных бревен и их влияния на сортность пиломатериалов.

Изучение 150 еловых бревен на Архангельском лесопильно-древеснообрабатывающем комбинате им. В. И. Ленина, предприятии, специализирующемся на выпуске экспортных пиломатериалов, позволило установить, что размеры максимальных сучков в еловом пиловочнике не превышают 80 мм, большинство их имеет размеры от 10 до 50 мм. Количество сучков на поверхности бревен колеблется от 1 до 20 шт. на 1 пог. м. Установлено также, что сучки на поверхности еловых бревен размещаются неравномерно. У некоторых бревен число сучков на поверхности одной четвертины достигает 60—80% от их общего количества. В среднем эта величина для наиболее насыщенной сучками четвертины составляет 41% (рис. 1).

В действующих ТУ 13—02—04—67 допускаемые пороки можно разделить на две группы: нормируемые в долях размеров пиломатериалов (в первую очередь, сучки) и нормируемые в абсолютных величинах (смоляные кармашки, наклон волокон, крень и др.). Использование принципа нормирования сучков в долях размеров пиломатериалов позволило выявить возможности улучшения качественного со-

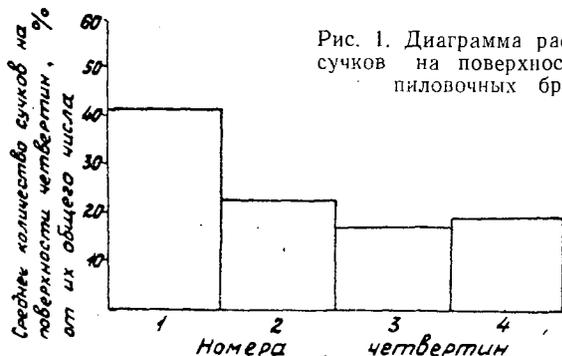


Рис. 1. Диаграмма распределения сучков на поверхности еловых пиловочных бревен.

става и стоимостного выхода экспортных еловых пиломатериалов при сортировке пиловочного сырья по качеству и распиловке его различными поставками [2].

В связи с этим, в экспортном лесопилении важное значение имеет подбор пиловочного сырья по качеству. При этом должен учитываться прежде всего основной его порок — сучки. Однако оценка бревен по сучкам связана с рядом трудностей. На качество пилопродукции влияют величина сучков, их количество и концентрация на поверхности бревен, состояние древесины (здоровые, табачные, гнилые). Одновременный учет всех показателей очень трудоемок и сложен.

Для выбора объективного и наиболее удобного при сортировке бревен по качеству и распиловке их различными поставками показателя качества древесины был проведен статистический анализ результатов исследований качественных особенностей елового пиловочного сырья. По результатам паспортизации определена связь между величинами, характеризующая качество елового пиловочника. x

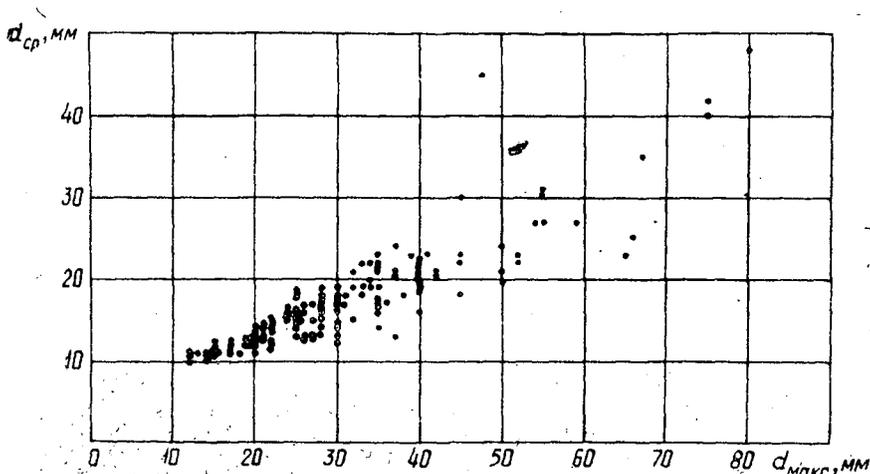


Рис. 2.

На рис. 2 представлена корреляционная связь между размерами максимальных сучков d_{\max} и средними размерами сучков $d_{\text{ср}}$ на поверхности бревен. Коэффициент корреляции $r = +0,906 \pm 0,015$ указывает на наличие тесной прямой связи. Отношение коэффициента корреляции к его ошибке $\frac{r}{m_r} = 62$ значительно больше четырех, что говорит о существенности и достоверности рассмотренной связи. Вычисленные характеристики связи подтверждают ранее полученные результаты [1].

Связь между размерами максимальных сучков d_{\max} и количеством сучков n_{10} размерами 10 мм и более, приходящимся на 1 пог. м поверхности бревна, показана

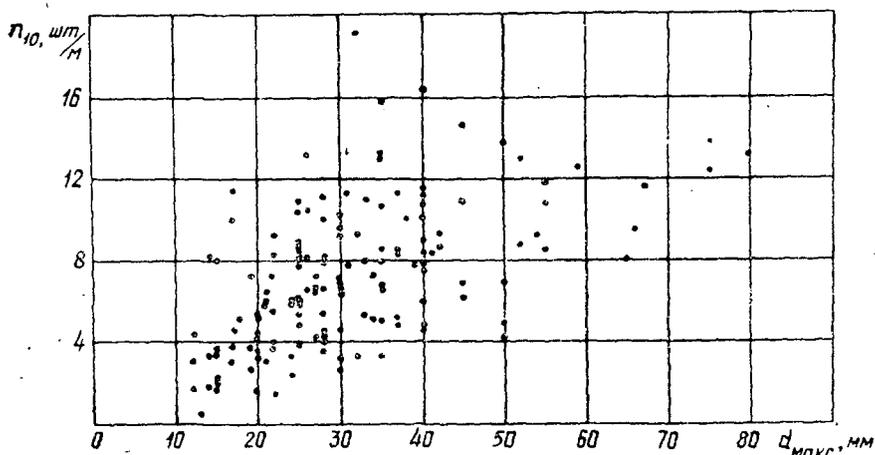


Рис. 3.

на рис. 3. Коэффициент корреляции $r = +0,521 \pm 0,060$ свидетельствует о наличии средней прямой связи. Отношение коэффициента корреляции к его ошибке $\frac{r}{m_r} = 9$, следовательно, исследуемая связь доказана.

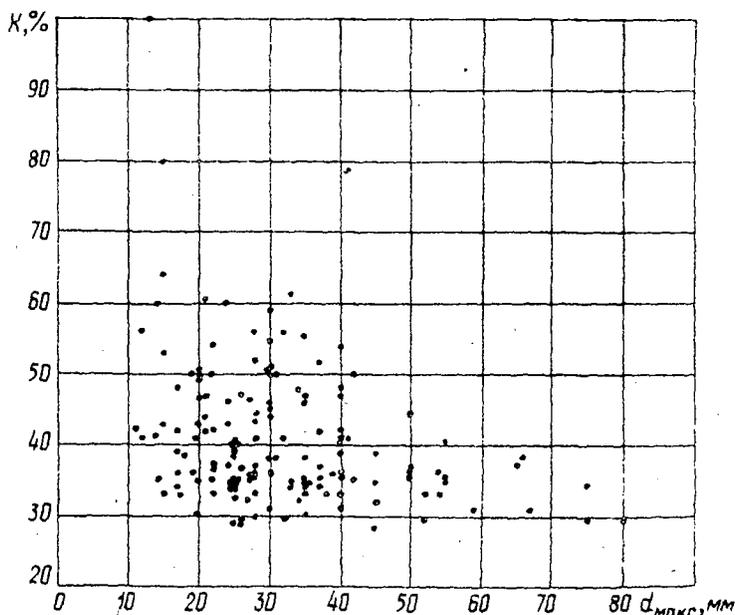


Рис. 4.

На рис. 4 представлена связь между размерами максимальных сучков d_{\max} и количеством сучков k , выходящих на поверхность наиболее насыщенной четвертины, в процентах от их общего числа. Отрицательный коэффициент корреляции $s = -0,365 \pm 0,071$ характеризует обратную связь. Отношение $\frac{r}{m_r} = 5$, то есть связь доказана.

Наличие значительной корреляционной связи между размерами, количеством и концентрацией сучков в еловых пиловочных бревнах позволяет предположить, что сортировка пиловочного сырья на лесопильных заводах (в целях дальнейшей распиловки различными поставами) только по одному из этих показателей будет достаточно эффективной.

Предположительно можно сделать вывод, что размер максимального сучка может служить определяющим фактором в оценке качества пиловочного сырья. Для окончательного выбора более эффективного показателя подбора елового пиловочника по качеству необходимо определить степень связи различных и, в первую очередь, указанных показателей с выходом пилопродукции, установить характер влияния каждого из них на качественный состав и стоимостный выход конечной пиленой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Веретенник Д. Г., Черный А. М., Татарина Э. А. Скрипина Г. В. Исследование влияния сучков на качественный выход пиломатериалов. — Научная информация № 4, КирННИЛП, 1971. [2]. Шалаев В. С. Результаты опытных распилов елового пиловочного сырья на Архангельском ЛДК им. В. И. Ленина. — Научные труды МЛТИ, вып. 78, «Технология и материалы деревообрабатывающих производств», М., 1975.

УДК 674.812

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ПОВЫШЕННОЙ СТАБИЛЬНОСТИ

И. В. ПЕРЕХОЖИХ, А. Ф. КУЛИНИЧЕВ

Уральский лесотехнический институт

Приводятся результаты исследований свойств прессованной древесины повышенной стабильности из пихты и осины. Установлено, что влажностная деформация прессованной древесины нелинейно зависит от влажности окружающей среды и при колебаниях влажности воздуха от 20 до 80% изменяется от $-0,023$ до $+0,026$. Высокие физико-механические свойства прессованной древесины позволяют использовать ее в несущих элементах строительных конструкций и изделиях мебельной промышленности.

В последние годы методы модификации древесины получили дальнейшее развитие. В Проблемной лаборатории Уральского лесотехнического института проведены исследования получения из лиственных и хвойных пород прессованной древесины с высокими физико-механическими свойствами путем повышения температуры тепловой обработки во время прессования и определения оптимальных параметров исходной древесины: влажности, давления и продолжительности прессования [1].

Прессованная древесина повышенной стабильности обладает высокими физико-механическими свойствами (табл. 1), которые достигаются в результате использования реакционной способности древесины при оптимальном режиме ее обработки.

Таблица 1

Порода	Плотность образцов, г/см ³	Влажность образцов во время испытания, %	Водопоглощение за 24 час., %	Набухание в направлении прессования, %	Предел прочности при статическом изгибе, кгс/см ²	Предел прочности при сжатии вдоль волокон, кгс/см ²	Твердость по методу Б. Ф. Розенгауза, кгс/см ²
Осина	1,27	6	8,4	7,5	2700	1700	1450
Пихта	1,25	13,3	8,6	6,2	1870	970	770

Для прессования не имеет большого значения направление годовых колец по отношению к направлению прессования. В целях предотвращения возможного растрескивания во время прессования вдоль волокон прессование производится в радиальном направлении.

Древесина для опыта взята в соответствии с ГОСТом 9629—66. Прессованную древесину хорошего качества можно получить из древесины с ложным здоровым

ядром и незначительным загниванием, синевой, химическими окрасками, побурением. Прессованная древесина из древесины с признаками загнивания имеет более высокую водостойкость и стабильность размеров в направлении прессования, чем из здорового сырья.

При испытании прессованной древесины пихты на влагопоглощение наблюдалось значительное снижение равновесной влажности по сравнению с влажностью исходной древесины (почти на 10%). Если для исходной древесины равновесная влажность равна 27%, то у прессованной древесины 17,7% (образцы выдерживались 50 суток в эксикаторе с влажностью 92% и температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$). Влагопоглощение в указанных условиях в течение всего периода испытания опережало разбухание образцов в направлении прессования. В конце опыта разница достигала 5% (разбухание — 12,7%, водопоглощение — 17,7%).

Чтобы применять прессованную древесину в промышленном строительстве и машиностроении, необходимо знать ее относительную влажностную деформацию ϵ при различной влажности окружающей среды.

В табл. 2 приведена относительная деформация прессованной древесины с равновесной (воздушносухой) влажностью $W = 8,26\%$, полученной путем выдержки стандартных образцов при влажности окружающего воздуха $65 \pm 2\%$ и температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Таблица 2

Показатели	Деформация прессованной древесины, %						
	Десорбция				Сорбция		
Интервалы изменения влажности воздуха для образцов	65—5	65—10	65—20	65—40	65—60	65—80	65—92
Относительная деформация образцов в направлении прессования	-0,057	-0,036	-0,023	-0,011	-0,006	+0,026	+0,059
Прирост деформаций образцов между ступенями влажности	-0,021	-0,013	-0,012	-0,005	0,032	0,033	

По технологии предусматривается кондиционирование прессованной древесины, после которого влажность ее достигает 8,3%, и поэтому влажность деталей, не подвергающихся в процессе изготовления сушке, тоже будет равновесной. Кроме этого учитывался эффект гистерезиса при сорбции и десорбции влаги прессованной древесиной и его возможное влияние на величину относительной деформации.

Как видно из табл. 2, относительная деформация образцов при изменении влажности воздуха от 20 до 80% колеблется в пределах от -0,023 до +0,026, что составляет около 40% от максимально относительной деформации при изменении влажности воздуха в пределах 5—92%. Свойство прессованной древесины развивать максимальную относительную деформацию в направлении прессования в процессе сорбции и десорбции влаги при значительном интервале увлажнения использовалось нами при выяснении ее предельной деформативности.

На практике при эксплуатации изделий из прессованной древесины редко встречаются условия, когда влажность меняется в короткий промежуток времени в широких пределах. Обычно (в помещениях) влажность меняется постоянно малыми интервалами за длительное время. Поэтому исходя из сказанного следует ожидать, что максимальная относительная деформация прессованной древесины будет несколько ниже, что создает более благоприятные условия для работы конструкций.

Исследования [3] показали, что при большом интервале увлажнения давление водяного пара, проникающего между мицеллами стенок клеток древесины, имеет большую величину, а соответствующая этому значению эластическая деформация больше, чем сумма эластических деформаций, возникающих при увлажнении контрольного образца по малым интервалам влажности. Скорость роста этих деформаций при большем интервале влажности выше.

По данным табл. 2 следует, что прирост относительной деформации уменьшается с уменьшением изменяющегося интервала влажности.

Таким образом, деформация упругого последствия древесины нелинейно зависит от внешней нагрузки [2].

Следует отметить, что в интервале влажности 5—65% происходит десорбция влаги и прирост относительной деформации на ступень влажности меньше, чем при сорбции.

Физико-механические свойства прессованной древесины повышенной стабильности из древесины осины и пихты позволяют применять ее в строительных конструкциях и машиностроении.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Аккерман А. С., Перехожих И. В. Авт. свид. № 416252.
[2]. Иванов Ю. М. Предел пластического течения древесины. М., 1948. [3]. Огаркова Т. В. Об учете особенностей деформирования модифицированной древесины при использовании ее в условиях переменного температурно-влажностного режима. — Труды ВЛТИ, 1972.

УДК 674.048 : 620.174/178.16

ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ И ДИНАМИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ УПРУГОСТИ ПРИ ИЗГИБЕ У НЕКОТОРЫХ ПОРОД НАТУРАЛЬНОЙ И МОДИФИЦИРОВАННОЙ АММИАКОМ ДРЕВЕСИНЫ

И. Я. ЭГЛАЙС, Г. В. БЕРЗИНЬШ

Институт химии древесины АН Латвийской ССР

Приводятся некоторые результаты экспериментальных исследований натуральной древесины, обработанной аммиаком и уплотненной после химической обработки. Установлено, что воздействие аммиака на древесину вызвало повышение динамического модуля упругости при изгибе.

Применение модифицированной древесины в мебельной промышленности вызвало необходимость исследовать влияние газообразного аммиака и воздействие уплотняющей силы на прочностные и упругие показатели древесины березы, осины и черной ольхи.

Образцы разделили на три группы: натуральные (Н), подвергнутые химической обработке газообразным аммиаком (А) и уплотненные после химической обработки (У). Химическая обработка газообразным аммиаком продолжалась 36 ч, уплотнение образцов происходило при удельном давлении $0,5 \text{ кгс/см}^2$. Начальная влажность образцов — $30 \pm 5\%$. Конечные размеры образцов — $300 \times 20 \times 20$ мм, где первый размер — аксиальный L , второй — радиальный R , третий — тангенциальный T . Конечная влажность образцов в пределах 2,6—7,9%.

Динамический модуль упругости изгибных колебаний, а также коэффициент механической добротности определяли при помощи резонансной аппаратуры ИЧЗ-7Ф с присоединенным к ней частотомером ЧЗ-12 по известной методике [4].

Дефектоскоп ДУК-20 использовали для определения скоростей распространения продольных импульсных ультразвуковых волн (ПИУВ) в трех главных направлениях симметрии C_L , C_R , C_T . Модуль упругости изгибных колебаний определяли при радиальном E_R и тангенциальном E_T изгибе. Предел прочности при статическом изгибе определяли по стандартной методике [3].

В табл. 1 по результатам исследований приведены качественные показатели модифицированной древесины березы, осины и черной ольхи в сравнении с натуральной. Как видно из таблицы, обработка газообразным аммиаком и последующая термообработка вызвали прирост объемной массы образцов всех пород [1], определенно изменились также скорости C_L , C_R , C_T . Динамические модули упругости E_R и E_T при изгибе после химической обработки, выше тех же модулей у натуральной древесины. Так, например, для древесины березы значение модулей повысилось в среднем на 39%, для осины на 140%, для черной ольхи на 40%. В то же время предел прочности при статическом изгибе выше, чем для натуральной древесины: для березы на 43%, для осины на 88% и для черной ольхи на 54%. Несмотря на это, коэффициент механической добротности для всех пород имеет тенденцию к снижению.

Последующее уплотнение древесины, обработанной газообразным аммиаком, также вызвало прирост объемной массы [2] и значений динамического модуля уп-

Таблица 1

Порода древесины	Объемная масса, кг/м ³	Средняя влажность, %	Скорость распространения ПИУВ, м/с			Резонансная частота при изгибных колебаниях, Гц		Коэффициент механической добротности		Динамический модуль Юнга при изгибных колебаниях, 10 ⁸ Н/м ²		Предел прочности при изгибе σ , кгс/см ²
			c_L	c_T	c_R	f_R	f_T	Q_R	Q_T	E_R	E_T	
										Влажность W=15%		
Береза Н	590	3,1	6125	1617	1998	1218	1211	64,2	58,8	131,8	130,6	868
„ А	677	7,9	6200	1080	1700	1288	1268	51,3	26,7	184,9	178,8	1243
„ У	734	7,6	6245	1306	1394	1288	1295	41,4	44,2	194,7	198,4	1093
Осина Н	414	2,6	6286	1318	2011	1165	1141	44,0	48,0	78,7	75,0	447
„ А	656	7,8	6453	908	1475	1323	1296	49,9	43,2	186,2	181,8	838
„ У	670	6,5	6390	1495	959	1326	1310	40,4	43,9	190,2	186,1	771
Ольха Н	544	2,6	5913	1652	1945	1192	1136	65,7	45,4	103,2	99,6	649
„ А	654	6,8	5945	1139	1867	1232	1199	38,8	44,0	154,1	135,1	999
„ У	662	7,6	5950	1470	1468	1251	1247	47,6	42,3	157,7	156,6	1001

О показателях при изгибе модифицированной древесины

ругости при изгибных колебаниях. Значения предела прочности снизились у древесины березы и осины (У), но практически не изменились у черной ольхи (У) по сравнению с древесиной (А) всех этих пород. Примененное удельное давление вызвало инверсию скоростей C_T, C_R ПИУВ у древесины осины (У) и древесины черной ольхи (У).

Полученные данные позволили установить, что у модифицированной древесины всех исследованных пород, по сравнению с натуральной, химическое, механическое и термическое воздействие вызывает рост динамического модуля упругости изгиба и предела прочности при статическом изгибе.

Коэффициент механической добротности обработанной аммиаком и уплотненной древесины имеет тенденцию к снижению.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Калниньш А. И., Дарзиньш Т. А., Берзиньш Г. В., Юкна А. Д. Получение новых видов древесных материалов химико-механическим способом. — В кн.: Пластификация и модификация древесины. Рига, «Зинатне», 1970, с. 5—10. [2]. Лшиелпетерис У. Я., Зиединьш И. О., Юкна А. Д. Изменение прочности и стабильности модифицированной аммиаком прессованной древесины в зависимости от ее плотности. — В кн.: Облагораживание древесины. Рига, «Зинатне», 1971, с. 23—27. [3]. Перельгин Л. М. Древесиноведение. М., Гослесбуиздат, 1963, с. 131—134. [4]. Эглайс И. Я., Берзиньш Г. В. Определение неdestructивным методом динамических модулей упругости, коэффициента Пуассона и декремента затухания пластифицированной древесины березы. — Научные труды ЛТА, № 123, «Модифицированная древесина и исследование ее свойств». Л., 1968, с. 48—58.

УДК 631.571 : 634.0.812.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЛИТ ИЗ КОРЫ СОСНЫ ОТ ИХ ВЛАЖНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ

Е. Г. ТРОШИН

СвердНИИПдрев

Исследована и математически описана зависимость электрического сопротивления плит из коры сосны от их влажности и температуры. Выявлена возможность измерения кондуктометрическим способом влажности плит в процессе их прессования.

Тепло- и массообмен — факторы, определяющие процесс прессования. Следовательно, для определения оптимальных режимов прессования плит из коры сосны целесообразно исследовать динамику тепло- и массопереноса в процессе прессования, то есть исследовать поля влажности и температуры. В этом случае необходим экспрессный метод контроля влажности. В результате анализа известных способов измерения влажности различных материалов [1—3] был выбран кондуктометрический способ.

В лабораторных условиях провели тарирование датчиков при удельном давлении прессования 50 кгс/см², температуре прогрева до 160°C в течение 8—10 мин и влажности пресс-материала в пределах 6 ÷ 35%. Размеры образца — 2×200×200 мм. Кору измельчали на молотковой дробилке с диаметром отверстий в сите 3,5 мм. Связующие вещества в пресс-материал не добавляли.

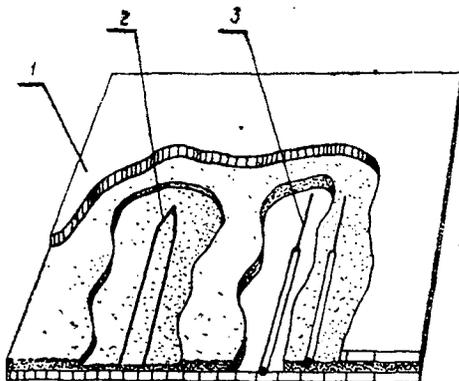
Подготавливали образец к прессованию следующим образом. На металлическую пластину с фторопластовой прокладкой укладывали один электрод датчика сопротивления, насыпали пресс-материал, на поверхности которого располагали второй электрод. Расстояние между одним электродом и проекцией второго 10 мм. Для измерения температуры в середину пакета, рядом с электродами датчика сопротивления, помещали термометр (рис. 1).

В качестве электродов датчика сопротивления использовали посеребренную медную проволоку диаметром 0,5 мм. Рабочая длина электродов 15 мм, нерабочая часть изолируется фторопластовой трубкой.

Прессование проводили на гидравлическом прессе с электрообогревом (размеры плит пресса 400×400 мм). После прогрева до 160°C образец охлаждали до 20°C. В процессе прогрева и охлаждения измеряли температуру и внутреннее электрическое

Рис. 1. Схема измерения электрического сопротивления и температуры образца.

1 — фторопластовая пластина, 2 — термопара; 3 — электрод датчика.



сопротивление. Для измерения ЭДС термопары и сопротивления использовали соответственно потенциометр типа ЭПД и мегомметр МОМ-4. После охлаждения образца для определения влажности методом высушивания до постоянного веса из зоны расположения датчиков отбирали пробы размером 20×20 мм.

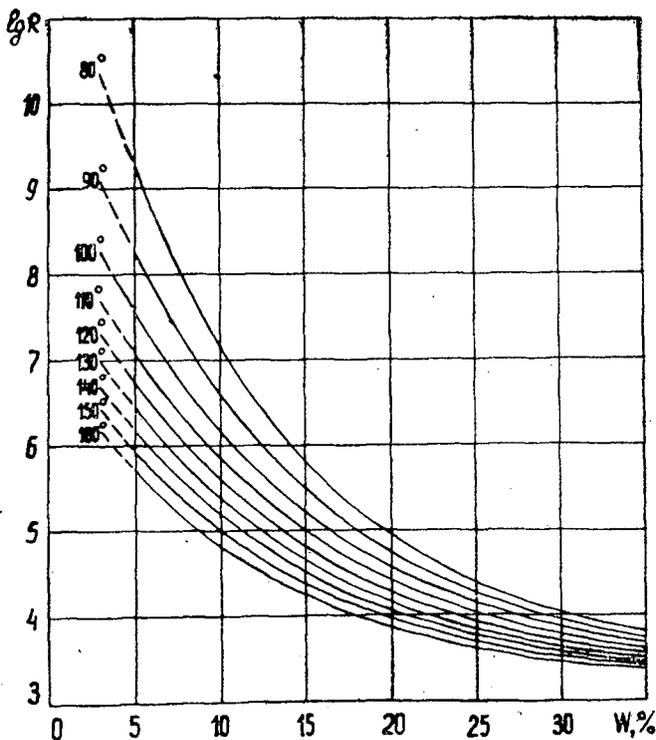


Рис. 2. Зависимость электрического сопротивления плит из коры сосны от их влажности и температуры в период прогрева.

На основании полученных данных построены графики зависимости электрического сопротивления плит от влажности и температуры в процессе их прессования. На рис. 2 отражена зависимость в период прогрева, а на рис. 3 — в период охлаждения. Выведена общая формула исследованной зависимости, которая получена путем линеаризации исходной экспериментальной зависимости и последующего применения метода

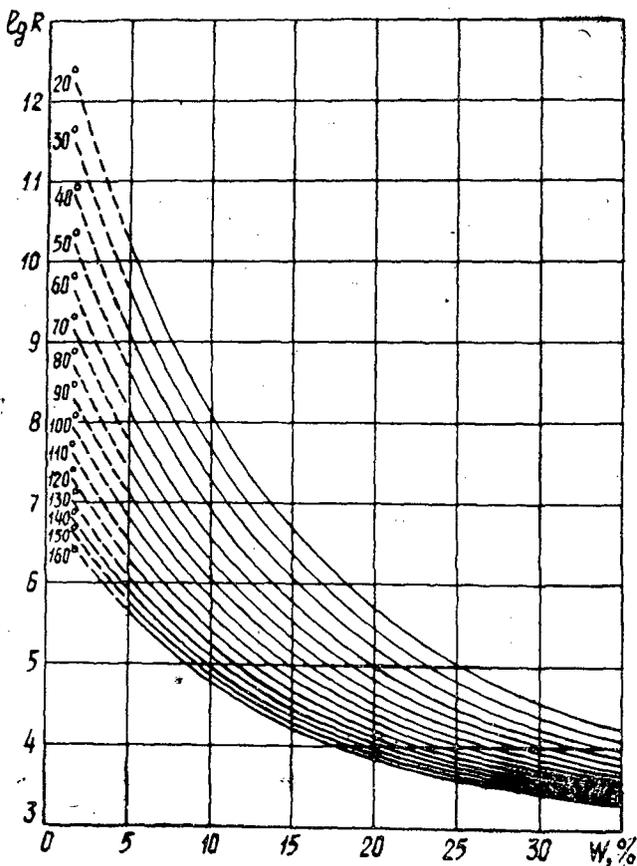


Рис. 3. Зависимость электрического сопротивления плит из коры сосны от их влажности и температуры в период охлаждения.

наименьших квадратов. Следует отметить, что из-за больших величин сопротивления берется их десятичный логарифм.

Результаты математической обработки показали, что с изменением влажности логарифм электрического сопротивления плит из коры сосны изменяется по экспоненциальному закону, который описывается следующим уравнением:

$$\lg R = e^a W + b + c, \quad (1)$$

где $\lg R$ — десятичный логарифм электрического сопротивления;

W — влажность образца, %;

a, b, c — коэффициенты, зависящие от температуры и других факторов.

Зависимость коэффициентов a, b, c от температуры образца приведена в табл. 1. Полученная зависимость позволяет в процессе прессования дистанционно определять влажность плит. Для этого достаточно с помощью кондуктометрического датчика измерить электрическое сопротивление слоев плиты (толщина слоя готовой плиты 2 мм), вычислить его логарифм и по соответствующей температурной кривой найти на оси абсцисс значение влажности.

Таблица 1

Температура образца, °С	Значения коэффициентов					
	при прогреве образца			при охлаждении образца		
	$-a \cdot 10^{-2}$	b	c	$-a \cdot 10^{-2}$	b	c
20	—	—	—	7,270	2,2665	3,53
30	—	—	—	7,547	2,2010	3,48
40	—	—	—	7,773	2,1175	3,44
50	—	—	—	7,927	2,0363	3,40
60	—	—	—	8,031	1,9653	3,37
70	—	—	—	8,094	1,8896	3,33
80	8,813	2,2082	3,38	8,126	1,8103	3,31
90	8,445	2,0244	3,34	8,138	1,7447	3,28
100	8,028	1,8305	3,31	8,140	1,6698	3,26
110	7,953	1,7172	3,28	8,142	1,5988	3,24
120	8,030	1,6431	3,25	8,154	1,5290	3,22
130	8,233	1,5845	3,22	8,186	1,4657	3,20
140	8,375	1,5014	3,20	8,249	1,4117	3,18
150	8,382	1,4330	3,18	8,353	1,3522	3,17
160	8,486	1,3542	3,16	8,507	1,3336	3,16

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Берлинер М. А. Электрические измерения, автоматический контроль и регулирование влажности. М.—Л., «Энергия», 1965. [2]. Познаев А. П. Измерение влажности древесины. М., «Лесная промышленность», 1965. [3]. Романов В. Г. Исследование зависимости электрического сопротивления древесины от ее влажности и температуры. — Сборник трудов Свердловского государственного университета, вып. 2. М., «Лесная промышленность», 1967.

УДК 621.932.54

К РАСЧЕТУ НА ПОПЕРЕЧНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ
ПРОДОЛЬНО-НАТЯНУТЫХ ПЛАСТИН

В. М. ФИЛАШОВ

КарНИИЛП

Рассмотрен упрощенный способ расчета на поперечную устойчивость эксцентрично-натянутых пластин. Выведена формула для определения критической нагрузки. Формула учитывает место приложения внешней нагрузки, эксцентриситет линии натяжения и условия закрепления пластины по концам.

Существенный вклад в изучение вопросов устойчивости рамных плит внесли работы С. М. Хасдана [6], Г. Ф. Прокофьева [3], Р. В. Дерягина [1].

Нами предложен упрощенный способ расчета на поперечную устойчивость продольно-натянутых пластин с помощью известного в теории упругости энергетического метода решения задач [2], [5]. Рассмотрим случай нагружения пластины не только поперечными силами, но и растягивающей силой.

На рис. 1 показан случай действия в плоскости yz сосредоточенной поперечной силы P и растягивающей силы S . Сила P приложена на расстоянии Y_1 от оси z . Ось z — центр изгиба и кручения пластины. Концы пластины могут быть как плоско, так и шарнирно защемлены.

Все приведенные ниже выводы и соотношения справедливы только в пределах упругих напряжений и деформаций для таких достаточно малых перемещений, что косинус угла можно принять за единицу, а синус угла — равным углу.

При потере устойчивости, в момент бокового выпучивания пластины, поперечные сечения в плоскости xy переместятся на величину f и повернутся на угол φ (рис. 1, 2), а перемещение некоторой точки сечения, отстоящей на расстоянии Y от оси z ,

$$X = f + Y\varphi. \quad (1)$$

Для случая плоско-зашемленных концов пластины уравнения изгиба и кручения можно записать в следующем виде:

$$\begin{aligned} f &= \frac{f_0}{2} \left(1 - \cos \frac{2\pi z}{l} \right); \\ \varphi &= \frac{\varphi_0}{2} \left(1 - \cos \frac{2\pi z}{l} \right); \end{aligned} \quad (2)$$

для случая шарнирно-зашемленных концов

$$\begin{aligned} f &= f_0 \sin \frac{\pi z}{l}; \\ \varphi &= \varphi_0 \sin \frac{\pi z}{l}, \end{aligned} \quad (3)$$

где l — свободная длина пластины, мм;
 f_0 и φ_0 — некоторые постоянные (f_0 , мм; φ_0 , рад).

Полная энергия упругих деформаций при возможном выпучивании пластины

$$\Pi = \Pi_{\text{и}} + \Pi_{\text{к}} + \Pi_{\text{с}} - \Pi_0, \quad (4)$$

где $\Pi_{\text{и}}$ — потенциальная энергия изгиба;
 $\Pi_{\text{к}}$ — потенциальная энергия кручения;
 $\Pi_{\text{с}}$ — энергия натяжения полотна;
 Π_0 — работа поперечной нагрузки на возможных перемещениях.

Составляющие полной энергии можно определить с помощью следующих выражений [2], [5]:

$$\left. \begin{aligned} \Pi_{\text{и}} &= \frac{E}{2} \int_0^l I_y (f'')^2 dz; \\ \Pi_{\text{к}} &= \frac{G}{2} \int_0^l I_k (\varphi')^2 dz; \\ \Pi_{\text{с}} &= \int_0^l \int_F d\lambda dS, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где E — модуль упругости материала, Н/мм²;
 G — модуль сдвига, Н/мм²;
 f'' , φ' — производные соответствующих функций по переменной z ;
 I_y — момент инерции изгиба относительно оси y сечения, мм⁴;
 I_k — момент инерции кручения, мм⁴;
 dS — элементарное продольное усилие, Н.
 В рассматриваемом случае

$$dS = \left(\frac{S}{F} \pm \frac{S\alpha y}{I_x} \right) dF, \quad (6)$$

где F — площадь поперечного сечения пластины;
 I_x — момент инерции изгиба относительно оси x сечения, мм⁴.

Определим продольное смещение $d\lambda$ концов элементарного отрезка dz некоторого продольного волокна пластины (рис. 1, в) при деформации ее от изгиба и кручения. Как следует из рис. 1, в,

$$d\lambda = dz - dz \cos \theta.$$

Ограничиваясь двумя первыми членами разложения $\cos \theta$ в ряд по степеням $\theta = X'$, то есть приняв

$$\cos \theta = 1 - \frac{1}{2} (X')^2,$$

получим

$$d\lambda = \frac{1}{2} (X')^2 dz. \quad (7)$$

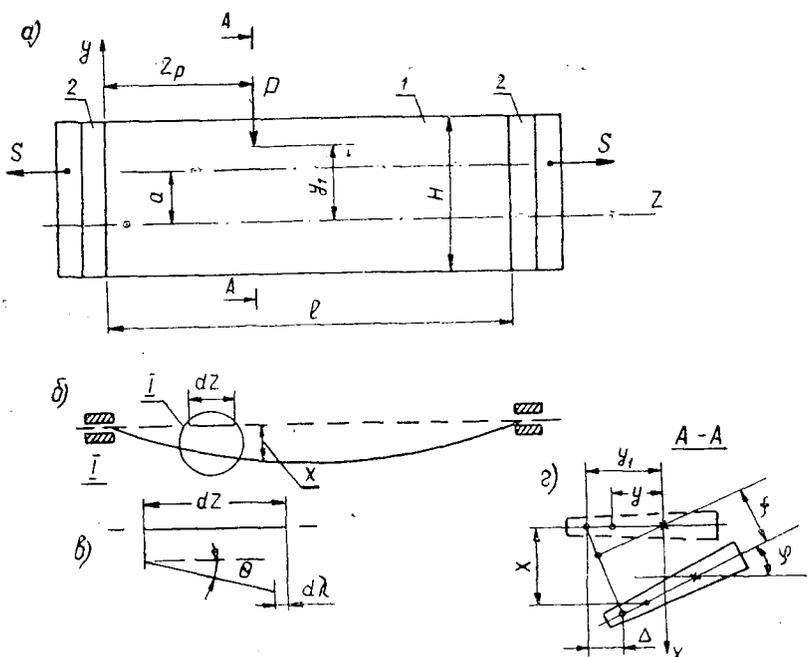


Рис. 1.

Для пластины постоянного сечения, подставив значения J , φ , x , dS , $d\lambda$ из формул (1), (2), (6), (7) в выражения (5), определяем

$$\left. \begin{aligned} \Pi_n &= f_0^2 \frac{\pi^4 EI_y}{l^3}; \quad \Pi_k = \varphi_0^2 \frac{\pi^2 GI_k}{4l}; \\ \Pi_s &= \frac{\pi^2 S}{4l} f_0^2 + \frac{\pi^2 Sa}{2l} f_0 \varphi_0 + \frac{\pi^2 S}{4l} \frac{I_x}{F} \varphi_0^2. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Работа поперечной силы P на возможном перемещении (рис. 1, з)

$$\Pi_0 = P\Delta = P \left(f\varphi + \frac{1}{2} Y_1 \varphi^2 \right), \quad (9)$$

где Δ — поперечное смещение вдоль оси y точки приложения силы, вызванное деформацией пластины, мм.

Предельное значение поперечной силы устойчивой работы пластины находят из условия экстремума полной энергии Π , то есть из уравнений

$$\frac{\partial \Pi}{\partial f_0} = 0; \quad \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi_0} = 0. \quad (10)$$

Для случая, когда сила P приложена в середине пролета ($z_p = 0,5l$), выражение (9) примет вид

$$\Pi_0 = P \left(f_0 \varphi_0 + \frac{1}{2} Y_1 \varphi_0^2 \right). \quad (11)$$

Подставив выражения (8) и (11) в уравнение (4) и приравняв нулю производные от функции Π по параметрам f_0 и φ_0 , получим

$$\left. \begin{aligned} \varphi_0 \left(P - \frac{\pi^2 Sa}{2l} \right) - f_0 \left(\frac{2\pi^4 EI_y}{l^3} + \frac{\pi^2 S}{2l} \right) &= 0; \\ \varphi_0 \left(PY_1 - \frac{\pi^2 GI_k}{2l} - \frac{\pi^2 S}{2l} \frac{I_x}{F} \right) + f_0 \left(P - \frac{\pi^2 Sa}{2l} \right) &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Исключив из уравнений (12) параметры f_0 и φ_0 , найдем

$$P^2 + 2 \left[\frac{\pi^4 EI_y}{l^3} Y_1 + \frac{\pi^2 S}{2l} (0,5 Y_1 - a) \right] P - \left[S \left(\frac{\pi^6 EI_y}{l^4} \frac{I_x}{F} + \frac{\pi^4 GI_K}{4l^2} \right) + S^2 \left(\frac{\pi^4}{4l^2} \frac{I_x}{F} - \frac{\pi^4 a^2}{4l^2} \right) + \frac{\pi^6 EI_y GI_K}{l^4} \right] = 0. \quad (13)$$

Решение квадратного уравнения запишем в следующем виде:

$$P_{кр} = \pi^2 S_K (\sqrt{\beta_0^2 + 0,25\beta} - \beta_0),$$

где
$$\beta_0 = \frac{Y_1}{2l} + 0,5 \left(\frac{Y_1}{2l} - \varepsilon \eta \right) \frac{S}{S_K}; \quad \left(\varepsilon = \frac{a}{H}; \quad \eta = \frac{H}{l} \right); \quad (14)$$

$$\beta = \left(2 + \frac{S}{S_K} \right) \left(\frac{GI_K}{l^2 S_K} + \frac{\eta^2}{H^2} \frac{I_x}{F} \frac{S}{S_K} \right) - \left(\varepsilon \eta \frac{S}{S_K} \right)^2;$$

Y_1 , мм; l , мм; a , мм; H , мм (рис. 1, а);

S_K — значение условной нагрузки, Н;

$$S_K = \frac{2\pi^2 EI_y}{l^2} \text{ — для плоско-зашемленных концов пластины;}$$

$$S_K = \frac{\pi^2 EI_y}{2l^2} \text{ — для шарнирно-зашемленных концов пластины;}$$

для металлической пластины прямоугольного сечения

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ Н/мм}^2; \quad G = 8 \cdot 10^4 \text{ Н/мм}^2;$$

$$I_y = \frac{Ht^3}{12} \text{ мм}^4; \quad I_K = \frac{Ht^3}{3} \text{ мм}^4; \quad I_x = \frac{tH^3}{12} \text{ мм}^4.$$

Формула (14) позволяет определить величину критической силы устойчивости пластины, она учитывает место приложения силы, эксцентриситет линии натяжения и условия закрепления концов пластины.

Аналогично в случае равномерно распределенной вдоль уровня Y_1 поперечной нагрузки интенсивностью q критическое значение силы

$$(ql)_{кр} = 2P_{кр}. \quad (15)$$

Значения критической силы $P_{кр}$, вычисленные разными способами, приведены в табл. 1, из которой видно, что результаты хорошо согласуются.

Таблица 1

Исходные данные (рис. 1, а)		Значения критической силы, Н, вычисленной по формуле	
$\varepsilon = \frac{a}{H}$	S , Н	приведенной в работе [3]	(14)
0	10000	1900	1750
0	20000	2800	2500
0	40000	4000	4000
0	10000	2970	2550
0,33	20000	3800	3700
0,33	40000	5500	5300

Примечание. Во всех случаях $l = 1000$ мм;
 $t = 2$ мм; $H = 100$ мм.

В одной из работ [4] аналогичным путем была получена формула для определения боковой жесткости эксцентрично-натянутых полотен рамных пил. Это обстоятельство, а также оценка результатов таблицы говорят в пользу достоверности вывода и полученной формулы (14), которую можно рекомендовать для расчетов на устойчивость продольно-натянутых полотен режущих пластин.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Дерягин Р. В. О динамической устойчивости рамных пил.—ИВУЗ, «Лесной журнал», 1969, № 5. [2]. Пономарев С. Д., Бидерман В. Л. и др. Расчеты на прочность в машиностроении. Т. I. М., Машгиз, 1956. [3]. Прокофьев Г. Ф. Устойчивость рамных пил.—ИВУЗ, «Лесной журнал», 1970, № 6. [4]. Соболев И. В., Филашов В. М. Расчетный метод определения жесткости рамных пил. — Труды ЦНИИМОДа, № 22, 1968. [5]. Тимошенко С. П. Сопrotивление материалов. Т. II, «Наука», 1965. [6]. Хасдан С. М. Устойчивость рамных пил. М.—Л., Гослесбумиздат, 1960.

УДК 581.162 : 674.031.623.2

ОПЫТ ГИБРИДИЗАЦИИ ИВ НА УКРАИНЕ

И. Д. ВАСИЛЕНКО

Кобелякский опорный пункт УкрНИИЛХА

Приводятся результаты трехлетних работ по гибридизации 12 видов и 1 формы ив, выполненных в Кировоградской области на срезанных ветвях в оранжерее и на растущих экземплярах. Сообщаются данные о скрещиваемости различных видов ив между собой, получении гибридных семян и сеянцев, а также о наследовании гибридными растениями морфологических признаков родителей.

Ивы — древесно-кустарниковые виды, принадлежащие к роду *Salix* L. Они ценны в мелиоративном отношении, отличаются быстротой роста, декоративностью и т. д. Значительный интерес представляет вопрос об искусственной гибридизации ив в целях выведения новых гибридов, обладающих гетерозисом и другими полезными качествами. В этом направлении ученые уже проработали определенную работу. Можно назвать исследования лесоводов-селекционеров под руководством акад. В. Н. Сукачева [5—7], получивших ряд гибридов на срезанных ветвях и на растущих растениях, большая часть которых — кустарниковые и древесно-кустарниковые. Описаны некоторые гибриды ив в Венгрии [8]. На Украине подобные работы ранее не проводились.

Мы выявляли скрещиваемость родительских пар, занимающих различное положение в систематике, устанавливали те из них, которые могут дать наиболее жизнеспособное и продуктивное потомство, определяли соотношения между количеством гибридных семян и выращенных из них проростков и сеянцев; а также ставили своей задачей проследить за ростом сеянцев в первые годы их жизни, изучить степень наследования гибридами морфологических признаков родителей и т. п.

Работы по половой гибридизации ив проводили в 1971—1973 гг. на Веселобоконьковской селекционно-дендрологической станции, расположенной в южной, степной части Кировоградской области. Была использована методика В. Н. Сукачева [5], С. С. Пятницкого [1], Н. В. Старовой [4] по гибридизации двудомных древесных пород. В качестве родительских экземпляров брали наиболее сильнорослые, здоровые, а также декоративные деревья и кусты, растущие на территории Полтавской (козья, остролистная, пятитычинковая), Киевской (ломкая) и Кировоградской (белая, белая ф. плакучая, ломкая, длиннолистная, пурпурная, трехтычинковая, корзиночная, лоховидная) областей. Кроме того, использовали сердцевиднолистную и сахалинскую ивы — виды дальневосточной флоры, произрастающие в Главном ботаническом саду АН СССР.

Для скрещиваний брали виды различного систематического родства, внутривидовое подразделение которых приведено в табл. 1.

Скрещивания проводили двумя методами: на срезанных ветвях, поставленных в ведра с водой в оранжерее и на растущих деревьях и кустах. Опыты по первому методу продолжались в течение трех лет, по второму — на протяжении 1973 г. Оптимальные сроки постановки ветвей в оранжерее в наших условиях — конец марта — начало апреля.

При втором методе пергаментные изоляторы навешивали на женских экземплярах в начале распускания сережек. В обоих случаях двукратное опыление женских сережек делали при полном распускании их и готовности к восприятию пыльцы. Изоляторы снимали после того, как сформировались зеленые коробочки. Сроки начала и окончания созревания семян иногда растягивались на целый месяц и более, особенно на срезанных ветвях.

Таблица 1

Подрод	Секция	Вид	Группа
<i>Salix</i>	<i>Salix</i>	<i>S. alba</i> L.	Древесная
"	"	<i>S. alba</i> var. <i>pendula</i> L.	"
"	"	<i>S. fragilis</i> L.	"
"	<i>Urbanianae</i>	<i>S. cardiophylla</i> Traut.	"
"	<i>Amigdalinae</i>	<i>S. triandra</i> L.	Кустарниковая
"	<i>Pentandrae</i>	<i>S. pentandra</i> L. ...	Древесная
"	<i>Longifoliae</i>	<i>S. longifolia</i> Mühl.	Древесно-кустарниковая
<i>Vetrix</i>	<i>Vetrix</i>	<i>S. caprea</i> L.	Древесная
"	<i>Vimen</i>	<i>S. viminalis</i> L.	Кустарниковая
"	"	<i>S. sachalinensis</i> Fr. Schmidt	Древесная
"	<i>Daphnella</i>	<i>S. acutifolia</i> Willd.	Древесно-кустарниковая
"	<i>Helix</i>	<i>S. purpurea</i> L.	Кустарниковая
"	<i>Canae</i>	<i>S. elaeagnos</i> Scop.	Древесно-кустарниковая

Примечание. Систематика ив представлена по классификации А. К. Скворцова [2, 3].

В результате искусственных скрещиваний получили гибридные семена, из которых выращивали проростки в чашках Петри и затем — сеянцы. За три года собрали более 7 тыс. семян 20 гибридных комбинаций. Многие гибриды, преимущественно древесных видов и форм, получены в нашей стране впервые. К ним следует отнести комбинации *S. fragilis* L. × *S. longifolia* Mühl., *S. fragilis* L. × *S. sachalinensis* Fr. Schmidt, *S. fragilis* L. × *S. cardiophylla* Traut., *S. fragilis* L. × *S. caprea* L., *S. alba* L. × *S. sachalinensis* Fr. Schmidt, *S. alba* L. × *S. cardiophylla* Traut., *S. alba* L. × *S. caprea* L., *S. elaeagnos* Scop. × *S. longifolia* Mühl.

При скрещивании древесных видов и форм получили больше гибридных семян, чем при скрещивании кустарниковых с кустарниковыми и древесно-кустарниковых с кустарниковыми и древесными ивами. Древесные ивы не скрещиваются с кустарниковыми, что подтверждает мнение В. Н. Сукачева.

На основании проведенных исследований можно сказать, что лучше скрещиваются виды одинаковых подродов *Salix* и *Vetrix* (хотя часто результаты бывают положительными и при межподродовых скрещиваниях), а в пределах подродов — виды одной секции или определенных секций. В наших опытах наиболее результативными по числу удачных скрещиваний оказались комбинации, в которых родительские виды относятся к таким секциям:

- 1) *Salix* (× *Salix*, × *Vimen*, × *Longifoliae*);
- 2) *Amigdalinae* (× *Helix*);
- 3) *Daphnella* (× *Helix* × *Vetrix*);
- 4) *Helix* (× *Daphnella*);
- 5) *Canae* (× *Vimen*, × *Amigdalinae*, × *Longifoliae*, × *Helix*).

В ряде комбинаций с участием *S. pentandra* L., *S. cardiophylla* Traut., *S. caprea* L., *S. acutifolia* Willd., *S. purpurea* L., *S. triandra* L., взятых в качестве материнских видов, скрещивания не удались.

При скрещиваниях на растущих деревьях и кустах, как правило, образуется больше гибридных семян, чем при скрещивании на срезанных ветвях в оранжеере.

Всхожесть гибридных семян довольно неоднородна: в одних случаях она очень низкая — от 1 (белая × длиннолистная) до 20% (белая × сахалинская, белая × козья), в других — более высокая. Больше жизнеспособных семян и проростков получено от скрещиваний на растущих экземплярах.

В первый год жизни гибриды выращивали в деревянных ящиках с торфо-перегнойной смесью, на второй год пересаживали в пикировочное отделение, а на третий — на опытный участок. В период вегетации за ними вели систематические наблюдения, определяли характер роста, развития, состояние, а также приживаемость растений. В конце года делали замеры высот и диаметров стволиков у корневой шейки с дальнейшей математической обработкой полученных данных. В качестве контроля брали оба исходных родительских вида или один из них. Выяснилось, что в большинстве случаев превышения размеров гибридов над контролем не наблюдается или же оно статистически недостоверно, за исключением четырех гибридов (остролистная × пурпурная и белая × сердцевиднолистная — достоверное превышение по диаметру, белая × ломкая и остролистная × козья — по высоте и диаметру стволика).

Обращает на себя внимание динамика интенсивности роста разных гибридов по годам. Во многих случаях в первые два года комбинации древесно-кустарниковых и кустарниковых ив опережают гибриды древесных видов по приросту стволиков в

высоту и по толщине. На третий год гибриды кустарниковых и древесно-кустарниковых видов, как правило, сравниваются с древесными.

Для выявления среди гибридов экземпляров, обладающих гетерозисом, мы отбирали наиболее сильнорослые и продуктивные сеянцы, которые могут стать ценным материалом для дальнейшей селекционной работы.

До настоящего времени не было сведений о форме кроны у гибридов, полученных от скрещивания видов и форм с раскидистой и плакучей кроной. Мы изучали ее у 2- и 3-летних растений в комбинации ломкая \times белая ф. плакучая, где наибольший процент составляют промежуточные формы, наименьший — плакучие.

В литературе очень мало сообщений о наследовании гибридными ивами первого поколения таких морфологических признаков родителей, как опушение листьев, размеры, форма, цвет почек, коры побегов и стволика, листовых пластинок, черешков.

Наши исследования показали, что у гибридов секций *Salix* \times *Salix*, *Salix* \times *Vimen*, *Helix Longifoliae* доминируют промежуточные морфологические признаки родителей; в комбинациях секций *Salix* \times *Urbanianae*, *Salix* \times *Longifoliae*, *Helix* \times *Daphnella* — промежуточные и материнские. Наследование отцовских признаков обнаружено в комбинации между видами секций *Daphnella* и *Helix*. У гибридов секций *Salix* \times *Vetrix*, *Daphnella* \times *Vetrix*, *Amigdalinae* \times *Helix*, *Canae* \times *Vimen*, *Canae* \times *Amigdalinae*, *Canae* \times *Longifoliae*, *Canae* \times *Helix* преобладают материнские признаки. Принадлежность родительских видов к тому или иному подроду, по нашим наблюдениям, не оказывает заметного влияния на формирование признаков гибридов первого поколения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Пятницкий С. С. Практикум по лесной селекции. М., Сельхозиздат, 1961.
 [2]. Скворцов А. К. Ивы СССР. М.—Л., «Наука», 1968. [3]. Скворцов А. К. Номенклатура и типификация подродов, секций и подсекций рода *Salix* L. в пределах флоры СССР. Новости систематики высших растений. М., 1968. [4]. Старова Н. В. Методика селекции и сортоиспытания тополей. Изд. 2-е, дополн. и перераб. Харьков, 1962. [5]. Сукачев В. Н. Из работ по селекции ивы.—В сб.: Селекция и интродукция быстрорастущих древесных пород. Л., Гослестехиздат, 1934. [6]. Сукачев В. Н. Работы по селекции ивы. М., «Лесное хозяйство», 1939. [7]. Сукачев В. Н. О некоторых новых засухоустойчивых ивах. — ДАН СССР, т. 84, 2. М., изд. АН СССР, 1952. [8]. Корескы F. Ergebnis der Pappel- und Weidezüchtung. — Erdsz. Kut., 65, 1, 1969.

УДК 634.0.232 : 632.11

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ 1972 г. НА СОСТОЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ЭКЗОТОВ НА МАРИУПОЛЬСКОЙ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ

И. И. СТАРЧЕНКО

Мариупольская ЛОС

Излагаются результаты фенологических наблюдений и изучения сезонного прироста экзотов за средий по метеорологическим условиям 1965 г., влажный 1966 г. и засушливый 1972 г. В наибольшей степени в 1972 г. пострадали маклюра оранжевая и тюльпанное дерево.

Крайне неблагоприятные условия лета 1972 г. привели к недобору урожая многих сельскохозяйственных культур. Представляет значительный интерес вопрос о влиянии экстремальных погодных условий на состояние древесной растительности, в частности, экзотов, произрастающих на Мариупольской лесной опытной станции в степной зоне Украины (Донецкая область). Здесь они были посажены в 1939—1940 гг. Состояние экзотов в 1972 г. рассматривается в сопоставлении с влажным 1966 г. и средним по метеорологическим условиям 1965 г.

Климат района расположения МарЛОС континентальный. По 49-летним наблюдениям местной метеорологической станции, среднее годовое количество осадков составляет 444 мм и колеблется от 221 до 812 мм, средняя годовая температура воздуха 7,9°, в январе — 6,2°, в июле 21,7°C. Относительная влажность воздуха в засушливое жаркое лето падает до 15%. Средняя годовая температура в засушливом 1972 г. была 8,7°, в январе — 13,8°, в июле 23,1°, в августе 24,6°C, годовое количество осадков 515 мм. Зима была малоснежной: в январе выпало 3,6 мм, в феврале 6 мм осадков.

Июль и особенно август были засушливыми. В июле, правда, выпало 109,7 мм осадков, но 93,9 мм из них пришлось на первую декаду июля. Во влажном 1966 г. средняя годовая температура воздуха равнялась 9,6°, в январе — 6,1°, в июле 19,9°C, годовое количество осадков 812 мм. Зима была снежной (в январе и феврале выпало 148,2 мм осадков), лето — влажным. Особенно много осадков (155,8 мм) выпало в июне. По метеорологическим показателям 1965 г., средняя годовая температура воздуха была 7,3°, в январе — 6,1°, в июле 20,8°C, годовое количество осадков 508 мм. Зима и лето были средними по количеству осадков, за исключением засушливого августа, когда выпало 9 мм осадков при температуре воздуха 20,4°C. За последние 49 лет такая суровая зима, как в 1972 г., была в 1942, 1950 и 1954 гг., такое же жаркое и сухое лето — в 1938 г.

Дендропарк начал создаваться в 1939 г., поэтому в его жизни 1972 г. был первым с таким жарким летом.

Визуальные фенологические наблюдения в дендропарке проводились за всеми древесными породами и кустарниками в обычном порядке. Мы коснемся лишь наиболее важных в интродукционном и лесохозяйственном отношениях. В статье использованы также многолетние наблюдения автора за сезонным приростом по окружности стволов с обмером их на высоте 1,3 м металлической миллиметровой рулеткой у 5 деревьев каждой породы через 5—10 дней.

Зима 1972 г. наиболее пагубно отразилась на айланте, мажлоре оранжевой, софоре японской, магонии падуболистной и в незначительной степени на орехе грецком, тюльпанном дереве и бархате амурском. У мажлоры в смешанной культуре с дубом черешчатым и кустарниками отмерзла вся надземная часть, в смешанной культуре с одними кустарниками живая надземная часть сохранилась только у 3 деревьев (3%), но и у них в кроне живыми оказались лишь несколько веток. В чистой культуре у некоторых деревьев, преимущественно тонкомерных, в разной степени пострадали лишь побеги 1971 г., в большинстве случаев повреждены их вершины. Столь катастрофическое повреждение мажлоры в смешанных культурах по сравнению с чистой вызвано влиянием дуба, обрекавшего ее на световое голодание, и кустарников,

Таблица 1

Порода	Год	Листораспускание		Пожелтение листьев		Продолжительность вегетационного периода, дн.	Морозостойкость	Засухоустойчивость
		Начало	Конец	Начало	Конец			
Бархат амурский	1965	16/V	28/V	15/VIII	20/IX	132	1,2	1,3
	1966	25/IV	15/V	20/VIII	16/IX	147		
	1972	28/IV	15/V	25/VII	25/VIII	121		
Бундук канадский	1965	24/V	10/VI	10/VIII	15/IX	119	1	1,3
	1966	8/V	1/VI	13/VIII	30/IX	134		
	1972	10/V	25/V	20/VII	25/VIII	110		
Виргиния желтая	1965	14/V	5/VI	15/VIII	10/X	154	1	1
	1966	20/IV	15/V	25/VIII	10/X	176		
	1972	25/IV	20/V	7/VIII	28/VIII	130		
Клен серебристый	1965	12/V	29/V	10/IX	15/X	161	1	1
	1966	21/IV	15/V	21/IX	20/X	185		
	1972	17/IV	10/V	11/VIII	20/IX	159		
Липа крымская	1965	12/V	28/V	15/VIII	20/IX	136	1	1,3
	1966	1/V	15/V	20/VIII	1/X	158		
	1972	24/IV	10/V	5/VIII	10/IX	144		
Лиственница европейская	1965	24/IV	12/V	10/IX	5/X	170	1	1
	1966	5/IV	20/IV	21/IX	10/X	190		
	1972	12/IV	21/IV	15/VIII	20/IX	165		
Орех грецкий	1965	14/V	1/VI	25/VIII	15/X	159	2,3	1
	1966	5/V	22/V	1/IX	10/X	162		
	1972	26/IV	15/V	11/VIII	19/IX	152		
Орех черный	1965	14/V	3/VI	5/IX	10/X	154	1	1
	1966	7/V	22/V	1/IX	10/X	159		
	1972	29/IV	20/V	31/VII	15/IX	143		
Рябина садовая	1965	10/V	29/V	1/X	25/X	173	1	1
	1966	5/V	22/V	14/IX	25/X	178		
	1972	28/IV	15/V	10/IX	8/X	166		

иссушавших почву. В силу этих причин в смешанных посадках, особенно с дубом, она была значительно тоньше и ниже, характеризовалась пониженной жизнеспособностью. В 1972 г. облиствение в чистой культуре происходило нормально, в смешанной культуре облиствение сохранившихся мажор началось очень поздно (в конце июня) и протекало очень медленно. Листья были мелкие, с желтым оттенком. В 1973 г. стала появляться поросль, листья на стволах.

У магонии также отмерзла вся надземная часть. У айланты и софоры пострадали не только годовичные побеги, но и более, старые ветки, у ореха грецкого и тюльпанного дерева — побеги последнего года в разной степени (от вершинок до половины). У бархата амурского повреждены почки и вершины побегов у части деревьев. По сравнению со средней степенью морозостойкости пород, установленной по данным многолетних наблюдений, только у мажоры в смешанных культурах и у магонии повреждения от зимних морозов в 1972 г. значительны, повреждения остальных пород находятся в пределах нормы. У мажоры они в значительной мере обусловлены ослабленной жизнедеятельностью вследствие водного и светового голодания. Только у магонии они вызваны собственно зимними условиями — большими морозами при недостаточной защите снегом; в 1973 г. она вегетировала нормально.

Рассмотрим в связи с этим вопросом динамику листораспускания и пожелтения листьев у некоторых экзотов (табл. 1).

Шкала морозостойкости и засухоустойчивости была опубликована ранее [1], [2].

Из таблицы следует, что как в благоприятном в климатическом отношении 1966 г., так и в неблагоприятном 1972 г. вегетационный период начался раньше, чем в 1965 г. со средними метеорологическими условиями, но холодным апрелем. Наиболее продолжительным вегетационный период был в 1966 г., наименее — в 1972 г.

Из американских древесных пород наиболее короткий вегетационный период у бундука канадского. В наибольшей степени (на 16%) по сравнению с 1965 г. вегетационный период сократился у виргилии желтой. У бундука канадского он уменьшился на 8%, у ореха черного на 7%, у ореха грецкого — на 4,5%. У липы крымской, наоборот, он увеличился на 6%, но по сравнению с 1966 г. сократился на 9%.

Данные о сезонном приросте стволов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Порода	Сезонный прирост по окружности стволов, %		
	1965 г.	1966 г.	1972 г.
Бундук канадский	4,5	4,9	1,7
Дуб красный	6,6	8,7	2,0
Липа крымская	4,6	4,8	1,7
Мажора оранжевая	3,5	5,8	2,5
Орех грецкий	2,8	3,3	0,64
Орех черный	2,8	3,8	1,1
Рябина садовая	2,9	5,2	1,8
Тюльпанное дерево	5,2	7,1	0,4

Из таблицы следует, что в 1966 г. прирост увеличился, а в 1972 г. уменьшился, причем в наибольшей степени у ореха грецкого и тюльпанного дерева.

Весной 1973 г. из 8 деревьев этой группы не облиствилось 5, к середине лета погибло еще одно тюльпанное дерево. Усыхание этой интересной древесной породы было вызвано разрастанием травянистой растительности, борьба с которой за последние годы была ослаблена, а в 1973 г. прекращена.

При анализе влияния засухи 1972 г. на экзоты следует иметь в виду, что и в два предшествующих года лето было также сухим, что видно из сопоставления количества осадков за период июнь—август: 1970 г. — 37,2 мм; 1971 г. — 103,2 мм и 1972 г. — 117 мм.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гриценко И. Ф. Результаты испытания древесных пород. — «Лес и степь», 1949, № 8. [2]. Старченко И. И. Дендрарий Мариупольской ЛОС. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1968, № 4.

УДК 634.0.237

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

Ф. И. ВОЛКОВ

Владимировская АЛОС УкрНИИЛХА

Показаны рост и долговечность пород при разном увлажнении фильтрационными водами из каналов. Лучшие условия для роста и долговечности пород создаются при систематическом рассчитанном увлажнении. Вдоль каналов, в местах сильной или слабой фильтрации вод, древесные породы растут слабее и менее долговечно, чем в местах, оптимальных по увлажнению.

В период с 1968 г. по 1972 г. мы обследовали орошаемые насаждения в Запорожской, Херсонской и Крымской областях. Специально орошением во всех трех областях почти никто не занимается. За орошаемые были приняты те лесные участки, которые находятся возле каналов или других водоемов и получают дополнительную влагу за счет фильтрации. Обследован ряд насаждений вдоль Северо-Крымского магистрального канала (СКК) и его ответвлений в Херсонской и Крымской областях, а также ряд полос вдоль каналов орошения артезианскими водами. В большинстве приканальные насаждения состоят из таких пород, как тополя, ивы, белая акация, вяз мелколистный, лох узколистный, гледичия и др. В зависимости от подтопления фильтрационными водами лесорастительные условия вдоль каналов можно разделить на три группы: избыточного, оптимального, недостаточного увлажнения. Приводим описание некоторых из них.

Пониженный участок вдоль СКК недалеко от г. Джанкоя. Канал проходит в высокой насыпи, поэтому в месте древесных посадок наблюдается сильная фильтрация вод. В самом пониженном участке во время нашего осмотра (11 августа 1971 г.) вода стояла на поверхности почвы. По краям образовавшегося водоема густые заросли пегушьего проса (*Shinochlora crusgalli* L.). На участке первоначально были высажены отдельными рядами и смешением в ряду тамариксы, ива длиннолистная, тополя, вяз мелколистный, акация белая и др. К моменту обследования от избыточного увлажнения большинство пород погибло. Местами сохранилась только ива длиннолистная. Деревца усохли в 4—5-летнем возрасте.

Участок у моста на окраине г. Джанкоя. Канал проходит в полунасыпи. Увлажнение оптимальное. На непеременных грунтах высажены различные гибридные тополя (И-214, алжирский, Сакрау и др.), а также тополь белый, Болле, различные ивы и тамариксы. В четыре года лучшие тополя гибрида И-214 имели высоту 6 м, диаметр — 10 см, остальные тополя — высоту 4—5 м, диаметр — 4—7 см. Раст и состояние всех пород хорошие.

Канал проходит в глубокой выемке. Участок недостаточного увлажнения в 2 км от описанного. Высажены чистыми рядами акация белая и лох узколистный с размещением посадочных мест — 3×1 м. В четыре года акация имеет высоту 1,5—2,0 м, диаметр — 1—2 см. Обе породы характеризуются ослабленным ростом и плохим состоянием.

Первые посадки вдоль СКК заложены весной 1961 г. По мере строительства канала увеличивается и длина защитных полос. За 12-летний период испробованы различные приемы подготовки почвы, породы, схемы смешения и размещения. Наибольшее распространение в посадках вдоль канала получили такие породы, как тополя (черный пирамидальный, Болле, канадский и разные его гибриды), акация белая, вяз мелколистный, лох узколистный. В лучших условиях 12-летние тополя достигли высоты 14—16 м, диаметра 14—16 см, акация белая соответственно 12 м и 10 см; вяз мелколистный — 12 м и 13 см.

Рассмотрим более старые лесопосадки по различным хозяйственным распределениям, с орошением из скважин.

Совхоз «Искра», село Сливянка Нижнегорского района Крымской области. Тополь евроамериканский высажен по мокрому откосу оросителя для укрепления его дна и стенок. Посадка в два ряда, ширина между ними 1,5 м, в ряду — 4 м. В 20 лет высота тополя — 20 м, диаметр — 25 см.

Совхоз «Приморье», село Изобильное Нижнегорского района. Великовозрастный участок из тополя евроамериканского с примесью тополя белого. Деревья высажены по сухому откосу оросителя. Размещение посадочных мест — 3×5 м. В возрасте 40 лет высота деревьев — 25 м, диаметр — 50 см. Кроме топей, здесь изредка встречались: гледичия (в 50 лет высота — 20 м, диаметр — 25 см), ива ломкая (в 40 лет высота — 10 м, диаметр — 40 см), орех грецкий (в 40 лет высота — 12 м, диаметр — 40 см).

Примером длительного и систематического орошения древесного насаждения является парк «Аскания-Нова», находящийся в центральной части засушливого левобережного Нижнеднепровья (Чаплынский район Херсонской области). Среднегодовая температура воздуха +9,5°, средняя температура июля +23,4°, января —3,6°С. Осадков выпадает 360 мм, или 34% от годовой величины испарения с водной поверхности. В летние месяцы осадки составляют всего 14—18% от испаряемости. Сумма температур за вегетационный период (апрель—сентябрь) более 3500°. Парк заложен в целинной степи на переходе от южных черноземов к каштановым почвам. Начало работ по закладке парка относится к 1887 г. В настоящее время преобладающей породой в парке является ясень (66%), дуб составляет 10%, акация белая — 7%, сосна — 4%, можжевельник — 2%, гледичия — 1%, тополя — 1%. Более или менее регулярный полив в парке начат с 1890 г. и проводится на площади до 15 га. Грунтовые воды имеют слабую минерализацию (до 5 г/л). Солевые аккумуляции почвогрунтов состоят в основном из сульфатов кальция и магния со значительным участием сульфата натрия и в парке залегают гораздо глубже, чем в рядом расположенных степных почвах (250—300 см — в парке и 150—200 см — в поле). Основные трудности создания орошаемых насаждений в степи заключаются в угрозе вторичного засоления почв. Но грунтовые воды парка слабо минерализованы и находятся на большой глубине, поэтому при соблюдении более или менее правильного режима орошения опасность вторичного засоления маловероятна. До настоящего времени орошение парка создает благоприятные условия для роста и развития древесных пород. Деревья в парке гораздо больших размеров, чем в окружающих аридных условиях. Так, в неполивных полезащитных лесных полосах и других насаждениях соседнего Ново-Троицкого района наибольшие размеры деревьев составили: у акации белой в 40 лет высота 8 м и диаметр 25 см; у вяза обыкновенного в 40 лет соответственно 8 м и 30 см; у гледичии в 50 лет — 9 м и 30 см. Другие породы имели меньшие возраст и размеры. В понижениях с близким залеганием грунтовых вод (дополнительное увлажнение) обычно сохраняются лишь тополя.

Наиболее старые деревья парка «Аскания-Нова», произрастающие чаще всего в куртинах, по состоянию на май 1971 г. имели такие показатели:

	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см
Гледичия обыкновенная	84	28,1	57,5
Бундук двудомный	80	26,1	42,0
Акация белая	84	22,2	26,1
Софора японская	84	25,0	60,0
Ясень обыкновенный	84	23,0	42,0
Ясень остроплодный	84	24,0	38,0
Ясень пенсильванский	84	18,0	30,0
Дуб скальный	84	12,5	30,2
Дуб пушистый	84	12,1	14,0
Дуб черешчатый	84	27,1	75,0
Береза бородавчатая	72	17,3	34,5
Ольха черная	84	19,3	33,0
Орех черный	84	25,0	45,0
Орех грецкий	84	16,0	55,0
Клен полевой	62	15,9	31,0
Клен ясенелистный	84	18,4	27,5
Клен татарский	67	10,2	20,5
Биота восточная	84	15,0	27,0
Можжевельник обыкновенный	58	13,6	13,5
Можжевельник виргинский	84	15,1	12,0
Лох узколистный	84	10,0	25,0
Шелковица белая	84	15,0	27,0
Шелковица черная	84	17,0	30,0
Каштан обыкновенный	80	15,0	23,0
Пихта сибирская	78	19,0	28,0
Пихта кавказская	78	19,0	38,0
Пихта греческая	78	17,0	24,0
Ель обыкновенная	78	25,0	49,0

	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см
Ель сибирская	78	27,0	39,0
Ель колючая	78	15,0	24,0
Ель серебристая	78	23,0	34,0
Сосна горная	71	7,0	25,0
Сосна черная	71	23,0	43,0
Сосна крымская	71	22,0	44,0
Сосна обыкновенная	71	19,5	32,0
Лжетсуга сизая	71	16,0	36,0
Абрикос обыкновенный	84	8,5	21,0
Айва обыкновенная	60	7,0	10,0
Яблоня лесная	84	18,2	21,0
Антипка	75	16,5	31,0
Слива домашняя	75	12,5	20,0
Платан восточный	84	17,5	61,0
Ива белая	74	12,0	14,0
Тополь белый	77	25,5	40,0
Тополь сереющий	84	29,0	120,0
Тополь черный	84	28,0	49,0
Тополь бальзамический	82	27,0	42,0
Тополь пирамидальный	72	18,2	32,0
Вяз листоватый (карагач)	75	12,0	17,0
Вяз гладкий	77	24,0	65,0
Вяз шершавый	77	21,0	40,0
Каркас западный	84	20,0	40,0
Липа мелколистная	80	15,2	18,5
Липа крупнолистная	78	25,0	35,0
Липа войлочная	84	27,2	43,0
Смородина золотистая	66	1,8	—
Тамарикс ветвистый	78	6,5	—
Айлант	37	13,0	18,0

Из приведенных данных можно видеть, что, благодаря орошению, указанные породы более долговечны и имеют большие размеры по сравнению с экземплярами, растущими в таких же климатических условиях, но без полива, когда высота деревьев не превышает 10—12 м, а возраст — 30—40 лет.

По данным Х. З. Губайдулина [2], в орошаемых условиях Средней Азии тополь — самая распространенная порода. Все виды тополей устойчивы и сравнительно долговечны. Тополи Бахофена, Боле, черный и черный пирамидальный в возрасте 60—80 лет достигают высоты 25—35 м и диаметра 80—150 см. По нашим данным [1], некоторые деревья платана восточного в городских озеленительных орошаемых насаждениях Средней Азии живут 80—100 лет, а продуктивность лучших тополиевых насаждений 7-летнего возраста достигает 200 м³/га.

Сравнивая рост и состояние древесных пород в орошаемых и аридных условиях, можно сделать следующие выводы.

1. При постоянном орошении большинство древесных пород довольно долго и успешно произрастают в условиях сухой степи юга Украины.

2. В старых посадках вдоль каналов больше всего тополей. На СКК и его ответвлениях преобладают тополя, акация белая и вяз мелколистный.

3. Вдоль каналов в зависимости от рельефа создаются разные по увлажнению лесорастительные условия (от мокрых до сухих), вызывающие разный рост и долговечность приканальных насаждений. Здесь бесспорны преимущества систематического полива по сравнению с расчетом на использование фильтрационных вод.

При создании необходимого дренажа для борьбы с возможным подтоплением и вторичным засолением, при поддержании в почве достаточной влажности лесные насаждения в степных орошаемых условиях растут быстро, долговечны и жизнеустойчивы, имеют высокую сохранность и производительность.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Волков Ф. И. З досвіду створення зрошуваних деревних насаджень у Східній Азії. — «Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість», 1972, № 3. [2]. Губайдулин Х. З. Орошаемое лесоразведение. Сельхозгиз, 1961.

УДК 631.541

ГИСТОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕСТ СРАСТАНИЯ ПРИВИВОК ДУБА

В. К. ШИРНИН, Н. Е. КОСИЧЕНКО, Ю. П. ЕФИМОВ
ЦНИИЛГиС

Изучение динамики локализации и расходования запасных питательных и физиологически активных веществ, а также анатомического строения мест срастания весенних и летних прививок дуба показало, что весной наиболее целесообразно совмещение камбия привоя с древесиной подвоя, а летом — камбия привоя с камбием (корой) подвоя.

Создание клоновых семенных плантаций дуба связано с разработкой оптимальной технологии прививок, обеспечивающей высокую приживаемость черенков и хороший рост привоев. В оценке преимуществ различных способов и технологических приемов прививок большое значение может иметь изучение методами анатомии и гистохимии мест срастания привоя и подвоя, позволяющее проследить динамику запасных и физиологически активных веществ в тканях прививаемых компонентов и ход их срастания в зависимости от различных факторов. Исследования в этом направлении немногочисленны и касаются лишь некоторых общих вопросов процесса срастания [2], [6].

Мы изучали прививки дуба черешчатого, выполненные различными способами в Учебно-опытном лесхозе Воронежского лесотехнического института. Весной прививки выполняли черенками зимней заготовки в период активного роста побегов подвоя (май), летом (июль) — зелеными черенками, заготовленными непосредственно перед работой. Черенки нарезали с одного и того же дерева. Подвоем являлась ранняя разновидность дуба черешчатого, привоем — поздняя. Производили по 20—25 прививок на одном подвое, на боковых ветвях кроны 8—9-летних дубков способом в мешок. При этом часть прививок выполняли с расположением черенков в мешке камбием (зачищенной частью) к древесине пенька подвоя [8], часть — камбием к камбию (коре) подвоя. Место прививки обвязывали изолентой и дополнительно обмазывали пластилином. Половину привоев изолировали пакетами из полиэтиленовой пленки [1], остальные оставляли незаизолированными. Материал для исследования брали накануне производства прививок, затем в течение первого месяца их жизни с интервалом в 5 дней, во второй месяц — 10 и в последующий период — 15 дней до конца сентября.

На санном микротоме из свежего материала готовили поперечные и продольные микросрезы, на которых проводили гистохимические исследования [3], [4], [7]: определяли локализацию крахмала, растворимых углеводов, жиров, белков и гетероауксина.

Исследованиями установлено, что в образовании промежуточной паренхимной ткани (каллуса) принимают участие клетки камбия и лубо-древесинных лучей как подвоя, так и привоя, при этом роль подвоя преобладает. Как оказалось, характер срастания привоя с подвоем при весенних и летних прививках неодинаков [5]. Весной при образовании мешка на древесине подвоя остается значительная часть клеток камбия, способных к делению. Кроме того, активное участие в срастании в это время принимают как широкие, так и узкие древесинные лучи подвоя. В связи с этим при весенних прививках в срастании может одновременно принимать участие древесина и луб подвоя.

При летних прививках на поздней древесине подвоя остатков камбия почти не наблюдается, а меристематическая деятельность древесинных лучей проявляется слабо, каллус образует главным образом широкие лучи. Это значительно затрудняет срастание привоя с древесиной подвоя.

Срастание прививочных компонентов в первые 10—20 дней связано с расходом запасных питательных веществ подвоя и привоя. У весенних прививок подвой первым начинает расходовать крахмал. Снижение количества крахмала в паренхимных тканях подвоя наблюдается с первых дней жизни прививок, а в привое только на 3—5-й день. С уменьшением содержания крахмала в запасяющих тканях связано накопление гетероауксина и растворимых углеводов в камбиальной зоне привоя. На десятый день у подвоя крахмал расходуется полностью, а в привое наполовину. К этому времени становится отчетливым различие в гистохимическом распределении

запасных и ростовых веществ в прививках, выполненных различными способами. У весенних прививок камбием к древесине наблюдается широкая зона с высоким содержанием гетероауксина и растворимых углеводов с обеих сторон черенка, где сосредоточены камбиальные зоны привоя и подвоя.

Поворот камбиальной зоны черенка к активно делящимся клеткам древесинных лучей и остаткам камбия подвоя способствует быстрому установлению первичного (паренхиматического) контакта и срастанию прививочных компонентов. Ткани привоя, быстро разрастаясь по щели мешка, соединяются с каллусом, лубом и древесиной подвоя, поэтому приживаемость весенних прививок в мешок камбием к древесине на 10—20% выше.

На 20—25-й день, когда наблюдается усиленный рост прививки, крахмал полностью исчезает и в привое. К этому времени каллус утрачивает проводящую и приобретает запасную функцию. В нем, как и в других запасных тканях, появляется крахмал, содержание которого достигает максимума в середине сентября. Одновременно с этим понижается содержание гетероауксина, растворимых углеводов и появляются жиры.

Срастание компонентов летних прививок происходит в более жестких погодных условиях и при более низкой активности тканей. Исследования показали, что успешность прививок в это время зависит от скорости образования постоянной проводящей системы между привоем и подвоем. В этих условиях важен надежный контакт привоя с подвоем до момента полного расхода запасных питательных веществ черенка. При летних прививках камбием к камбию, благодаря одинаковой ориентации компонентов прививки и совместному отложению постоянных проводящих тканей, надежный контакт привоя с подвоем устанавливается быстрее, чем в случае прививки камбием к древесине. В связи с этим у летних прививок камбием к камбию крахмал из тканей привоя в момент срастания расходуется на 2—3 дня раньше, а также раньше начинается его отложение в запас. Интенсивность деления клеток совмещенных камбиальных зон у прививок камбием к камбию, а также концентрация гетероауксина и растворимых углеводов выше, чем у прививок камбием к древесине. Приживаемость летних прививок дуба оказывается на 10—25% выше в том случае, когда камбий привоя совмещен с камбием подвоя.

Исходя из сказанного, можно рекомендовать весной производить прививки дуба в мешок камбием к древесине, а летом — камбием к камбию.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Белоус В. И. Опыты по прививкам дуба. — Республиканский межведомственный научный сб. «Лесоводство и агролесомелиорация», вып. 9. Харьков, 1967. [2]. Белоус В. И. Срастание прививок дуба. — В сб.: Лесоводство и агролесомелиорация, вып. 23. Лесная генетика и селекция. Киев, «Урожай», 1970. [3]. Джапаридзе Л. И. Практикум по микроскопической химии растений. М., «Советская наука», 1953. [4]. Дженсен У. Ботаническая гистохимия. М., «Мир», 1965. [5]. Косиченко Н. Е., Ширнин В. К. Анатомия мест срастания прививок дуба, выполненных различными способами. — В сб.: Генетика, селекция и интродукция лесных пород, вып. 1. Воронеж, 1974. [6]. Котов М. М. Срастание прививочных компонентов дуба (калусно-почковые побеги). — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1967, № 4. [7]. Паламарчук И. А., Веселова Т. Д. Изучение растительной клетки. М., «Просвещение», 1969. [8]. Сидорченко Б. М. Прививки дуба. — «Лесное хозяйство», 1949, № 7.

ЗА РУБЕЖОМ

УДК 634.0.6(94)

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО АВСТРАЛИИ *

Ю. В. СИНАДСКИЙ

Главный ботанический сад АН СССР

Лесная площадь Австралии составляет 204,8 млн. га, то есть более $\frac{1}{4}$ земельной поверхности австралийского континента. На большей части этой покрытой лесом площади насаждения низкобонитетны, представлены рединами и мало доступны для промышленного пользования. Тем не менее, они играют важную роль в защите водоемов, почвы, скота, пчел и служат для местного хозяйственного пользования. Доступные леса, составляющие основную экономическую статью дохода, занимают около 12 млн. га, или 1,5% общей земельной поверхности. Насаждения представлены лиственными и хвойными породами. Лиственные преобладают на 97% всех лесных площадей Австралии. На 95% леса состоят из эвкалиптов, которых насчитывается около 600 видов. Лучше всего эвкалипты развиваются во влажных районах (Восточное побережье, плоскогорья южной части Квинсленда, Нового Южного Уэльса, Виктории, Тасмании и юго-западных районах). Наиболее важные виды в этих лесах: эвкалипт черноземельный (*Eucalyptus pilularis*), разноцветный — карри (*E. diversicolor*), сальный (*E. microcorys*), влаголюбивый (*E. grandis*), смолоносный (*E. resinifera*), альпийский (*E. delegatensis*), горный (*E. regnans*), неравносторонний (*E. obliqua*), синий (*E. bicostata*) и др.

По высоте и величественности горный эвкалипт в Виктории и на острове Тасмания, а также разноцветный и окаймленный в Западной Австралии не имеют себе равных среди лиственных пород деревьев всего мира; лишь несколько хвойных пород, произрастающих на западе Северной Америки, имеют большую величину.

В прибрежных лесах вдоль большинства внутренних рек Австралии и на часто затопляемых прилегающих равнинах основным видом является речной красный эвкалипт. В засушливых районах (осадков 250—500 мм) растет эвкалипт малли, имеющий карликовые многостольные деревья. Надземные стволы этого эвкалипта развиваются из больших древесных наростов, образующихся ниже поверхности почвы. В этих же районах вместе с эвкалиптом малли произрастают акации: гиджи, майалла, малга, ярран и сандаловое дерево.

В восточных районах страны с большим количеством осадков встречаются влажные леса, или джунгли. Они занимают 800 тыс. га и представлены двумя типами: тропическим и субтропическим влажным лесом и умеренно влажным. Среди древесных пород первого типа (Новый Южный Уэльс и Квинсленд) следует указать на квинслендский клен, квинслендский орех, шелковый дуб, черную катальпу, красный кедр и каучуковое дерево (*Ceratopetalum apetalum*). В субтропическом влажном лесу Квинсленда произрастают тюльпанный дуб, крабовая яблоня (*Schizomeria ovata*) и белый «бук» (*Gmelina leichnardtii*), из хвойных — сосна Каури, араукария и сосна бунья. На 1 акре (0,4 га) тропического влажного леса может встретиться не менее тридцати разных видов деревьев.

Умеренные влажные леса произрастают в южных районах Виктории и Западных районах Тасмании. Из лиственных здесь встречаются вечнозеленый миртовый бук, южный сассаfras и черное дерево, а из хвойных — сосна сельдерейная, сосна Хуон и сосна король Уильям. В южных районах Квинсленда и Нового Южного Уэльса с большим количеством осадков в сообществе с эвкалиптами растут скипидарное дерево (*Syncarpia glomulifera*), используемое для портовых свай, вечнозеленый брисбанский самшит, применяемый в качестве строительного материала для палуб и конструкций.

Кипарис атласский, или белый каллитрис, относящийся к хвойным породам, широко распространен по всей Австралии. Деревья кипариса атласского небольшой высоты, но древесина их прочная и термитоустойчивая. Она используется для пиловочника, свай и столбов. Большая часть площади, ранее занимаемая кипарисом атласским, очищена для выращивания пшеницы и под пастбища.

* В 1972 г. автор находился в научной командировке в Австралии. Ему представилась возможность посетить Институт лесных исследований и факультет лесоводства Австралийского университета в г. Канберре.

В связи с тем, что в Австралии не хватает мягкой древесины, в последние годы большое внимание уделяется созданию плантаций хвойных пород. Самые обширные промышленные насаждения хвойных пород заложены в районах южных штатов. Здесь быстро растет величественная сосна, родиной которой является Калифорния, приморская сосна из Южной Европы и африканская махагония. Наибольшие площади заняты величественной сосной (673 900 из 978 400 акров). Эти виды сосны дают древесину, пригодную для лесопиления, производства бумаги и дресностружечных плит. В районах восточного побережья с летними осадками для закладки плантаций используют сосну лопастную, карибскую и полураскидистую (США, Мексика и острова Карибского моря). Средний прирост насаждений этих экзотических сосен почти в десять раз больше, чем у местных пород.

При закладке плантаций сосновые сеянцы, выращенные в местных питомниках, высаживают вручную или механизированным способом, плотность посадки от 600 до 700 деревьев на 1 акр. Обычно приживается 90—95% саженцев. Вырубаемые при прореживаниях деревья продаются. Прореживание проводят не менее трех раз. Очень раннее прореживание проводят в целях удаления уродливых испорченных стволов, которые срубают вместе с вершиной, используемой для новогодних елок. После нескольких прореживаний оставшимся лучшим 75—120 деревьям на 1 акре дают расти до 40—50 лет и более. После окончательной валки деревьев лесосечные отходы сжигают или уничтожают другими путями и закладывают новые плантации. В качестве противопожарной меры на плантациях обрезают деревья на высоте 240 см от земли.

Цель государственных лесных служб Австралии — расширение лесных насаждений до 30 тыс. га в год, чтобы к 2000 г. ресурсы мягкой древесины довести до 1200 тыс. га. Всего в Австралии эксплуатируется 136 148 га продуцирующих лесов.

Многие леса Австралии выполняют функции заповедников, где запрещена охота. С учетом национальных парков, лесов по бассейнам рек общая площадь всех заповедников составляет 15401 га. Значительная часть резервированных площадей находится в недоступных горных районах. Многие насаждения сейчас не представляют промышленной ценности.

Большая часть лесной площади Австралии находится под контролем лесных служб и земельных ведомств (10 млн. га). Менее половины лесов принадлежит частным владельцам или компаниям.

Лесистые районы Австралии разделены на лесные районы и подрайоны, находящиеся под контролем профессиональных работников лесных служб. Районный лесничий ответствен за тысячи гектаров леса. В его функции входят создание лесных культур и уход за ними, защита лесов от пожара, вредителей и болезней. В дополнение к районным административным единицам службы леса имеют специализированные участки, которые координируют борьбу с пожарами; они ведут научно-исследовательскую работу, продажу леса между районами.

В отношении ведения лесного хозяйства каждый штат Австралии независим. Правительство страны несет конституционные обязанности относительно торговли, таможенной службы, акцизного сбора и карантинной службы растений. В 1964 г. создан Совет лесного хозяйства Австралии. Его основная функция — определение направления ведения лесного хозяйства Австралии и составление рекомендаций для него. Совет является консультативным и координирующим органом. Действия, совершаемые в результате его рекомендаций, являются делом правительства.

Лесным хозяйством Австралии руководят Управление лесного хозяйства Австралии и Министерство внутренних дел. Управление занимается научно-исследовательской работой в области лесного хозяйства и вопросами обучения, исследованьем лесных запасов и составлением рекомендаций для правительства по вопросам лесного хозяйства. Административным органом является Департамент Национального развития.

Научные исследования в области лесного хозяйства проводятся и координируются в научно-исследовательском институте лесных исследований. Здесь решаются следующие проблемы: факторы, влияющие на рост дерева, селекция древесных пород, интродукция экзотических видов, питание древесных пород, лесная энтомология и патология, защита леса от пожаров, уход за бассейнами рек, измерение леса, лесоуправление и экономика лесного хозяйства, азотаксация, биометрия и лесное семеноводство. Институт расположен в столице — г. Канберре — и имеет региональные лесные опытные станции и филиал Северных территорий.

Лесное хозяйство в штатах ведут соответствующие руководящие органы этих штатов, но они не контролируют ведение лесного хозяйства в частных лесах. В каждом штате имеется отдел или комиссия по контролю за деятельностью работников лесного хозяйства штата и руководящую ею.

По данным на 30 июня 1970 г., в Управлениях лесного хозяйства и лесной промышленности штатов Австралии на территории федеральной столицы и Северной территории было занято 9127 человек. Рабочая сила, занятая в лесном хозяйстве, составляет около 0,3%.

Одна из основных проблем, стоящих перед лесным хозяйством Австралии, — защита лесов от пожаров. Если площадь, пригодная к эксплуатации леса, составляет

25,6 млн. га, то хорошая защита от пожаров обеспечивается службами леса на 9,3 млн. га. Частные леса на площади 6 млн. га защищаются добровольными пожарными организациями или обществами по защите от пожаров.

По проблемам пожаров в научном и практическом плане разрабатываются следующие вопросы: исследование режима пожара и взаимосвязанные с ним топливные и метеорологические условия; использование химических мер защиты в целях тушения пожара; моделирование защитной одежды и приспособлений в помощь пожарникам; разработка эффективного пожарного оборудования, методик тушения пожара с воздуха и приборов для инфракрасного воспроизведения изображения.

Изучение причин возникновения пожаров в Австралии показывает, что приблизительно 90% всех пожаров обусловлено вмешательством человека; из них по крайней мере 80% может быть предотвращено. Сжигание порубочных остатков и трав обуславливает 30% всех пожаров. Молниями в Австралии вызывается около 10% пожаров.

Из древесных пород наиболее устойчивы к пожарам эвкалипты, которые редко погибают от огня. Однако ослабленные деревья заселяются термитами и патогенными организмами.

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

УДК 634.0.165.6

ПО ПОВОДУ СТАТЬИ «О ПРЕПОДАВАНИИ ГЕНЕТИКИ
И СЕЛЕКЦИИ В ЛЕСНЫХ ВУЗАХ»*

Среди производительных сил природы лесам принадлежит одно из первых мест. В числе задач десятой пятилетки, намеченных XXV съездом КПСС, «Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы» указывают: «В лесном хозяйстве обеспечить повышение продуктивности лесов, получение большего количества товарной древесины с каждого гектара лесной площади...» В решении этой задачи огромное значение и перспективу имеет перевод лесоводства на селекционно-генетическую основу. В последние годы в нашем лесном хозяйстве этому вопросу уделяется значительное внимание: организовано Всесоюзное научно-производственное объединение селекции древесных пород — «Союзлесселекция» с Центральным научно-исследовательским институтом лесной генетики и селекции (г. Воронеж) и сетью лесных питомников по выращиванию сортового селекционного посадочного материала; организованы спецсемлесхозы; установлены задания и начата закладка лесосеменных плантаций для получения генетически улучшенных (сортовых) семян; проведены большие работы по выявлению и отбору в лесах исходных генетических фондов и ряд других важных мероприятий. Улучшение лесов на селекционно-генетической основе распространяется также на отбор деревьев, оставляемых для естественного обсеменения вырубок; на рубки ухода за лесом, ежегодно производимые на огромной площади; на введение новых пород для улучшения качественного состава лесов. Все эти мероприятия в дальнейшем будут интенсивно развиваться и расширяться.

Совершенно очевидно, что для успешного осуществления этих задач нужны кадры лесоводов, имеющие необходимые знания в области общей и лесной генетики, селекции и семеноводства. Вполне закономерно поэтому, что Всесоюзное совещание по селекции древесных пород в Риге в 1974 г., открывшееся докладом Председателя Государственного комитета лесного хозяйства Совета Министров СССР Г. И. Воробьева «Состояние и перспективы развития лесной генетики, селекции, семеноводства и интродукции в СССР», в своем решении отметило, что в целях успешного развития научных исследований в данной области и эффективного внедрения полученных результатов в производство необходимо, в частности, «...организовать курсы повышения квалификации специалистов по лесной селекции и семеноводству; ходатайствовать перед Министерством высшего и среднего специального образования об открытии специализации «Лесная селекция и семеноводство» в высших учебных заведениях»**.

Гослесхоз СССР обращался с письмом в МВ и ССО СССР с ходатайством о внесении коррективов в учебный план по специальности 1512 (лесное хозяйство), в целях улучшения подготовки кадров по лесной генетике, селекции и семеноводству.

В свете сказанного вызывает беспокойство то положение с преподаванием генетики и селекции в лесных вузах, которое охарактеризовано в статье М. М. Вересина, П. И. Войчала и С. И. Машкина. Даже на первом этапе преподавания этих дисциплин, с конца 1940-х до середины 1950-х гг., когда методы лесной селекции были разработаны несравненно слабее, чем сейчас, а практические мероприятия по их внедрению в производство были ограничены, положение этой дисциплины в лесных вузах было лучше: на III курсе читался значительный по объему лекционный курс и проводился практикум, с экзаменом и зачетом по ним; были созданы условия для развития опытных работ по селекции в учебных хозяйствах; организованы в Московском и Воронежском лесотехнических институтах кафедры лесной генетики и селекции. Сравнивая это положение с существующим ныне, приходится констатировать, что Учебно-методическое управление по вузам МВ и ССО СССР не уделяет должного внимания преподаванию генетики в лесных вузах. Такое положение не отвечает современным запросам лесного производства, как не соответствует оно и тому значению

* Вересин М. М., Войчалъ П. И., Машкин С. И. О преподавании генетики и селекции в лесных вузах. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1975, № 6.

** Решение Всесоюзного совещания «Состояние и перспективы развития лесной генетики, селекции, семеноводства и интродукции. Методы селекции древесных пород» (Рига, 13—15 августа 1974 г.). Рига, 1974.

и вниманию, которое уделяется решениями Партии и Советского правительства развитию селекции и ее теоретической основы — генетики.

Считаю необходимым еще раз подчеркнуть исключительные возможности сохранения и улучшения лесов на генетической основе. Для создания быстрорастущих пород особое значение имеют межвидовые гибриды, в том числе спонтанные. Кроме того, в естественных популяциях поддерживается огромное генетическое разнообразие. Сохранение этого богатства и экземпляров с выдающейся скоростью роста и высокими качествами — дело огромного практического значения. Одним из главных методов селекции в лесном хозяйстве является искусственная гибридизация с получением гетерозисного потомства и широким промышленным использованием гибридов первого поколения основных лесообразующих пород. В более широких масштабах следует использовать полученные селекционерами лучшие гибриды тополей и ив, сложные гетерозиготы, размножающиеся вегетативно. Все это говорит о необходимости радикального улучшения преподавания генетики и селекции в лесных вузах. Поднятые в статье М. М. Вересина, П. И. Войчалы и С. И. Машкина вопросы и сделанные ими предложения заслуживают полного внимания и поддержки. В целях улучшения подготовки лесоводственных кадров и более успешного выполнения задач, поставленных XXV съездом КПСС перед лесным хозяйством, необходимо генетику сделать фундаментом биологического образования в лесных вузах страны.

Н. П. Дубинин.
АН СССР

ЗА ДАЛЬНЕЙШЕЕ ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРЕПОДАВАНИЯ КУРСА ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ В ЛЕСНЫХ ВУЗАХ

В решении важнейшей задачи постоянного повышения продуктивности и качественного состава лесов важное место отводится селекции и ее теоретической базе — генетике. В нашей стране большое внимание уделяется вопросам лесовосстановления, рубок ухода за лесом. Эти работы должны проводиться на генетико-селекционной основе специалистами, имеющими хорошую теоретическую подготовку.

Хотя в последнее десятилетие несколько улучшилось преподавание курса «Лесная селекция» (программа 1966 г., использование в учебном процессе технических средств обучения и т. д.), подготовка инженеров лесного хозяйства по этой дисциплине недостаточна; причины этого хорошо вскрыты в статье М. М. Вересина, П. И. Войчалы, С. И. Машкина «О преподавании генетики и селекции в лесных вузах» (ИВУЗ, «Лесной журнал», 1975, № 6). Авторы справедливо обеспокоены положением дел с преподаванием этого курса в лесных вузах страны и внесли ряд предложений, направленных на улучшение этой работы. Статья своевременна, а обмен мнениями по улучшению преподавания принесет несомненную пользу. Мы поддерживаем предложение авторов статьи об увеличении часов и перенесении преподавания на III курс, но считаем целесообразным дать его концентрированно только в 6-м семестре, а не растягивать на 5-й и 6-й семестры. Наш опыт показывает, что проведение лабораторных занятий во втором семестре учебного года позволяет максимально приблизить учебный процесс к природной обстановке, широко внедрять в него элементы научно-исследовательской работы студентов. Например, при изучении темы о прививках древесных растений наши студенты сначала осваивают технику их в лаборатории (на черенках), а весной, когда начинается сокодвижение, дополнительно занимаются прививкой на сеянцах (обычно сирени) в ботаническом саду института. При проведении практикума по гибридизации лесных растений работа ведется сначала в лаборатории (скрещивание на срезанных побегах тополей), причем студенты самостоятельно подбирают породы для скрещивания, заготавливают побеги мужских и женских особей, зыгоняют пыльцу, определяют ее жизнеспособность, проводят опыление и даже получают гибридные семена, а весной эти же операции отрабатываются на цветущих корнесобственных растениях. В весеннем семестре представляется возможным ознакомить студентов с хромосомным аппаратом лесных растений (на примере сосны и ели) и различными типами нарушений хромосом. Все это позволяет значительно углубить знания студентов и приучить их к самостоятельной научной работе.

Мы также считаем, что учебная практика по курсу должна проводиться весной или в начале лета (по заявке кафедры), когда имеется большое количество цветущих растений для проведения опытов по гибридизации и можно вести работу по закладке прививочных лесосеменных плантаций. Это поднимет производственную значимость данного курса.

Необходимо ускорить подготовку проекта новой программы курса и до утверждения широко ее обсудить. Нужно решить вопрос о подготовке нового учебника в

соответствии с такой программой, который отвечал бы требованиям современной науки и передового производственного опыта.

Осуществление предложений М. М. Вересина, П. И. Войчаля, С. И. Машкина и наших пожеланий позволит поднять преподавание данного курса на новую ступень, что, безусловно, положительно повлияет на улучшение качества подготовки инженеров лесного хозяйства по этой дисциплине, а также будет способствовать повышению уровня ведения лесного хозяйства нашей страны.

А. В. Альбенский, Е. Н. Самошкин, В. И. Рубцов.

Брянский технологический институт.

К ВОПРОСУ О ПРЕПОДАВАНИИ ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИИ

В числе важнейших проблем лесного хозяйства Коммунистическая партия и Советское правительство постоянно выдвигали на видное место проблему улучшения породного состава наших лесов и повышение их продуктивности. Научной основой планомерного решения этой проблемы является селекция древесных растений, а с лесной селекцией неразрывно связаны генетика и лесное семеноводство.

В результате недооценки лесной селекции и весьма слабой подготовки специалистов, в практике лесного хозяйства эта наука или вовсе не применяется, или применяется весьма примитивно. Между тем глубокое изучение генетики лесных пород необходимо не только для решения современных задач лесного хозяйства, но в еще большей степени, чтобы быть застрахованным от ошибок в будущем. Для основательной экспериментальной проверки правильности некоторых теоретических положений, которых мы придерживаемся в настоящее время, требуются долгие годы. Чтобы не накопить за это время много серьезных ошибок, хозяйство в лесу надо вести осмотрительно, на уровне последних достижений науки и даже с учетом прогнозов на будущее. Для этого лесовод должен быть разносторонне образованным и думающим специалистом.

Современное положение курса лесной селекции в учебном плане можно рассматривать как пережиток прошлого пренебрежительного отношения к росткам нового прогрессивного в лесной науке.

Сопоставление положения селекции как науки и отрасли производства в разных отраслях народного хозяйства показывает картину большой отсталости лесного хозяйства.

Заслуживает горячего одобрения весьма аргументированное выступление в «Лесном журнале» М. М. Вересина, П. И. Войчаля и С. И. Машкина о необходимости пересмотра положения лесной селекции в учебном плане лесных вузов. Разработанные ими мероприятия направлены на устранение ненормального положения и заслуживают серьезного внимания и поддержки.

Б. М. Алимбек.

Марийский политехнический институт.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 634.0.453

ПЕРСПЕКТИВЫ БОРЬБЫ С ВРЕДИТЕЛЯМИ ЛЕСА

Впервые в истории отечественного лесного хозяйства Научно-технический совет Министерства лесного хозяйства РСФСР созвал специальное пленарное выездное заседание по вопросам борьбы с вредителями леса, длившееся с 23 по 26 августа 1976 г. в Марининском посаде Чувашской АССР. В его работе приняли участие научные сотрудники академических, центральных и республиканских лесных НИИ и станций, вузов, министерств — всего около 130 человек. Заслушано и обсуждено 17 докладов.

Д. М. Гиряев (Минлесхоз РСФСР) в докладе «Общее состояние вопросов лесной фитопатологии в РСФСР» отметил широкое распространение грибных заболеваний лесных пород, особенно дуба, культур хвойных, сеянцев в питомниках. Он охарактеризовал ущерб и меры борьбы с корневой губкой, мучнистой росой, трахеомикозом, графизом и др. Из-за слабых знаний биологии патогенов борьба с ними до сих пор не всегда оказывалась эффективной. Кадры фитопатологов недостаточны, а некоторые не обладают должной научно-технической и практической квалификацией. В целом лесная фитопатология значительно отстает от лесной энтомологии и в теории, и в практике.

Санитарное состояние дубрав на Украине охарактеризовано в докладе А. В. Ливовского (УкрНИИЛХ). Он перечислил основные причины, вызвавшие усыхание дуба местами (роль листогрызущих насекомых, мучнистой росы, трахеомикозов, опенка), и применяемые меры борьбы. И. А. Алексеев (ЛОС УкрНИИЛХа) поделился опытом применения нового метода лесопатологического обследования сосновых культур, пораженных корневой губкой, и определения причиняемого ею и другими грибами ущерба. Е. А. Крюкова (ВНИИЛМИ) доложила о широком распространении сосудистых заболеваний дуба и вяза на юго-востоке страны. Ведутся исследования по отбору и размножению устойчивых к болезням форм вяза мелколистного.

П. А. Положенцев (ВЛТИ) сообщил о результатах личных исследований мучнистой росы, опенка и возбудителя офиостоматоза и их роли в отмирании дубрав под Воронежем и в ЧАССР. По его мнению, значительную опасность для дуба представляет мучнистая роса, поражающая вторичную листву и побеги, возникающие преимущественно после дефолиации крон листогрызущими насекомыми. Трахеомикоз (офиостоматоз) дуба констатирован лишь у 14% побегов и ветвей мертвых деревьев, в ветвях больных и здоровых деревьев грибок не обнаружен. И поскольку, как известно, споры этого гриба распространяются насекомыми, особенно в процессе их дополнительного питания в кроне, с ними следует вести надлежащую борьбу. Рекомендуемую борьбу против опенка посредством создания заградительных канав, корчевки, фумигации пней и т. п. докладчик считает на сегодня не осуществимой не только из-за дороговизны, но и малой эффективности. Опенка нет только там, где нет или недавно не было леса, поэтому лучшим профилактическим методом борьбы с этим «патогеном» надо считать уничтожение дефолиантов, запрет пастбы скота и ведение хозяйства на более высоком уровне, чем теперь.

Большое внимание было уделено болезням сеянцев в питомниках. Ю. П. Святогоров (Институт леса и древесины им. В. Н. Сукачева) рассказал о борьбе с фузариозом посредством предпосевной обработки семян растворами биологически активных реагентов, стимуляторами, ультрафиолетовыми и рентгеновскими лучами и др. Н. Д. Молоткова (ЛенНИИЛХ) получила хорошие результаты, применяя на питомниках антибиотики (трихоцетин, фитобактеромицин) в виде раствора и дуста за-

водского изготовления. О борьбе со снежным шютте, сосновым вертуном и круменулезом в условиях Мурманской области и Карельской АССР доложил В. И. Крутов (Институт леса КФ АН СССР). В. Н. Драчков (Архангельский институт леса и лесохимии) сообщил о фунгицидах, испытанных против болезней семян в питомниках Европейского Севера, об установленных сроках и кратности профилактических обработок. Н. М. Ведерников (Татарская ЛОС) поделился богатым опытом борьбы (посредством системных фунгицидов) с инфекционным полеганием сосны и ели и с обыкновенным шютте сосны.

С интересным докладом выступил Ю. В. Виткунас (ЛитНИИЛХ), рассказавший об эффективной защите семян посредством новых фунгицидов, антибиотиков, антагонистического гриба триходермы, миколитических бактерий и нативной вытяжки из сердцевинной гнили осины, пораженной осиновым трутовиком. Он сообщил норму расхода, концентрацию и способ применения. Старейший фитопатолог Р. А. Крангауз свое выступление посвятила корневой губке, причиняемому ею ущербу, своевременным мерам борьбы и путям их совершенствования. Содержательным было выступление Т. Д. Гаршиной (Сочинская ЛОС) о мерах борьбы с болезнями посевного каштана. К сожалению, ни в одном докладе не были упомянуты другие организмы, способные вызвать заболевания (или оказаться полезными), особенно для молодых растений на питомниках — фитонематоды, о которых накопилась достаточная литература (Е. С. Кирьянова, В. Г. Губина, К. А. Львова, Э. Л. Кралль и др.), и клещи.

Особая, весьма насыщенная и содержательная программа предусматривала поездку по лесам Маринпосадского мехлесхоза, где участники совещания вели конкретное обсуждение осматриваемых объектов. В Маринпосадском лесничестве были осмотрены смешанные культуры дуба и лиственницы, дуба и липы, заложенные в 1896 г. (объяснения давали директор лесхоза С. М. Трифонов и директор Татарской ЛОС, канд. наук А. И. Мурзов). Вызвали интерес культуры лиственницы, заложенные крупномерным посадочным материалом (продемонстрировал В. А. Кузьминов). С большим интересом участники совещания познакомились с богатейшими кабинетами Маринпосадского лесотехнического техникума (директор В. А. Кузьминов и преподаватели). На усадьбе техникума каждый участник совещания посадил памятное дерево.

В принятой на совещании резолюции намечены мероприятия по расширению и углублению деятельности отечественных лесных фитопатологов, улучшению подготовки кадров инженеров-лесопатологов, повышению квалификации научных работников-фитопатологов, увеличению числа исследовательских лабораторий, разработке и опубликованию ряда фитопатологических руководств, пособий и наставлений.

Резолюцией предусмотрен созыв в 1977 г. специального совещания (в Тульских засеках или в Воронеже), посвященного оздоровлению, реабилитации биоценозов дубрав.

Расширенные тезисы докладов будут опубликованы.

П. А. Положенцев.

Воронежский лесотехнический институт.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 634.04

НОВЫЙ УЧЕБНИК ПО ЛЕСОЗАЩИТЕ*

В правильной постановке защиты леса от вредителей, болезней и других вредных факторов очень важна хорошая подготовка специалистов среднего звена. Этой цели полностью отвечает учебник для лесных техникумов «Лесозащита», написанный проф. А. И. Воронцовым и И. Г. Семенковой.

В рецензируемом учебнике весьма удачно согласуются все основные разделы лесозащиты: лесная энтомология, биология лесных зверей и птиц, лесная фитопатология, что дает полное представление о данном предмете.

Учебник написан согласно существующей программе курса и состоит из четырех разделов, включающих 22 главы.

Первый раздел посвящен основам лесной энтомологии, в котором излагается строение и биология насекомых, их классификация и экология. Ряд глав посвящен характеристике отдельных групп насекомых: вредителей плодов и семян, посадочного материала, культур и молодняков; хвое- и листогрызущих вредителей; стволовых вредителей и технических вредителей древесины.

Особый интерес представляет глава вторая — «Экология насекомых», в которой описаны основные факторы, способствующие массовому развитию вредителей, динамика их численности, межвидовые отношения между насекомыми, причины устойчивости древесных пород и т. п.

При описании насекомых приводится характеристика для каждого вида вредителя: морфология, биология развития, влияние конкретных факторов на развитие, район и интенсивность повреждения древесных пород.

В разделе «Лесные птицы и звери» приводится общая характеристика птиц и зверей, обзор главнейших представителей и роль групп животных в жизни леса. Интересен анализ их роли в лесных насаждениях, особо подчеркивается положительная роль насекомоядных птиц и зверей. Показана положительная роль млекопитающих в лесном биогеоценозе и как объектов охоты, в то же время отмечено повреждение лесных культур и молодняков копытными животными и мышевидными грызунами. В связи с этим показана необходимость правильного подхода к изучению влияния этих групп животных, которое может быть и полезным, и вредным.

Раздел «Основы лесной фитопатологии» содержит общие вопросы лесной фитопатологии и характеристику возбудителей болезней: грибов, бактерий, вирусов, цветковых растений-паразитов. Ценно здесь новое изложение систематики грибов, вопросов иммунитета растений и др. Подробно изложены характеристика болезней семян, плодов, посадочного материала (сеянцев) и молодняков, некрозно-раковых и сосудистых болезней ветвей и стволов, гнилевых болезней корней и стволов; поражение древесины на складах, в технических сооружениях и постройках. Биология грибов, способы размножения, факторы, способствующие их развитию, и приносимый вред описаны с достаточной полнотой.

Раздел «Методы, техника и организация лесозащиты» включает рассмотрение общих методов лесозащиты, проведение надзора, лесопатологических обследований и описание различных специфических методов лесозащиты. Особо интересен интегрированный метод, сочетающий биологические и химические приемы.

Здесь же рассмотрены конкретные меры защиты плодов и семян; питомников, культур и молодняков; средневозрастных и спелых насаждений, а также древесины на складах, в постройках и сооружениях. Приведены общие данные о профилактических мероприятиях, а также подробно изложены способы борьбы с наиболее опасными вредителями.

Как недостаток следует отметить неполное изложение методов борьбы с болезнями леса. Вероятно, следовало бы выделить методы борьбы с корневой губкой, сосновым вертуном, обыкновенным шютте, мучнистой росой дуба и некоторыми другими болезнями. Неполно изложена защита от млекопитающих, даны только указания о защите от мышевидных грызунов. Целесообразно было бы указать на защиту молодняков от копытных (лосей), которые в последние годы во многих районах страны приносят значительный вред, на роль и возможность применения репелентов, огора-

* Воронцов А. И., Семенкова И. Г. Лесозащита. М., «Лесная промышленность», 1975, 344 с.

живания лесных культур и т. п. Недостаточно также описаны профилактические меры защиты от неинфекционных болезней и отрицательных погодных факторов.

В целом рассматриваемая книга полностью отвечает требованиям, предъявляемым к учебнику по лесозащите, и она уже с успехом используется при преподавании этого предмета в лесных техникумах. Следует отметить и хорошее полиграфическое исполнение книги.

С. В. Шевченко.

Львовский лесотехнический институт.

УДК 65.015.13 : 674.09

ЦЕННАЯ НУЖНАЯ КНИГА*

Рецензируемое учебное пособие профессора, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР А. Н. Песоцкого и доцента, кандидата технических наук В. С. Ясинского предназначается для факультетов механической обработки древесины лесотехнических и технологических вузов, но может быть использовано с успехом и другими учебными заведениями, имеющими отделения подобного профиля.

В настоящем издании рассмотрен ряд новых технологических схем с использованием современного высокопроизводительного оборудования и рациональных методов переработки древесины. Значительно обновлена глава по конкретным вопросам дипломного проектирования с рекомендацией тематики, состава и содержания дипломных проектов. Такие разделы, как структурные технологические схемы лесопильных потоков и особенности проектирования раскроя пиломатериалов на заготовки для столярно-строительных изделий и мебели, расширяют тематику разрабатываемых проектов с условием их большей специализации.

Значительно расширен и переработан раздел по расчету производительности оборудования поточных, полуавтоматических и автоматических линий. Впервые представлена глава по проектированию тарных цехов и полностью переработан раздел по проектированию цехов использования отходов (вторичного сырья). В новом издании они насыщены современными структурными схемами.

В значительно более широком плане написана глава о нетехнологических разделах проекта с общими основами проектирования.

Большое внимание в учебнике уделено вопросам комплексного использования древесины, что полностью отвечает требованиям по развитию деревообрабатывающей промышленности на перспективный период. В книге обобщены достижения отечественной и зарубежной техники по автоматизации трудоемких технологических операций и процессов с обоснованием необходимыми расчетами, характеристикой и параметрами рекомендуемого оборудования для облегчения труда проектировщиков.

Много места уделено расчетам экономической эффективности внедрения новой техники и технологии. Представлены оригинальные графические решения объемного и ценностного распределения баланса древесины на 1 м³ распиливаемого сырья и раскроя досок на заготовки. Техничко-экономический анализ комплексного использования древесины разработан по новой, впервые описанной в литературе методике.

Представленный в конце пособия список литературы отечественных авторов является важным дополнением.

Книга, написанная на высоком научном уровне, богато иллюстрированная, — ценное пособие для специалистов в области деревообработки, студентов, преподавателей вузов и научных работников.

Ю. М. Бенько

Львовский лесотехнический институт

* Песоцкий А. Н., Ясинский В. С. Проектирование лесопильно-деревообрабатывающих производств. Изд. 3-е, переработ. и дополн. М., «Лесная промышленность», 1976.

УДК 634.0.81+620.2

УЧЕБНАЯ КНИГА ПО ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЮ С ОСНОВАМИ ЛЕСНОГО ТОВАРОВЕДЕНИЯ*

Древесине, играющей огромную роль в современном народном хозяйстве, уделяется пристальное внимание. Студенты вузов при изучении фундаментальной дисциплины — древесиноведения с основами лесного товароведения — испытывали серьезные затруднения, поскольку имеющиеся учебники (Перелыгин Л. М. *Древесиноведение*. М., «Лесная промышленность», 1969; Лапиров-Скобло С. Я. *Лесное товароведение*. М., «Высшая школа», 1968) устарели и не отражают новейших достижений советской и зарубежной науки о древесине. Поэтому выход в свет нового учебника для высших учебных заведений очень своевременен.

Автор, известный древесиновед проф. Б. Н. Уголев, на современном научно-техническом уровне излагает вопросы строения древесины, методы ее исследования и свойства. Наряду с этим, в учебнике приводятся основные сведения по лесному товароведению: стандартизации, классификации, а также характеристике отдельных видов лесных товаров.

При описании микроскопического строения древесины автором учтены последние достижения ученых в области познания строения растительной клетки, субмикроскопического строения ее оболочки. Изложение материала удачно дополняют хорошо выполненные фотографии, помещенные вклейками (рис. 2.6—2.23).

В учебнике с достаточной полнотой излагаются сведения о химических, физических и механических свойствах древесины. Автор, в частности, удачно подчеркивает роль элементов макроструктуры (рис. 4.7 и табл. 4.5), влияющих на радиальную и тангентальную усушку древесины. В свете требований современных стандартов изложены методы определения физических и механических свойств древесины, что особенно важно при проведении студентами учебно-исследовательской работы (УИРС) в области древесиноведения. Весьма обстоятельно изложен автором вопрос о внутренних напряжениях древесины, ее реологических свойствах. К сожалению, главы о свойствах древесины в некоторых местах иллюстрируются излишне громоздкими таблицами (например, 4.13 и 4.19) и рисунками (4.9).

В нашей стране с успехом используются древесно-полимерные материалы, что обусловлено требованиями создания новой продукции и наиболее полного использования низкосортной древесины. Автор впервые в учебнике по древесиноведению кратко излагает сущность работ, проводимых в этом направлении, указывает области применения модифицированной древесины.

Несмотря на небольшой объем (24 печ. листа), учебник обладает достаточной информативностью. Этому содействует ряд удачно скомпонованных таблиц (например, 8.2), наглядный графический материал, а также ссылки на литературу, приводимую после каждого раздела. Кстати, в тексте применяется редко используемый в учебной литературе весьма оперативный способ ссылки на литературу, обозначаемой двумя цифрами.

Но наряду с этим, следовало бы несколько расширить справочный аппарат учебника. Например, было бы целесообразно в конце учебника поместить перечень действующих стандартов по древесиноведению и лесному товароведению с указанием, где это возможно, сроков их действия. Кроме того, для однозначного толкования терминов и определений, применяемых в упомянутых дисциплинах, мы считаем полезным изложить их формулировки в соответствии с действующими ГОСТами, поместив их также в конце книги.

При изложении материала учебника вряд ли есть необходимость делать ряд ссылок на работы многих исследователей. Такие ссылки, по нашему мнению, загромождают учебник и затрудняют восприятие материала.

Отмеченное нами не умаляет большого достоинства учебника в целом. Считаем, что труд проф. Б. Н. Уголева — ценное подспорье для студентов, преподавателей, ученых, а также инженерно-технических работников лесной, деревообрабатывающей промышленности и лесного хозяйства.

Ю. Ф. Осипенко, Б. И. Цыбык, В. П. Рябчук

Львовский лесотехнический институт

* Уголев Б. Н. *Древесиноведение с основами лесного товароведения*. М., «Лесная промышленность», 1975.

НЕКРОЛОГ

КАНБАЙ МАНСУРОВИЧ ХАНМАМЕДОВ

26 апреля 1976 г. скончался видный ученый в области деревообработки и строительных материалов, профессор, доктор технических наук Канбай Мансурович Ханмамедов.

Он родился в 1915 г. в Азербайджанской ССР в крестьянской семье. Окончив в 1937 г. факультет сухопутного транспорта и лесоразработок Тбилисского лесотехнического института, работал главным инженером на ряде предприятий, позднее — в руководящих органах Азербайджанской ССР.

По окончании Великой Отечественной войны Канбай Мансурович продолжил научную деятельность. В 1947 г. защитил кандидатскую диссертацию, а в 1952 г. — докторскую. В 1954 г. ему было присвоено звание профессора. В 1957 г. проф. Ханмамедов руководил организованной им лабораторией древесины и древесных конструкций в Азербайджанском институте строительных материалов и сооружений. С 1963 г. возглавлял кафедру строительных материалов в Азербайджанском политехническом институте (ныне Азербайджанский инженерно-строительный институт).

К наиболее ценным результатам деятельности К. М. Ханмамедова, получившим признание отечественных и зарубежных ученых, имеющим большое научное и народнохозяйственное значение, относятся новые положения в учении об усушке и разбухании древесины: метод исследования влажности пропитанной древесины; способ ускоренной сушки древесины с одновременной пропиткой ее в масляных ваннах; учение о гистерезисе пропитки древесины.

Разработанные им новые антисептики нашли применение в СССР начиная с 1962 г.

Под руководством проф. Ханмамедова подготовлены и защищены свыше 40 кандидатских диссертаций. Ему принадлежит более 140 публикаций, вышедших в отечественных и зарубежных периодических изданиях, включающих терминологические словари, нормативно-справочные источники и учебники, монографии.

Свою 40-летнюю научно-педагогическую и общественную деятельность профессор К. М. Ханмамедов успешно совмещал с общественной работой. Он являлся членом методической комиссии Министерства высшего образования СССР, членом президиума и председателем секции строительных материалов Азербайджанского правления научно-технического общества стройиндустрии, членом методического совета в Азербайджанском инженерно-строительном институте.

Светлая память о профессоре Канбае Мансуровиче Ханмамедове надолго сохранится в сердцах всех, знавших этого прекрасного человека и ученого.

Группа товарищей

СОДЕРЖАНИЕ

<i>И. М. Боховкин, Е. С. Романов.</i> Новый этап борьбы за комплексное использование древесины	3
ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО	
<i>М. В. Давидов.</i> Типы роста еловых лесов европейской части СССР	5
<i>Н. Ф. Прикладовская.</i> Успешность возобновления дуба северного самосевом	10
<i>С. Н. Свалов.</i> Метод расчета густоты древостоя по средним расстояниям между деревьями	14
<i>В. И. Левин, В. И. Калинин.</i> Изменчивость прироста диаметра в спелых сосняках-зеленомошниках	17
<i>В. А. Алексеев.</i> Изучение связи пораженности осинников трутовиком с содержанием элементов минерального питания в почве	21
<i>Н. П. Мурманская, П. И. Войчалъ.</i> Об изменении качества семян ели в связи со сроком заготовки и географической широтой	25
<i>Т. С. Момот.</i> Способность к органогенезу в культуре <i>in vitro</i> листовых тканей лиственницы даурской (<i>Larix dahurica</i> Turcz.)	27
ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ	
<i>Ю. П. Ефимов, В. Н. Меньшиков.</i> Валочно-пакетирующее устройство лесозаготовительной машины с использованием потенциальной энергии дерева	30
<i>А. В. Жуков, И. Ш. Чернявский, П. Ф. Рудницкий.</i> Исследование вертикальной динамики трелевочного трактора Т-157 с помощью ЭЦВМ	34
<i>Б. Т. Перетятко, Б. В. Бильк.</i> Выбор параметров дискретных моделей механических систем	39
<i>Б. В. Уваров, В. В. Щелкунов, Ю. Л. Лукин.</i> Воздействие статической нагрузки на упругое основание	43
<i>Г. А. Куколевский.</i> Оценка лесопропускной способности рек первоначального плотового лесосплава по площади водосбора	48
<i>Р. И. Макарыч.</i> Влияние износа плунжерных пар на параметры впрыска топлива	52
МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ	
<i>Ю. С. Соболев.</i> Исследование зависимости модуля упругости клееной древесины при статическом изгибе от масштабного фактора	58
<i>З. А. Волкова.</i> Оценка влияния ширины пропила на баланс древесины при выработке экспортных пиломатериалов хвойных пород	63
<i>Б. Е. Власов.</i> К оценке нестационарных температурных полей в дисковых пилах	69
<i>И. Г. Войтович.</i> Определение возможности аналитического описания процесса полирования полиэфирных покрытий на древесине	71
<i>Л. И. Бывших.</i> Исследование влияния влажности шпона на прочность связи системы шпон — резина в резифане	75
<i>А. Д. Голяков.</i> Силовая сортировка заготовок для клееных деревянных конструкций	79
<i>А. А. Поздняков, В. А. Липович.</i> Влияние ориентации частиц на упругие постоянные древесных пластиков	82
ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ	
<i>В. В. Шарков, Л. М. Кирпичева, Л. А. Чапайкина, Е. Д. Перминов, М. И. Буйницкая.</i> Поглощение меди целлюлозой из растворов медно-аммиачного комплекса	87
<i>З. И. Фоладова, А. И. Кирпианов.</i> О некоторых физико-химических свойствах черных щелоков, полученных от сульфатных варок лиственных пород древесины	91
<i>А. И. Чернодубов, Р. Д. Колесникова, Р. И. Дерюжкин.</i> Некоторые особенности эфирного масла подвидов сосны обыкновенной	93
<i>Б. М. Бухтеев, А. М. Кряжев, В. И. Юрьев.</i> Электроповерхностные явления в процессе щелочной делигнификации	97
<i>К. С. Шнейдер, О. К. Завьялова, Д. М. Фляте, В. С. Козлова.</i> Проклейка бумаги заменителем канифоли — ди(метаксилл) пропеновой кислотой — при разных рН среды	100

А. П. Спирин. Совершенствование метода расчета обезвоживания бумажной массы на регистрационной части бумагоделательной машины	103
Г. Ф. Потуткин. Использование гидролизного лигнина в качестве добавки в пресспорошок	109

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Е. А. Панин. Вероятностная модель процесса функционирования сучкорезной машины	112
В. В. Амалицкий, И. Я. Нуллер. Об устойчивости динамической системы станка при резании древесины	116

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Л. И. Ильев, Р. Н. Гордиенко. Экономическая эффективность защитных насаждений	120
Г. С. Возяков. Экспериментальное исследование затрат труда на лесосечных работах при различных способах рубок главного пользования	124

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

В. П. Рябчук. Температурные условия выделения сока из явора	128
М. Д. Каташук, В. В. Огиевский. Опыт характеристики товарной клюквы по средним образцам	130
А. И. Баранов, В. В. Цыплаков. О приводе почвенных фрез (для лесного хозяйства)	132
Л. А. Никитюк. Расчет некоторых параметров работы узла нанесения шпатлевки вальцовых станков	135
В. С. Шалаев. Результаты изучения распределения сучков на поверхности еловых пиловочных бревен	137
И. В. Перехожих, А. Ф. Кулиничев. Физико-механические свойства древесины повышенной стабильности	140
И. Я. Эглайс, Г. В. Берзиньш. Предел прочности и динамический модуль упругости при изгибе у некоторых пород натуральной и модифицированной аммиаком древесины	142
Е. Г. Трошин. Исследование зависимости электрического сопротивления плит из коры сосны от их влажности и температуры	144
В. М. Филашов. К расчету на поперечную устойчивость продольно-натянутых пластин	147
И. Д. Василенко. Опыт гибридизации нв на Украине	151
И. И. Старченко. Влияние метеорологических условий 1972 г. на состояние некоторых экзотов на Мариупольской лесной опытной станции	153
Ф. И. Волков. Долговечность древесных насаждений в условиях орошения	156
В. К. Ширнин, Н. Е. Косиченко, Ю. П. Ефимов. Гистохимическое изучение мест срастания прививок дуба	159

ЗА РУБЕЖОМ

Ю. В. Синадский. Лесное хозяйство Австралии	161
---	-----

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

Н. П. Дубинин. По поводу статьи «О преподавании генетики и селекции в лесных вузах»	164
А. В. Альбенский, Е. Н. Самошкин, В. И. Рубцов. За дальнейшее повышение качества преподавания курса генетики и селекции в лесных вузах	165
Б. М. Алимбек. К вопросу о преподавании лесной селекции	166

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

П. А. Положенцев. Перспективы борьбы с вредителями леса	167
---	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

С. В. Шевченко. Новый учебник по лесозащите	169
---	-----

Ю. М. Бенько. Ценная нужная книга	170
Ю. Ф. Осипенко, Б. И. Цыбык, В. П. Рябчук. Учебная книга по древесиноведению с основами лесного товароведения	171

НЕКРОЛОГ

*группа товарищей. Канбай Мансурович Ханмамедов	172
---	-----

CONTENT

I. M. Bokhovkin, E. S. Romanov. New stage of struggle for complex utilization of timber	3
---	---

FORESTRY

M. V. Davidov. Types of growth of spruce forests (<i>Picea exelsa</i> Link.) in the conditions of the European part of the USSR	5
N. F. Prikladovskaya; Successful renewal of the northern oak by seed growth	10
S. N. Svalov. Method for calculating stand density by mean distances between trees	14
V. I. Levin, V. I. Kalinin. Changeability of diameter increase in ripe pine-wood green-moss	17
V. A. Alekseev. On relationship between damage caused by polypore to aspen forests and content of mineral nutrients in soil	21
N. P. Murmanskaya, P. I. Voichal. About changing in quality of seeds in connection with dates of storing and geographical width	25
T. S. Momot. Organogenesis of the leaf tissues of <i>Larix dahurica</i> Turcz. cultured in vitro	27

FOREST EXPLOITATION

Yu. P. Eflmov, V. N. Menshikov. Felling and bunching device of a logging machine with the use of potential energy of a tree	30
A. V. Zhukov, I. S. Cherniavsky, P. F. Rudnitsky. Computerised study of T-157 skidding tractor vertical dynamics	34
B. T. Perettaiko, B. V. Bilyuk. Methods of modelling mechanical systems with distributed parameters by dynamic models with lumped parameters	39
B. V. Uvarov, V. V. Shchelkunov, Yu. L. Lukin. Influence of static loading on elastic systems	43
G. A. Kukolevsky. Estimation of floatable ability of spring rafting rivers by drainage area	48
R. I. Makaryin. Wear effect of plunger couples on parameters of fuel injection	52

MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

Yu. S. Sobolev. Investigation of dependence of elasticity modulus for laminated wood under static bending upon load factor	58
Z. A. Volkova. Kerf width and balance of softwood in sawing logs for export	63
B. E. Vlasov. On estimation of transient temperature fields in disc saws	69
I. G. Voitovich. Defining the possibility of analytical description of polishing process of polyester coverings on wood	71
L. I. Byvshikh. Research of the influence of the veneer's moisture upon the bond strength of veneer-rubber system in resofan	75
A. D. Goliakov. Stress grading of intermediate products for glued wooden constructions	79
A. A. Pozdnalov, V. A. Lipovich. Influence of particles' orientation on elastic constants of woodplastics	82

CHEMICAL WOODWORKING

V. V. Sharkov, L. M. Kirpicheva, L. A. Chapaikina, E. D. Perminov, M. I. Bytnitskaya. Copper absorption from copper-ammonium complexes by cellulose fibre	87
Z. I. Foliadova, A. I. Kiprianov. Physical and chemical properties of black liquors. received during sulphate pulping of hardwoods	91
A. I. Chernodubov, R. I. Deryuzhkin, R. D. Kolesnikova. Certain peculiarities of essential oil of <i>Pinus silvestris</i> subspecies	93
B. M. Bukhteev, A. M. Kryazhev, V. I. Yuriev. On some electro-surface phenomena in the process of alkaline delignification	97
K. S. Schneider, O. K. Zaviyalova, D. M. Flyate, V. S. Kozlova. Sizing paper with a di (2,4-dimethylbenzen)-propionic acid with different pH	100

- A. P. Šprin.* Improving the method of calculation of paper stock dewatering on Fourdrinier table roll section 103
G. F. Potutkin. Utilization of hydrolysis lignin as addition into press-powder 109

**COMPLEX MECHANIZATION
AND AUTOMATION OF PRODUCTION PROCESSES**

- E. A. Panin.* The probable bilistic model of debarker's functioning 112
V. V. Amalitsky, I. Ya. Nuller. On stability of dynamics system in cutting wood. 116

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF THE PRODUCTION

- L. I. Iliev, P. N. Gordienko.* Economic efficiency of protective plantation . . . 120
G. S. Voziyakov. Experimental investigation of labour's expenditures of forest work during different cuttings 124

SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

- V. P. Ryabchuk.* Temperature conditions of discharge of sycamore maple's sap . 128
M. D. Katashuk, V. V. Ogievsky. Characteristic of trade mark cranberry . . . 130
A. I. Baranov, V. V. Tsyplakov. On the driving gear of soil cutters (for forestry) 132
L. A. Nikityuk. On calculation of some parameters of spatula application unit in rolling machines 135
V. S. Shalaev. The results of the study of knots' distribution on the surface of spruce sawlogs 137
I. V. Perekhozhikh, A. F. Kalintchev. Physical and mechanical properties of wood with higher stability 140
I. Ya. Eglais, G. E. Berzinsh. Bending strength and dynamic elastic modulus for several species of natural wood and wood modified with ammonia . 142
E. G. Troshin. Investigation of dependence of electrical resistance of boards out of pine's bark from their dampness and temperature 144
V. M. Filashov. To rolling stability calculation of longitudinally-tense plates . 147
I. D. Vasilenko. The experience of willows' hybridization in the Ukraine . . . 151
I. I. Starchenko. The influence of meteorological conditions on the state of some exotes at Mariupol forest experimental station in 1972 153
F. I. Volkov. Longevity of wood plantations in the conditions of irrigation . . 156
B. K. Shirnin, N. E. Kosichenko, Yu. P. Efimov. Histochemical investigation of the points of the oak graft attachment 159

ABROAD

- Yu. V. Sinadsky.* Forest economy of Australia 161

FROM THE VUS'S LIFE

- N. P. Dubinin.* About the article "Teaching genetics and selection in forestry Institutes" 164
A. V. Albensky, E. N. Samoshkin, V. I. Rubtsov. For further increasing of quality of teaching genetic and selection of forestry institutes 165
B. M. Alimbek. About teaching of forest selection 166

SCIENTIFIC CONFERENCES AND DELIBERATIONS

- I. A. Polozhentsev.* Prospects of struggle against vermins of the forest 167

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

- S. V. Shevchenko.* A new text-book on forest protection 169
Yu. M. Benko. A valuable book 170
Yu. F. Ostpenko, B. I. Tsybyk, V. P. Riabchuk. A book on woodscience with principles of forest science of commodities 171

NECROLOGY

- Group of comrades.* Kanbaj Mansurovich Hanmamedov. 172

ДЕПОНИРОВАНИЕ РУКОПИСЕЙ

ВНИПИЭИлеспром принимает на депонирование (хранение и размножение по запросам) рукописи статей, обзоров, монографий, материалы совещаний по техническим и конкретным экономическим наукам в области лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности узкоспециального характера.

Депонированные рукописи являются научными публикациями и учитываются при защите диссертаций.

Установлен следующий порядок подготовки и передачи рукописей на депонирование.

ВНИПИЭИлеспром непосредственно рассматривает, принимает решение о депонировании рукописей в области экономики, АСУ и информатики, поступающих от предприятий и организаций отрасли.

Головные институты (**ЦНИИМЭ, ЦНИИМОД, ВНИИдрев, Гипролеспром, Гипролестранс, ЦНИИФ, ЦНИИлесосплав, ВНИПОбумпром, ЦНИИБ, УкрНИИБ, ЦНИЛХИ**) рассматривают, принимают решения о передаче на депонирование и оформляют в установленном порядке по закрепленной за ними тематике рукописи в области науки, техники и передового производственного опыта, поступающие от организаций и предприятий отрасли, после чего отобранные рукописи направляют во **ВНИПИЭИлеспром**.

Редакции отраслевых журналов отбирают рукописи, носящие узкоспециальный характер, оформляют в установленном порядке и с согласия автора направляют на депонирование во **ВНИПИЭИлеспром** с выпиской из решения редколлегии журнала о передаче рукописи на депонирование.

Оформление рукописей осуществляется в соответствии с изданными в 1972 г. методическими указаниями **ВНИПИЭИлеспрома** по организации депонирования рукописных работ.

Справки по вопросам депонирования рукописей можно получить в отделе справочно-информационной работы **ВНИПИЭИлеспрома**: г. Москва, 127018, Полковная ул., 17, тел. 289-31-70.

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) на русском и английском языках 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
I и
Д
лят
дол
да
Г
тер
таб
наз
Во
ты
циф
тич
пре
упо
нуж
сок

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, страницы).

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, полные 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

ответственный номер автора. Подписи к рисункам на отгнанными на ма-

ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ НЕ ПОЗЖЕ обозначенного здесь срока

ть приложены
ция.
щать авторам не
и с требованием
и более аккурат-

производить со-
изменения руко
й авторам, как
гся.
латно 10 отти-
лчением публи-
ии и хроникки).

Цена 1 руб.

**Подписывайтесь
на журнал**

**«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, отдельные номера журнала высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: 163007, Архангельск-7, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».

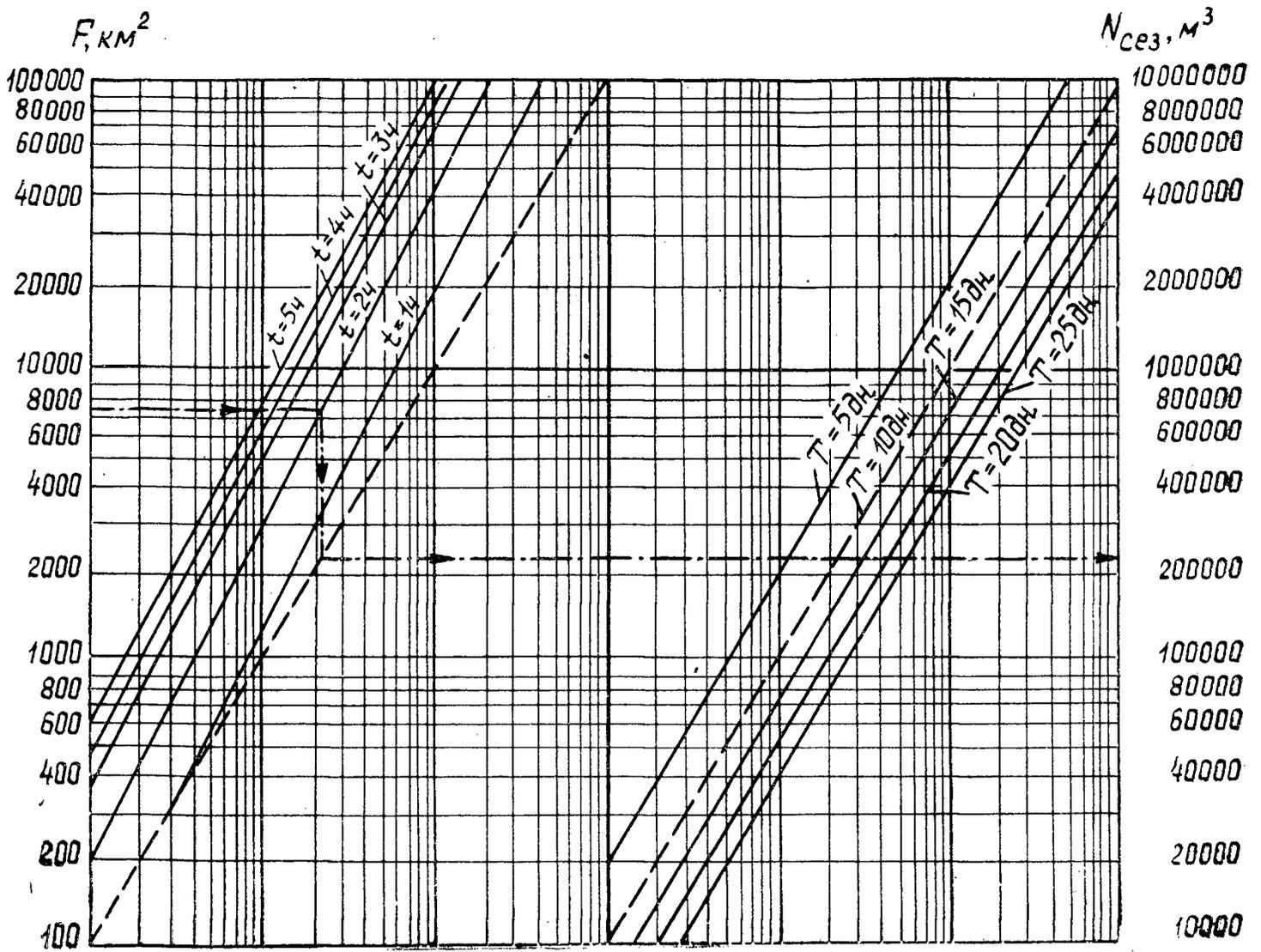


Рис. 1.

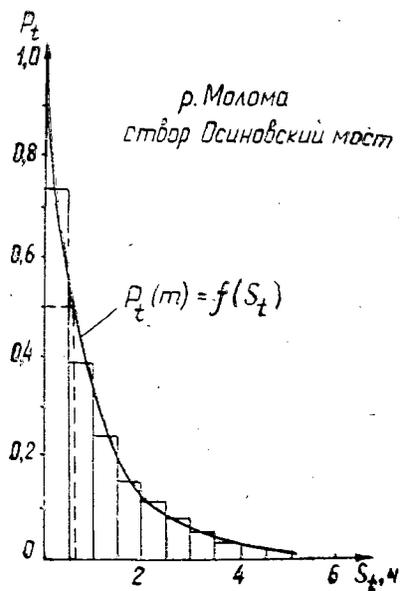
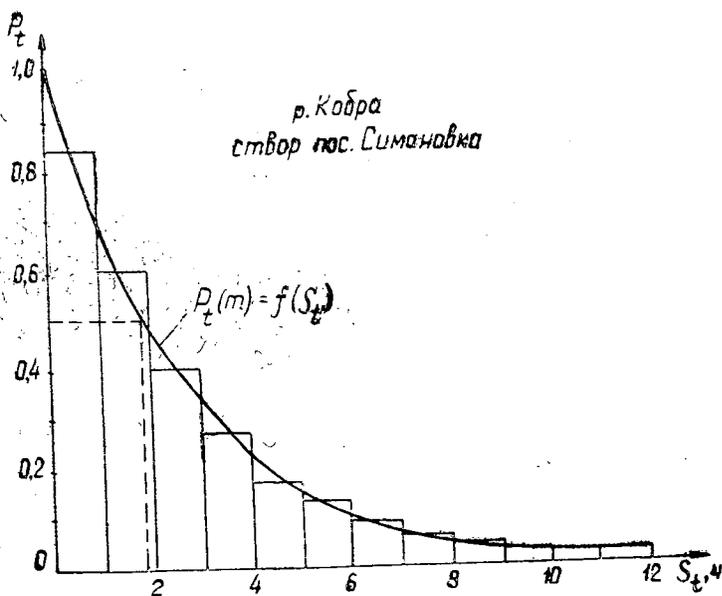


Рис. 2.

05
И-332

ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ

5

1976
