

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ЧЕТЫРНАДЦАТЫЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕСНОГО ПРОФЕССИОНАЛИЗМА
И РАБОТЫ
В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ
И В ОХРАНЕ
ЛЕСОВ

5

1971

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, проф. Г. А. Вильке, доц. П. И. Войчаль, проф. И. Б. Воронин, проф. А. Э. Грубе, проф. М. Л. Дворецкий, доц. Д. С. Добровольский, доц. Г. Л. Дранишников, проф. М. И. Зайчик, проф. Ф. И. Коперин, проф. С. Я. Коротов, акад. ВАСХНИЛ, проф. И. С. Мелехов, доц. Н. В. Никитин, проф. А. Н. Песоцкий, проф. С. И. Рахманов, доц. В. О. Самуило, доц. Г. Я. Трайтельман, проф. В. Н. Худоногов, доц. В. В. Щелкунов.

Ответственный секретарь редакции А. И. Кольцова.

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

Выходит 6 раз в год.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 5.

(Год издания четырнадцатый)

Сдан в набор 1/IX 1971 г. Подписан к печати 1/XII 1971 г. Форм. бум. 70 X 108^{1/16}.
Печ. л. 15,4 + 2 вкл. Физ. л. 11. Уч. изд. л. 15,88. Тираж 2200.
Сл. 00163. Заказ № 5318. Цена 1 руб.

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

СОРЕВНОВАТЬСЯ И УЧИТЬ СОРЕВНОВАНИЮ

В Постановлении ЦК КПСС «О дальнейшем улучшении организации социалистического соревнования», опубликованном 5 сентября 1971 г., подчеркнуто, что «дальнейшее развитие социалистического соревнования и совершенствование его организации являются важнейшим условием успешного претворения в жизнь программы экономического и социально-политического развития страны, выдвинутой XXIV съездом КПСС». Давая высокую оценку соревнованию на всех этапах социалистического и коммунистического строительства, ЦК КПСС указывает, что в условиях научно-технической революции соревнование призвано сыграть качественно новую роль как в решении народнохозяйственных задач, так и в деле воспитания трудящихся.

Воспитывать людей в духе коммунистического отношения к труду, прививать высокие моральные качества, формировать социалистический коллективизм, укреплять отношения сотрудничества и товарищеской взаимопомощи — важнейшие задачи, сформулированные в Постановлении ЦК КПСС. Партия требует последовательно развивать коммунистические основы этого массового патристического движения, эффективно распространять передовой опыт, поднимать квалификацию кадров, активно пропагандировать научно-технические и экономические знания. ЦК КПСС подчеркивает необходимость всемерно повышать активность трудящихся в деле ускорения научно-технического прогресса, создавать в каждом производственном и научном коллективе атмосферу массового творческого поиска, нетерпимости к техническому и научному консерватизму, воспитывать в советских людях замечательные качества борцов, созидателей, новаторов.

Вдумчиво изучая этот партийный документ большого политического значения, работники вузов воспринимают его как программу дальнейшей активизации педагогической, научно-исследовательской и воспитательной работы. Постановление ЦК КПСС обязывает Министерство высшего и среднего специального образования СССР, совместно с другими организациями, «принять меры по улучшению практики обобщения конкретного опыта и более глубокой теоретической разработке проблем дальнейшего развития социалистического соревнования, движения за коммунистическое отношение к труду».

Эти вопросы должны также войти в курсы организации производства, технического нормирования и научной организации труда, в технологические дисциплины. Квалифицированно излагая существо предложений передовиков производства, необходимо показывать, что в них проявляется живая заинтересованность трудящихся в совершенствовании социалистического производства, чувство хозяина производства.

Для работников высшей школы социалистическое соревнование — не только предмет преподавания и исследований. Все факультеты, кафедры, преподаватели и сотрудники вузов активно участвуют в соревновании за повышение успеваемости студентов, совершенствование педагогического процесса, развертывание научной работы и др.

Успешное выполнение социалистических обязательств в ознаменование 50-летия Великого Октября, 100-летия со дня рождения В. И. Ленина и в честь XXIV съезда КПСС показало высокую эффективность соревнования в вузах. Этот опыт должен получить дальнейшее распространение.

Коммунистическая партия и правительство, советский народ делают все, чтобы помочь каждому молодому человеку найти применение своему таланту, энергии, инициативе. Выполняя ленинские заветы, высшая школа в настоящее время рассматривает само понятие «обучение» как единство многих частей, в том числе обучение юношей и девушек навыкам общественно-политической работы, методам руководства и управления коллективом. Не случайно сегодня каждый седьмой студент — боец студенческого строительного отряда, каждый третий — участник Всесоюзного конкурса по проблемам общественных наук, истории ВЛКСМ и международного молодежного движения. Овладевая знаниями, получая марксистско-ленинскую теоретическую закалку, будущие командиры производства учатся коммунизму, готовятся внести свой вклад в развитие народного хозяйства и науки. Еще в вузе они должны пройти школу социалистического соревнования. Развивая соревнование за лучшую студенческую группу, за активное участие в исследовательской работе и в помощи производству, за образцовую культуру быта в общежитиях и др., необходимо постоянно добиваться высокого идейного уровня соревнования, не допускать формализма, воспитывать у студентов глубокую веру в силу социалистического соревнования.

Работники высшей школы! Активно включайтесь в социалистическое соревнование, глубоко изучайте передовой производственный опыт и настойчиво боритесь за его распространение, растите молодое поколение строителей коммунизма!

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 634.0.181.524

**О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
ВЕЩЕСТВ НА НУКЛЕИНОВЫЙ ОБМЕН
ПРИ ПРОРАСТАНИИ СЕМЯН ЕЛИ***П. Ф. СОВЕРШАЕВ, В. Б. ЛАРИН*

Архангельский лесотехнический институт

В последних работах [1]—[5] показаны стимулирующая роль физиологически активных веществ (ФАВ) и механизмы их воздействия на отдельные звенья клеточного метаболизма. Кинетин действует на процессы, связанные с репликацией ДНК. Под его влиянием в растущих клетках усиливается синтез РНК и белков, увеличивается количество свободных и уменьшается содержание связанных с белками фосфатных групп РНК в начале воздействия. В дальнейшем содержание РНК и соотношение свободных и связанных фосфатных групп приходит к исходному состоянию. Гиббереллин также стимулирует синтез РНК и ДНК [7]. В. Г. Конарев и Т. Н. Елсакова [3] действие физиологически активных веществ на нуклеиновые кислоты разделяют на два этапа. На первом этапе эти вещества стимулируют синтез всех фракций РНК и метаболическую функцию ДНК (возрастает количество лабильной ДНК в ядре). На втором этапе в связи с началом синтеза белка в этот процесс вовлекаются транспортная РНК и рибосомы. Лабильная ДНК в это время исчезает, одновременно с этим увеличиваются митозы [6].

Исследования действия физиологически активных веществ на синтез нуклеиновых кислот в период прорастания проведены нами на семенах ели.

Еловые семена II класса сортности собраны в Плесецком лесхозе Архангельской области. Для проращивания брали средние пробы семян, из которых отсчитывали по 100 шт., в трех повторностях для каждого стимулятора роста. Семена укладывали на бумагу аппарата для проращивания. В каждый аппарат отдельно заливали растворы физиологически активных веществ: кинетина, гиббереллина, гетероауксина, аммонийных солей лигнинных поликарбеновых кислот — АПК, таннина и янтарной кислоты, концентрация которых указана в табл. 1.

Параллельно закладывали опыты по проращиванию семян после намачивания их в течение суток в растворах тех же стимуляторов роста. При этом во все аппараты для проращивания, как и в контроле, наливали воду. Во всех опытах всхожесть семян учитывали в дни взятия образцов для анализа.

Семена проращивали при комнатной температуре в течение 15 суток. На 3-й, 5-й, 7-й и 10-й день после намачивания из каждой партии брали для анализа по 10 семян и фиксировали в кипящей смеси спирт — ацетон в течение 2 мин. Количество нуклеиновых кислот определяли по методике Р. Волгина и Б. Партье [9].

Период прорастания семян — один из самых важных в онтогенезе растений. В это время происходит ряд сложных биохимических процессов. Белки эндосперма гидролизуются до пептидов и аминокислот, из которых при непосредственном участии нуклеиновых кислот строятся белки растущего зародыша. Одновременно с этим значительно увеличивается и содержание нуклеиновых кислот вследствие их синтеза.

Растворы	Нуклеиновые кислоты	Содержание нуклеиновых кислот, мг %, в зависимости от числа дней проращивания				
		0 (сухне)	3	5	7	10
Контроль (вода)	РНК	542	670	725	1382	1882
	ДНК	256	301	337	416	520
Кинетин 0,001 %-ный	РНК	—	1370	—	—	—
	ДНК	—	361	—	—	—
Гиббереллин 0,001 %-ный	РНК	—	1237	945	1586	2576
	ДНК	—	443	340	505	632
Гетероауксин 0,002 %-ный	РНК	—	2254	1800	2107	2995
	ДНК	—	660	433	526	625
АПК 0,05 %-ный	РНК	—	1215	1132	1696	2409
	ДНК	—	515	413	520	602
Таннин 0,1 %-ный	РНК	—	1155	1569	1895	1718
	ДНК	—	388	503	585	465
Янтарная кислота 0,007 %-ная	РНК	—	1058	1156	1685	2256
	ДНК	—	326	433	600	656

Примечание. В числителе показана всхожесть семян при проращивании их творах этих же ФАВ и той же концентрации в течение суток, но проращиваемых

Результаты наших исследований воздействия физиологически активных веществ на синтез нуклеиновых кислот в процессе прорастания семян ели приведены в табл. 1.

Из таблицы следует, что все участвовавшие в опыте физиологически активные вещества и стимуляторы оказали различное влияние на увеличение содержания РНК и ДНК в семенах и проростках ели. По воздействию ФАВ на синтез нуклеиновых кислот их можно разделить на две группы.

К первой группе относятся гиббереллин, гетероауксин и АПК. Для этой группы характерно быстрое увеличение содержания РНК и ДНК в начале прорастания семян и заметное снижение с 3-го по 5-й день, что объясняется, по-видимому, механизмом воздействия физиологически активных веществ на нуклеиновые кислоты. С 7-го по 10-й день количество РНК и ДНК в проростках семян вновь увеличилось. Максимум нуклеиновых кислот отмечен у семян, проросших в растворе гиббереллина на 10-й день после намачивания (136,8 и 119,3% по сравнению с контролем).

В опыте с гетероауксином максимум РНК и ДНК достиг соответственно 159,1 и 118,2% по отношению к контролю.

Под воздействием раствора АПК увеличение количества РНК составило 128%, ДНК — 113,8%.

Через 3 дня после начала опыта с кинетином содержание РНК увеличилось более чем в два раза, ДНК — в 1,4 раза. К 5-му дню не было обнаружено ни одного проросшего семени, поэтому в дальнейшем анализ семян не проводили. Очень низкая всхожесть семян была вызвана слишком высокой концентрацией раствора кинетина. Повторный опыт с 0,0001 %-ным раствором дал более положительные результаты, абсолютная всхожесть семян достигла 83%.

Стимуляторы второй группы — таннин и янтарная кислота — оказали своеобразное воздействие на синтез нуклеиновых кислот в прорастающих семенах. Под влиянием их растворов содержание РНК и ДНК непрерывно увеличивалось. В опыте с таннином максимум нук-

Таблица 1

Всхожесть семян, %, в зависимости от числа дней проращивания					
0 (сухие)	3	5	7	10	15
—	0,0	9,3	35,3	56,7	77,9
—	0,0	0,0	5,0	28,0	38,0
—	0,0	2,4	5,6	28,4	38,6
—	0,0	2,5	15,0	62,0	81,5
—	0,0	5,0	32,0	57,0	70,8
—	0,0	17,5	43,0	75,0	82,4
—	0,0	11,2	39,5	62,3	79,2
—	1,2	13,0	53,5	67,5	80,3
—	1,0	16,0	40,2	71,0	87,4
—	0,0	11,5	40,5	73,0	81,2
—	0,0	7,0	37,0	76,0	91,7
—	4,0	12,4	42,4	58,3	69,8
—	3,5	11,0	56,2	61,4	88,7

в растворах ФАВ (I вариант); в знаменателе — всхожесть семян, намоченных в рас-
в воде (II вариант).

лейновых кислот наблюдался уже на 7-й день прорастания и составлял для РНК 137,1% и для ДНК 139,5% по отношению к контролю. У 10-дневных проростков содержание РНК и ДНК несколько снизилось, что объясняется быстрым ростом проростков, достигавших 40 мм. В. Г. Кошарев [2] показал, что при росте путем растяжения и дальнейшей дифференциации клеток количество нуклеиновых кислот по отношению к весу проростка уменьшается вследствие увеличения других компонентов клеточных структур. Раствор янтарной кислоты в начале опыта оказал незначительное влияние на синтез нуклеиновых кислот. Наибольшее увеличение содержания РНК и ДНК произошло с 5-го по 10-й день прорастания семян.

Все исследованные нами ФАВ и стимуляторы роста, несмотря на некоторые различия их действия, вызывали увеличение содержания РНК и ДНК в прорастающих семенах ели. Это обстоятельство оказало воздействие на рост проростков, которые были в 1,5—2 раза длиннее контрольных.

Анализ приведенных в таблице данных позволяет сделать следующие выводы.

1. Абсолютная всхожесть семян и энергия их прорастания зависят от концентрации растворов ФАВ. Растворы гиббереллина, гетероауксина, АПК и таннина в данных концентрациях увеличили абсолютную всхожесть семян по сравнению с контролем, растворы кинетина и янтарной кислоты, наоборот, понизили.

2. Во втором варианте опыта абсолютная всхожесть семян уменьшилась при намачивании семян в растворе гиббереллина и гетероауксина. Значительно увеличило всхожесть семян намачивание их в растворе АПК, таннина и янтарной кислоты. Сравнение полученных данных с контролем показывает, что II вариант опыта более перспективен для практического применения [8], так как концентрация растворов в I варианте изменяется по мере потребления воды и при дальнейшем прорастании семян оказывает ингибирующее действие на рост проростков.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Т. Н. Елсакова. Сб. «Биология нуклеинового обмена у растений», изд-во «Наука», 1964. [2]. В. Г. Конарев. Нуклеиновые кислоты и морфогенез растений. Изд-во «Высшая школа», 1959. [3]. В. Г. Конарев, Т. Н. Елсакова. Сб. «Регуляторы роста растений и нуклеиновый обмен», изд-во «Наука», 1965. [4]. О. Н. Кулаева. Журн. «Физиология растений», т. 9, вып. 1, 1962. [5]. О. Н. Кулаева, И. П. Воробьева. Журн. «Физиология растений», т. 10, вып. 1, 1962. [6]. П. Ф. Созершаев. Труды АЛТИ, вып. XXI, 1969. [7]. М. А. Строганова. Тезисы докладов II конференции по физиологии и биохимии растений Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1964. [8]. Г. С. Тутыгин, В. Б. Ларин. Труды АЛТИ, вып. XXI, 1969. [9]. R. Wollgichn, V. Parthier. «Flora», 1964, 325, 1964.

Поступила 23 декабря 1970 г.

УДК 674.032.475.7

ОПЫТ ИНТРОДУКЦИИ ПСЕВДОТСУГИ В ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНАХ РСФСР

В. И. БИРЮКОВ

Брянский технологический институт

Сокращение сроков выращивания насаждений, повышение продуктивности и улучшение качественного состава лесов — важнейшая задача лесной науки и практики. Один из путей решения ее — внедрение в насаждения новых экзотических древесных пород.

Среди них особого внимания заслуживает псевдотсуга. Она быстро растет, вынослива, декоративна, ее древесина по ценности не уступает древесине лиственницы, насаждения высоко производительны.

В нашей стране псевдотсуга успешно растет в культурах западных областей Украины и Белоруссии, в Прибалтике, а также в Крыму и на Кавказе. В западной части УССР культуры псевдотсуги в условиях свежего и влажного грудов к возрасту 60 лет накапливают запас древесины 1167 м³ на 1 га при средней высоте 37,8 м и среднем диаметре 38,8 см [1], [2].

Мы изучали опытные культуры псевдотсуги в Брянском учебно-опытном лесхозе и в дендрарии Лесостепной опытно-селекционной станции (ЛЮСС) на участке 76а, при этом использовали данные наблюдений и измерений и за предыдущие годы.

Первые опытные культуры псевдотсуги в учебно-опытном лесхозе созданы на площади 0,2 га в квартале 60 под руководством А. В. Тюрина. Почва участка среднеподзолистая песчаная, подстилаемая глауконитовыми песками с фосфоритами и гольскими глинами, свежая до влажной. Уровень грунтовых вод 1,5—2,0 м. Тип условий местопрорастания — свежая сложная суборь (С₂), тип леса — сосняк лещиновый.

Псевдотсугу вводили под полог изреженного 28-летнего осиново-березового насаждения I класса бонитета. Посадку производили весной 1914 г. трехлетними сеянцами группами по 5—7 шт. в приготовленные в просветах ямки. Величина надземной части сеянцев равнялась 10—20 см, длина корневых систем 20—35 см.

Многие исследователи отмечали, что псевдотсуга в Америке хорошо растет и развивается под пологом осины американской. В наших опытах под пологом осины обыкновенной она была сильно угнетена, наблюдался значительный отпад и замедление роста. В возрасте 19 лет средняя высота сохранившихся растений равнялась 1,0 м, наибольшая — 1,8 м [5], [6]. После проведенного в 1934 г. осветления (путем вырубki осины и березы) псевдотсуга начала энергично расти в высоту и по диаметру. Однако оставленные деревья осины и березы до настоящего времени угнетают псевдотсугу. Средняя высота сохранившихся 27 ее деревьев в возрасте 58 лет 14,1 м, средний диаметр 13,5 см.

Псевдотсуга в описанных культурах начала плодоносить с 35 лет. В настоящее время отдельные деревья дают обильные урожаи доброкачественных семян.

Из собранных с плодоносящих деревьев семян в квартале 38 были созданы культуры на открытом участке, до закультивирования занятом огородами лесной охраны. Почвенно-грунтовые условия такие же, как и в первом случае. Посадку производили весной 1954 г. под лопату в дно борозд 4-летними саженцами, выращенными в местном питомнике. Размещение культур 2×2 м. Между растениями в ряду и между рядами псевдотсуги высаживали клены яснелистный и приречный. Сейчас эти породы отстают в росте от лучших и средних экземпляров псевдотсуги и не составляют для нее заметной конкуренции в борьбе за свет.

На открытом участке, где достаточно света, 18-летняя псевдотсуга показала высокую сохранность (93,2%). Здесь совместно растут псевдотсуга тиссолистная и сизая, которые в 18-летнем возрасте имеют различные показатели роста в высоту и по диаметру (табл. 1). Различия в росте существенны. Лучшие показатели имеет псевдотсуга тиссолистная, что подтверждает результаты исследований других авторов.

Таблица 1

Псевдотсуга	Средняя высота, м	Средний диаметр, см
Тиссолистная	$3,61 \pm 0,073$	$3,94 \pm 0,13$
Сизая	$3,15 \pm 0,078$	$2,70 \pm 0,07$

В культурах учебно-опытного лесхоза молодая псевдотсуга повреждается сильными зимними морозами (иногда отмирают верхинные однолетние побеги) и поздними весенними заморозками, побивающими молодую хвою. С возрастом зимостойкость ее повышается и уже у 18-летних деревьев побеги повреждаются морозами лишь в исключительно суровые зимы. Поражений вредителями и болезнями не обнаружено.

В дендрарии ЛОСС изучены культуры псевдотсуги тиссолистной, созданные семенами, полученными из США. Дендрарий заложен в условиях открытого засушливого плато. Почва — выщелоченный чернозем. Тип условий местопроизрастания — свежесозревшая дубрава $D_1 \rightarrow 2$. Грунтовые воды залегают на глубине около 40 см.

Культуры созданы посадкой 6-летних саженцев в мае 1930 г. Подготовка почвы сплошная. На участке площадью 0,013 га было высажено 142 растения, к моменту исследования сохранилось 34 дерева, то есть отпад составил 76%. Оставшиеся деревья образуют сомкнутый полог. В возрасте 46 лет насаждение имеет среднюю высоту 15,9 м, средний диаметр 23,7 см.

При исследовании у каждого дерева измеряли высоту, диаметр на высоте груди, на 1/10 и 1/4 высоты, находили коэффициенты формы, а по ним (по номограмме Г. М. Козленко) видовые числа, определяли площади сечений древесных стволов. Полученные данные позволили определить объемы деревьев и вычислить запас насаждения на участке. В пересчете на 1 га он составил 820 м³, что свидетельствует о высокой производительности псевдотсуги на черноземе Центральной лесостепи.

Таблица 2

Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см
5	0,2	—
10	0,8	—
15	2,8	3,4
20	5,0	9,2
25	7,2	12,0
30	9,1	15,6
46	15,9	23,7

Результаты измерений за предыдущие годы [3], [4] и наши данные позволили проследить за ходом роста псевдотсуги тиссолистной в высоту и по диаметру в дендрарии ЛОСС (табл. 2).

Из таблицы видно, что до 10 лет псевдотсуга растет медленно, а в последующие годы энергия роста ее значительно увеличивается. В возрасте до 46 лет темп роста достаточно высок. За последние 16 лет средний прирост по высоте составляет 0,42 м, по диаметру 0,5 см.

В условиях ЛОСС псевдотсуга тиссолистная вполне засухоустойчива, мирится с недостатком влаги в почве. В молодом возрасте она страдает от морозов и весенних заморозков так же, как и в учебно-опытном лесхозе (лесная зона), но очень быстро оправляется от повреждений, благодаря наличию многочисленных спящих почек. Взрослые же деревья не побиваются морозами даже в исключительно суровые зимы, не поражаются ни вредителями, ни болезнями.

Регулярно плодоносить псевдотсуга начинает с 20 лет. Урожайные годы наблюдаются почти ежегодно. Дает обильный самосев (до 100 шт. на 1 м²), что говорит о ее полной акклиматизации в Центральной лесостепи. Однако самосев под плотным пологом сохраняется в течение 1—2 лет, старшего возраста достигает под изреженным пологом и на опушках насаждений, куда проникает достаточное количество света.

Псевдотсуга декоративна. Ее деревья с пирамидальной кроной и длинной плоской хвоей особенно красочно выглядят в период цветения, когда ветви покрываются многочисленными розовато-пурпуровыми с фиолетовым оттенком мужскими колосками и яркими розовато-малиновыми женскими шишечками, окраска которых сохраняется длительное время.

Можно считать, что в центральных районах европейской части РСФСР псевдотсуга вполне акклиматизировалась и способна к репродукции. Особую ценность представляет псевдотсуга тиссолистная.

Необходимо шире внедрять ее в массивные и защитные лесонасаждения Центральной лесостепи, использовать в декоративном садоводстве на черноземных и суглинистых почвах. Введение в культуры этой породы позволит повысить продуктивность и улучшить качество наших лесов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Т. М. Бродович. Лжетсуга (дугласия) в лесных насаждениях УССР. Сб. «Лесоводство и агролесомелиорация», вып. 16, Харьков, УкрНИИЛХА, 1969. [2]. Т. М. Бродович. Культуры псевдотсуги в лесных насаждениях СССР. Автореферат, Киев, 1969. [3]. Н. К. Вехов. Быстрота роста экзотов в условиях степи. Гослесбумиздат, М., 1949. [4]. Н. К. Вехов, В. Н. Вехов. Хвойные породы Лесостепной станции. Изд. Минкоммухоза РСФСР, М., 1962. [5]. Б. В. Гроздов и др. Экзоты Западной области. ЗОНИ, Смоленск, 1935. [6]. Б. В. Гроздов. К учету культур экзотов учебно-опытной дачи Брянского лесного института. ЗОНИ, Смоленск, 1935.

Поступила 1 марта 1971 г.

УДК 634.0.161.4

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОГО РИТМА И СКОРОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ ФОСФОРА ДРЕВЕСНЫМИ ПОРОДАМИ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРОИЗРАСТАНИИ

М. В. КОЛЕСНИЧЕНКО, Ю. М. СПАХОВ, А. С. СПАХОВА

Воронежский сельскохозяйственный институт

Для создания высокопродуктивных и биологически устойчивых смешанных лесных культур исследователи [5], [1], [7] рекомендуют подбирать древесные породы с различным сезонным ритмом поглощения минеральных веществ, наличие которого было обнаружено методом меченых атомов. Эти рекомендации нуждаются в уточнении. Остаются

ся неясными еще многие вопросы: возможность изменения сезонного ритма поглощения минеральных веществ в процессе взаимовлияния древесных растений в смешанных культурах, значение аллелопатии и др. Наше исследование посвящено выяснению особенностей сезонного ритма поглощения фосфора (P^{32}) в чистых и смешанных посадках в вегетационных сосудах, с целью более глубокого познания взаимоотношения конкретных сочетаний древесных растений.

В сосуды Митчерлиха емкостью 8 кг почвы высаживали по 4 двухлетних древесных растения, близких по размерам и развитию надземной части и корневой системе. Влажность почвы в сосудах поддерживали на уровне 60% от полной влагоемкости. Один раз в декаду растения подкармливали 0,2 н. питательной смесью Кнопа.

Варианты опытов: 1 — чистые (одновидовые) посадки — контроль (четыре растения в сосуде); 2 — смешанные посадки (два растения одного вида, два — другого в одном сосуде).

Изучали следующие пары древесных пород: дуб + ясень обыкновенный; дуб + липа; лиственница + ясень обыкновенный; сосна + береза; береза + ясень зеленый. Повторность опытов по количеству растений каждой породы в контроле — 16, в смешанных посадках — 8. По четыре сосуда каждого варианта опыта помещали в камеры — прямоугольные каркасы высотой 1,5 м ($0,47 \text{ м}^3$), открытые сверху и обтянутые с боков полиэтиленовой пленкой. Камеры, установленные на открытой площадке, обеспечивали обособление вариантов опыта и способствовали созданию в них нормальной концентрации летучих фитонцидов, что позволило полнее моделировать природные условия роста лесных культур с целью более правильной оценки характера взаимоотношений древесных растений.

Интенсивность поглощения минеральных веществ учитывали по суточной скорости накопления (*мкг/мин*) в стволах растений P^{32} , введенного в почву сосудов в виде $\text{KN}_2\text{P}^{32}\text{O}_4$ (со смесью Кнопа) из расчета 15 *микро* на 1 кг почвы. Измерения радиоактивности в нижней части стволков проводили у живых неповрежденных растений по ранее разработанной методике [4] через каждые 10 суток в течение вегетационного периода. Результаты представлены в табл. 1.

Опыты показали, что максимумы и минимумы скорости накопления P^{32} в стволах растений в течение вегетации имеют видовую специфику, что согласуется с упомянутыми исследованиями. Так, в чистых посадках у дуба отмечены два максимума: в конце июня — начале июля и в середине августа, у липы — только во второй половине июля, а у ясеня обыкновенного — в июле и в конце августа. В этих случаях сезонный ритм поглощения P^{32} не совпадает, поэтому можно было бы ожидать взаимоблагоприятного совместного произрастания дуба с ясенем и липой. Однако эта возможность реализуется только при совместном произрастании дуба и липы, когда наблюдается взаимная стимуляция скорости накопления P^{32} в стволах растений обеих пород при сохранении обычного сезонного ритма. В смешанных посадках дуба и ясеня скорость накопления P^{32} у дуба в период первого максимума значительно ниже, чем в чистых (на 10—34% различия достоверны), при этом максимум накопления P^{32} у дуба сдвигается с конца июня на начало июля (на 10 дней) и у ясеня с начала в середину июля. Аналогичный сдвиг отмечен у березы при совместном выращивании ее с ясенем зеленым (табл. 1). В результате этого максимумы поглощения P^{32} у березы оказались приуроченными к минимумам поглощения у ясеня зеленого, что благоприятно повлияло на рост березы (табл. 2). В то же время, несмотря на несовпадение ритмов поглощения у березы и ясеня зеленого в смешанных посадках, скорость накопления P^{32} в стволах растений ясеня под влиянием березы снижается на 7—28% (различия в большинстве достоверны). Сдвиг максимума накопления P^{32} наблюдается у березы также и при совместном выращивании ее с сосной. Несмотря на несовпадение ритмов, скорость накопления P^{32} в смешанных посадках ниже, чем в чистых.

Характер взаимоотношений древесных растений в чистых и смешанных посадках отразился и на показателях роста 3-летних растений

Варианты опытов	20/VI	30/VI	10/VII	20/VII	30/VII
Дуб чистый	65,6 ± 1,2	91,3 ± 2,7	76,5 ± 1,4	62,0 ± 0,9	48,7 ± 0,9
Дуб+	82,0 ± 1,6 (8,2)	114,3 ± 2,9 (5,9)	98,0 ± 2,3 (8,6)	83,4 ± 1,1 (15,3)	70,5 ± 0,9 (16,7)
+ липа	88,6 ± 3,0 (7,7)	84,7 ± 0,9 (6,5)	132,2 ± 1,7 (16,1)	146,7 ± 2,3 (9,5)	112,0 ± 1,5 (10,7)
Липа чистая	62,5 ± 1,7	71,0 ± 1,9	98,4 ± 1,2	120,1 ± 1,6	88,5 ± 1,7
Дуб+	59,8 ± 1,8 (2,7)	52,8 ± 1,4 (12,8)	65,5 ± 2,7 (3,7)	41,3 ± 1,2 (13,6)	38,7 ± 1,8 (5,0)
+ясень обыкновенный	95,7 ± 1,2 (3,2)	93,0 ± 1,9 (11,0)	100,3 ± 1,7 (3,5)	123,3 ± 1,7 (14,7)	110,0 ± 1,5 (1,0)
Ясень обыкновенный чистый	82,0 ± 4,1	65,5 ± 1,6	112,3 ± 3,0	93,8 ± 1,5	107,5 ± 1,9
Ясень обыкновенный+	83,5 ± 1,9 (0,3)	66,5 ± 1,1 (0,5)	111,0 ± 1,9 (0,3)	93,4 ± 1,1 (0,2)	114,0 ± 1,5 (2,7)
+лиственница	44,3 ± 1,3 (2,0)	59,0 ± 0,8 (13,4)	58,5 ± 1,0 (4,8)	68,1 ± 0,8 (14,3)	75,0 ± 1,0 (1,2)
Лиственница чистая	39,2 ± 2,9	41,5 ± 1,1	48,3 ± 2,0	50,9 ± 1,1	72,9 ± 1,4
Сосна чистая	25,7 ± 0,4	34,5 ± 0,7	40,6 ± 0,5	42,5 ± 0,7	45,1 ± 0,7
Сосна+	20,7 ± 0,7 (6,2)	25,4 ± 0,6 (10,1)	30,7 ± 0,4 (16,5)	29,1 ± 0,7 (13,4)	25,0 ± 0,9 (18,2)
+береза	28,5 ± 0,8 (11,4)	37,1 ± 0,6 (28,4)	24,9 ± 0,5 (20,0)	25,4 ± 0,5 (14,1)	27,6 ± 0,4 (24,3)
Береза чистая	42,2 ± 0,9	63,7 ± 0,7	38,9 ± 0,6	35,3 ± 0,4	42,2 ± 0,5
Береза+	38,2 ± 0,3 (4,4)	43,8 ± 1,0 (16,5)	53,5 ± 0,7 (14,3)	50,0 ± 0,5 (39,2)	35,0 ± 1,5 (4,8)
+ясень зеленый	72,1 ± 1,6 (6,5)	80,7 ± 1,5 (7,2)	51,6 ± 1,3 (10,7)	44,5 ± 1,0 (10,9)	89,4 ± 1,0 (10,7)
Ясень зеленый чистый	85,9 ± 1,4	93,7 ± 1,2	67,7 ± 0,9	60,9 ± 1,1	107,6 ± 1,5

Примечание. В скобках указана достоверность различий между средними

Таблица 1

10/VIII	20/VIII	30/VIII	10/IX	20/IX	Накопление R^{32} в стволах за сезон
65,7 ± 1,2	75,3 ± 1,3	57,8 ± 0,9	51,8 ± 1,1	36,0 ± 0,6	6025 ± 133
89,6 ± 1,0	91,7 ± 1,2	71,8 ± 1,6	60,9 ± 0,9	38,8 ± 0,6	7400 ± 107
(15,9)	(9,6)	(7,8)	(6,5)	(3,5)	(8,1)
83,1 ± 1,2	82,1 ± 1,2	70,0 ± 0,9	53,2 ± 1,2	36,2 ± 0,6	8323 ± 49
(8,2)	(4,6)	(6,1)	(3,9)	(5,3)	(13,3)
69,9 ± 1,1	72,3 ± 1,8	61,5 ± 1,1	49,7 ± 1,0	30,9 ± 0,9	6816 ± 102
68,3 ± 2,7	68,9 ± 1,9	46,3 ± 0,9	46,7 ± 2,2	34,3 ± 1,0	4792 ± 79
(0,8)	(2,9)	(10,4)	(2,1)	(1,5)	(8,0)
73,3 ± 1,9	86,0 ± 2,1	88,3 ± 1,1	63,3 ± 0,9	51,3 ± 1,7	7920 ± 97
(1,5)	(2,0)	(2,2)	(0,9)	(1,0)	(1,8)
76,7 ± 1,3	80,3 ± 1,9	85,0 ± 1,1	61,7 ± 1,5	49,3 ± 1,2	7650 ± 117
76,1 ± 2,4	84,9 ± 2,3	88,4 ± 1,2	66,6 ± 2,2	50,9 ± 1,6	8103 ± 211
(0,2)	(1,6)	(1,8)	(1,8)	(0,8)	(1,9)
94,1 ± 2,5	91,4 ± 1,6	81,0 ± 1,2	74,5 ± 1,2	61,3 ± 1,3	6902 ± 66
(1,1)	(0,1)	(0,5)	(1,1)	(0,5)	(6,4)
90,8 ± 1,5	91,2 ± 1,3	82,0 ± 1,2	72,5 ± 1,2	62,6 ± 1,3	6432 ± 31
50,1 ± 0,7	47,8 ± 0,8	62,7 ± 1,3	70,4 ± 1,1	70,3 ± 1,1	4705 ± 80
30,4 ± 0,8	27,0 ± 0,9	48,2 ± 1,3	63,9 ± 0,9	61,1 ± 1,3	3213 ± 67
(19,7)	(17,3)	(5,2)	(4,6)	(5,4)	(14,3)
32,9 ± 1,0	47,9 ± 0,8	51,7 ± 1,2	42,7 ± 1,3	25,3 ± 1,0	3197 ± 55
(29,2)	(17,1)	(1,0)	(1,2)	(3,4)	(16)
70,9 ± 0,9	70,2 ± 1,1	53,1 ± 1,1	44,8 ± 1,2	29,7 ± 0,9	4894 ± 91
47,7 ± 1,5	63,3 ± 1,6	52,6 ± 1,3	41,1 ± 1,4	27,0 ± 0,9	4613 ± 62
(13,6)	(3,6)	(0,3)	(3,4)	(16,9)	(2,6)
84,5 ± 1,1	86,7 ± 1,8	94,5 ± 1,0	63,5 ± 1,2	37,0 ± 0,8	6763 ± 67
(9,5)	(1,6)	(1,6)	(3,9)	(3,0)	(9,5)
98,8 ± 1,1	90,4 ± 1,3	101,7 ± 2,2	69,0 ± 0,9	40,6 ± 0,9	7592 ± 56

данными, в сравнении с чистыми культурами.

Таблица 2

Варианты опытов	Прирост по высоте, см		Прирост по диаметру, мм	
	$M \pm m$	% от контроля	$M \pm m$	% от контроля
Дуб чистый	14,9 ± 0,90	100	0,88 ± 0,048	100
Дуб +	18,9 ± 0,77	126,8	1,13 ± 0,049	128,4
+ липа	13,2 ± 0,84	116,8	1,03 ± 0,052	114,4
Липа чистая	11,3 ± 0,41	100	0,90 ± 0,046	100
Дуб +	11,9 ± 0,83	79,9	0,67 ± 0,034	76,1
+ ясень обыкновенный	14,9 ± 0,48	104,9	1,05 ± 0,028	97,2
Ясень обыкновенный чистый	14,2 ± 0,63	100	1,08 ± 0,075	100
Ясень обыкновенный +	13,9 ± 0,62	97,9	1,11 ± 0,034	102,8
+ лиственница	11,5 ± 0,50	104,5	1,78 ± 0,060	111,3
Лиственница чистая	11,0 ± 0,43	100	1,60 ± 0,043	100
Сосна чистая	13,4 ± 0,49	100	1,11 ± 0,067	100
Сосна +	10,0 ± 0,78	74,6	0,82 ± 0,048	73,9
+ береза	25,5 ± 1,56	90,1	1,20 ± 0,057	81,6
Береза чистая	28,3 ± 1,08	100	1,47 ± 0,056	100
Береза +	29,5 ± 1,02	104,2	1,59 ± 0,151	103,2
+ ясень зеленый	21,3 ± 0,80	92,2	1,13 ± 0,052	89,0
Ясень зеленый чистый	23,1 ± 1,59	100	1,27 ± 0,050	100

в течение вегетационного периода (табл. 2). У сосны и березы при совместном произрастании значительно снижается прирост по высоте и диаметру, а у дуба и липы — повышается. В смешанных культурах дуба и ясеня обыкновенного уменьшается прирост дуба. Для лиственницы присутствие ясеня оказалось благоприятным, хотя сам ясень к присутствию лиственницы индифферентен. Береза успешно растет совместно с ясенем зеленым, в то время как рост ясеня зеленого несколько ухудшился. Показатели роста растений в смешанных посадках довольно четко согласуются с характером изменения интенсивности накопления P^{32} в стволах древесных растений. По-видимому, в случае усиления или подавления ростовых процессов изменяется и скорость поступления фосфора в места новообразования тканей, что отмечено в ряде работ [6], [4]. Вероятно, падением активности ростовых процессов объясняется и факт резкого снижения скорости накопления P^{32} в стволах всех пород (кроме сосны) в конце вегетации.

Несмотря на различия в сезонном ритме поглощения минеральных веществ у большинства компонентов исследуемых нами смешанных посадок, не всегда наблюдается их успешный рост, как этого можно было ожидать. По-видимому, на поглощение P^{32} и других элементов питания оказывают влияние не только различия в ритмах поглощения, но и другие причины. Одной из них могут быть биологически активные метаболиты (фитонциды), выделяемые растениями в процессе жизнедеятельности и оказывающие значительное влияние на жизненные функции совместно произрастающих растительных организмов [2], [3]. Вероятность такого предположения подтверждена в ранее проведенных нами опытах [4].

Обнаруженный в опытах сдвиг вершин кривых сезонного ритма скорости накопления P^{32} в стволах наблюдался у пород, оказывающих друг на друга отрицательное влияние, что свидетельствует о пластичности растительных организмов и возможности их взаимоприспособляемости. При подборе растений для смешанных культур недостаточно знать характеристики их жизненных процессов в чистых культурах. Необходимо учитывать характер биохимических влияний и возможность изменения ритма и скорости поглощения питательных веществ при совместном произрастании разных пород.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. И. Ахромейко. Физиологическое обоснование создания устойчивых лесных насаждений. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965. [2]. А. М. Гродзинский. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Изд-во «Наукова думка», Киев, 1965. [3]. М. В. Колесниченко. Биохимические взаимодействия древесных растений. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1968. [4]. М. В. Колесниченко, Ю. М. Спахов. Явление взаимосвязи и саморегуляции накопления фосфора в листьях и стволе молодых растений дуба летнего. Журн. «Физиология растений», т. 16, вып. 6, 1969. [5]. И. Н. Рахтеенко. Рост и взаимодействие корневых систем древесных растений. Изд-во АН БССР, Минск, 1963. [6]. О. Ф. Туева. Фосфор в питании растений. Изд-во «Наука», М., 1966. [7]. Н. И. Янович. Сезонный ритм поглощения фосфора корнями некоторых древесных пород. Сб. «Экология древесных растений», изд-во «Наука и техника», Минск, 1965.

Поступила 30 декабря 1970 г.

УДК 625.02

РЕЖИМ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТОВЫХ ДОРОЖЕК, ОБРАБОТАННЫХ ФУРФУРОЛ-АНИЛИНОМ

Т. Д. СУСЛОВА

Московский лесотехнический институт

Дорожная сеть питомников и дендросадов проходит в непосредственной близости от растений. Поэтому необходимо исследовать влияние технических мероприятий, связанных с улучшением дорожной сети, на условия, необходимые для нормального роста близрастущей растительности.

Исследования, проведенные в Московском лесотехническом институте, позволили установить, что обработка поверхности дорожек фурфурол-анилином влияет на влажность подстилающего грунта.

В ряде опубликованных работ [5], [2] и в проведенных исследованиях (В. Г. Пшоннова, Лю Го-фань и др.) указывается, что уплотненная, ничем не защищенная грунтовая поверхность в определенные периоды весене-летнего сезона служит дополнительным источником интенсивного физического испарения влаги. Так, по данным А. А. Роде и Н. А. Качинского, свободная грунтовая поверхность после весеннего водонасыщения испаряет примерно столько же воды, сколько открытая водная поверхность. Приток воды по капиллярам равен испаряющей способности грунта. В случае глубокого залегания грунтовых вод при следующей стадии испарения к просохшей дневной поверхности влага будет проталкиваться лишь диффузно. На этой стадии подача воды к дневной поверхности отстает от испарения. Слой грунта, близкий к дневной поверхности, на этой стадии физического испарения имеет влажность, близкую к влажности завядания растений (около 1,5—2,0 мг [1], [5]).

Такое состояние влажности грунта вызывает резкое увеличение всасывающей силы грунта, что обуславливает подтягивание влаги из нижележащих и соседних слоев. Кроме того, всасывающее давление при влажности, соответствующей влажности завядания, приблизительно равно 15 атм [5]. Такое давление растениями трудно преодолевается.

Интенсивность физического испарения с поверхности дорожек можно уменьшить разными путями, например, мульчированием песком [2]. Но для этого потребуется большое количество привозного

материала [11], в то же время эксплуатационные качества дорожек существенно не улучшатся.

Более эффективные мероприятия, позволяющие улучшать естественные грунты, — это применение методов технической мелиорации грунтов.

Мы использовали гидрофобный метод технической мелиорации грунтов адсорбционного характера с привлечением фурфурола и анилина [3], [4], [6]—[11]. Поверхность грунтовых дорожек (из супесчаного пылеватого и легкого суглинистого грунтов) дендросада МЛТИ обрабатывали фурфурол-анилином по двум методам: смешения на месте и пропитки. Реагенты брали в соотношении: фурфурола — 34%, анилина — 66% (от веса принятой дозировки реагентов) [3].

При первом методе глубина обрабатываемого слоя грунта была принята 5 и 8 см, дозировки — 1 и 2% фурфурол-анилина (от веса обрабатываемого грунта с оптимальной влажностью). Разрыхленный и измельченный при обработке грунт укатывали после внесения реагентов и перемешивания. При втором методе поверхность дорожек обрабатывали фурфурол-анилином в дозировках 0,35—2,20 кг/м², без нарушения естественного сложения грунта. В этом случае реагенты самопроизвольно проникали на глубину 1,5—2,0 см.

Исследования показали, что обработанная реагентами поверхность препятствует движению влаги как в нисходящем, так и в восходящем направлениях. Уменьшение физического испарения в жаркие периоды летнего сезона наблюдалось при обоих вариантах обработки грунта и при всех принятых дозировках, кроме наименьшей — 0,35 кг/м². В последнем случае подстилающий грунт (на глубине до 50 см) иссушался больше, чем в контроле (необработанная поверхность). Слишком малая дозировка реагентов на единицу поверхности не обеспечила полной обработки и недостаточно препятствовала физическому испарению влаги из-за наличия небольших участков свободного от реагентов грунта. В то же время пополнение влаги за счет инфильтрации также было сокращено, что и обусловило повышенное иссушение подстилающего грунта.

Уменьшение испарения влаги из подстилающего грунта сказывается на величине влажности. Так, в самые жаркие месяцы летнего сезона влажность подстилающего грунта обработанных дорожек была на 10—11% больше, чем в контроле. Это подтверждается величиной коэффициентов существенности различия t и значениями коэффициента изменчивости v (табл. 1).

Таблица 1

Сроки взятия проб	Значения t при сравнении вариантов обработки			Значения v при обработке методами	
	1 и 3	2 и 3	1 и 2	первым	вторым
Май	1,71	4,75	1,71	13,70	7,05
Июнь	14,26	13,27	1,85	10,03	12,78
Июль	29,51	15,86	1,26	5,95	8,55
Август	32,27	26,27	3,97	4,41	6,88
Сентябрь	15,42	16,52	1,97	11,41	11,09
Октябрь	3,18	5,19	2,83	10,23	8,51

Примечание. 1 — обработка 1%-ным фурфурол-анилином на 5 см; 2 — обработка 0,70 кг фурфурол-анилина на 1 м²; 3 — контроль.

При обработке поверхности дорожек стабилизируется режим влажности, что благоприятно сказывается на росте близрасположенной растительности. Грунт дорожек дендросада МЛТИ имел пористость 43% (коэффициент пористости 0,75), полную влагоемкость 28,6%. Оптимальными водными условиями считаются такие, при

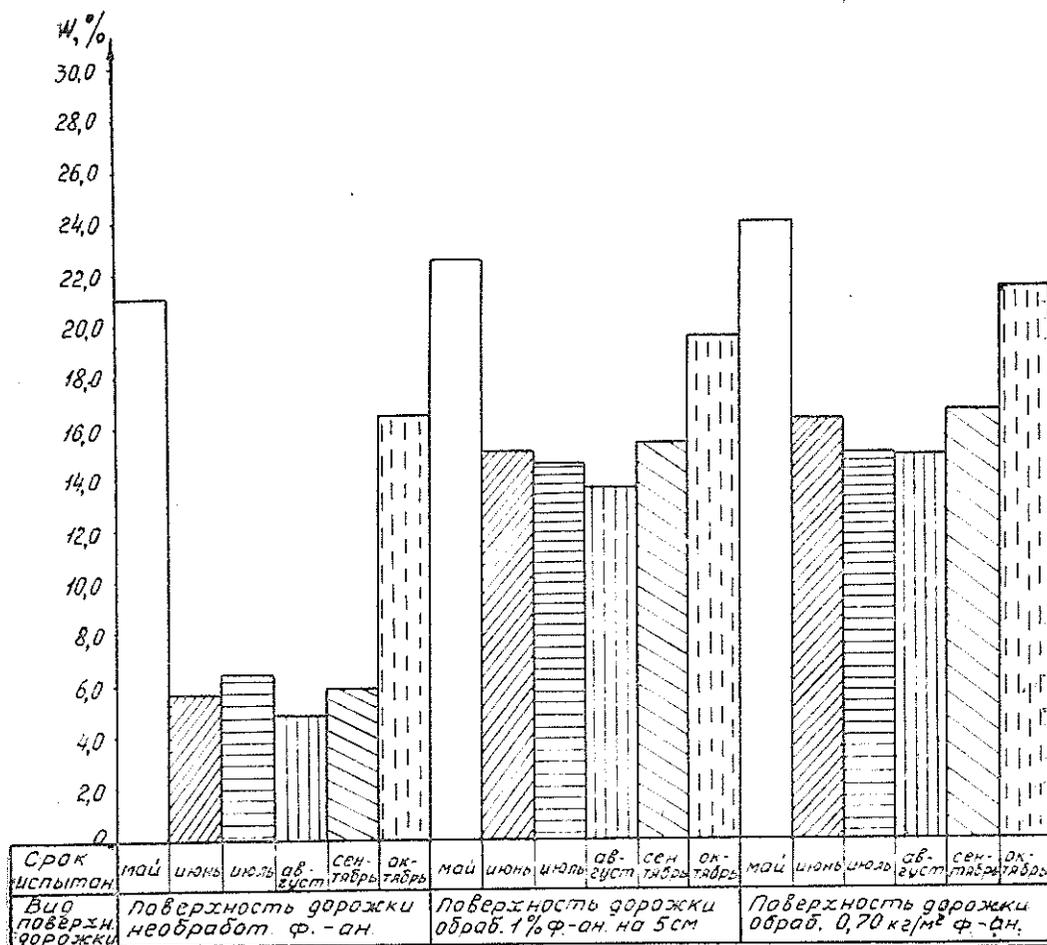


Рис. 1. Режим влажности грунтовых дорожек $W = \frac{W}{18}$.

которых грунт имеет влажность около 60% полной влагоемкости [1], [5], или 17%.

Влажность подстилающего грунта в опытных дорожках в засушливые периоды летнего сезона снижалась резко и находилась в пределах 14—17%, в контрольных доходила до 5—7% (рис. 1).

Полученные экспериментальные данные и результаты 9-летних наблюдений позволяют сделать вывод о целесообразности обработки фурфурол-анилином поверхности дорожек дендросадов и питомников.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. Н. Александрова и др. Почвоведение. Изд-во «Сельхозгиз», М., 1958. [2]. Н. А. Качинский. Физика почв. Изд-во «Высшая школа», М., 1970. [3]. М. Т. Кострико. Вопросы теории гидрофобизации грунтов. Л., 1957. [4]. М. Т. Кострико. Теоретические основы гидрофобных методов технической мелиорации глинистых и пылеватых грунтов. Диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук, 1957. [5]. А. А. Роде. Водный режим почв и его регулирование. Изд. АН СССР, М., 1963. [6]. Т. Д. Сусллова. Об укреплении грунтовых парковых дорожек фурфурол-анилиновыми смолами. ИВУЗ, «Лесной

журнал» № 1, 1962. [7]. Т. Д. Сулова. Влияние фурфурол-анилиновой смолы на растительность при укреплении грунтовых дорожек. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1962. [8]. Т. Д. Сулова. Стабилизация грунтов при устройстве дорожно-тропичной сети в питомниках и лесопарках. Сборник работ МЛТИ, вып. 13. Вопросы озеленения городов, 1965. [9]. Т. Д. Сулова. Некоторые вопросы инженерного благоустройства зеленых объектов Московской области. Рефераты докладов научно-технической конференции МЛТИ, 1966. [10]. Т. Д. Сулова. Влияние фурфурол-анилиновой смолы на прочность и влажность укрепленного грунта. Рефераты докладов научно-технической конференции МЛТИ, 1967. [11]. Т. Д. Сулова. Исследование влияния химических реагентов на изменение свойств грунтов и условий роста растений при устройстве дорожной сети питомников и лесопарков. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, М., 1970.

Поступила 19 апреля 1971 г.

УДК 631.472.74

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ СВОЙСТВ РИЗОСФЕРНОЙ ПОЧВЫ ДУБА В ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ВЕЛИКО-АНАДОЛЯ

Т. Н. КЕЛЕБЕРДА

Марнупольская ЛОС

Столетний опыт степного лесоразведения подтвердил мнение ученых, что дуб черешчатый — наиболее устойчивая и долговечная порода в степи ([3], [6], [2], [9] и др.).

Устойчивость той или иной древесной породы в степи зависит не только от степени развития корневой системы, способности бороться с крайними условиями сухости воздуха при жестких ветрах, но и от выраженности преобразующего воздействия этих насаждений на степные почвы и создания в относительно короткие сроки «лесной» обстановки в неестественных для лесной растительности местообитаниях.

В этой работе на основании пятилетних данных мы хотим показать, как дубовые насаждения преобразуют степную среду Велико-Анадолы. Для наглядности сравним почвопреобразующее действие насаждений дуба с влиянием неустойчивых в степи ясеневых насаждений.

Поскольку наиболее интенсивные изменения в свойствах почв происходят в зоне ризосферы [1], [7], [3], [11], проследим почвопреобразующее воздействие дубовых насаждений по анализу ризосферной почвы. Методика отбора образцов описана ранее [8].

Исследуемые насаждения произрастают на «исконно» степной почве. Основные таксационные показатели помещены в табл. 1.

Таблица 1

Насаждения	Возраст, лет	Средние		Сомкну- тость	Класс бонитета
		H, м	D, см		
Дубовое	19	8,6	8,4	1,0	I
"	28	14,4	17,8	0,9	I
"	57	18,6	16,8	0,8	II
Ясеневое	28	13,3	12,0	0,8	II
"	55	16,5	13,0	0,6	IV

Особо выделяется выщелачивающее действие насаждений на обыкновенный чернозем, которое проявляется в увеличении кислотности, растворении труднорастворимых карбонатов и понижении уровня их вскипания.

Г. Н. Высоцкий, например, считает, что чем ближе к поверхности находится горизонт вскипания и, следовательно, чем меньше глубина промачивания, тем хуже лесорастительные условия. Много лет он посвятил карбонатной бонитировке почв Велико-Анадоля [4], [5].

Таблица 2

Насаждения	рН		Гидролитическая кислотность мг-экв на 100 г почвы	Обменная кислотность
	водное	солевое		
Дубовое				
19 лет . .	6,05	5,80	2,85	0,052
28 " . .	5,90	5,60	3,14	0,065
57 " . .	5,70	5,15	5,96	0,093
Ясеновое				
28 лет . .	6,52	6,07	1,32	—
55 " . .	6,25	6,00	1,53	0,034

Исследования изменения величины кислотности в слое 0—20 см (табл. 2) показали, что дубовые и ясеновые насаждения по-разному преобразуют степную среду. Наиболее высокая гидролитическая кислотность и самое низкое рН среды отмечены в почве ризосферы дубовых насаждений. Ясеновое 55-летнее насаждение меньше изменило среду, чем 19-летнее дубовое.

Результаты наших исследований показали, что у разных древесных и кустарниковых пород различна тенденция к выщелачиванию карбонатов в почве. В 0—20-сантиметровом слое почвы ризосферы дубовых 28-летних насаждений содержится 1,29% CO_2 карбонатов, 57-летних — 1,02%, 28-летних ясеновых — 2,54%, 55-летних — 2,04%. Таким образом, наиболее интенсивное выщелачивание карбонатов наблюдается в почве ризосферы дуба (примерно в 2 раза).

П. С. Погребняк [10] отмечает, что при поселении леса на степных почвах улучшаются их плодородие и лесорастительные условия в результате повышения подвижности органического вещества почвы.

Таблица 3

Насаждения	Растворимое органическое вещество		Водорастворимый гумус	
	% к весу почвы	% к С общему	% к весу почвы	% к общему гумусу
Дубовое				
28 лет . .	0,19	4,50	0,292	4,02
57 " . .	0,32	7,00	0,395	4,96
Ясеновое				
28 лет . .	0,07	1,40	0,210	2,44
55 " . .	0,17	3,20	0,258	2,79

Наши исследования показали, что изменения в подвижности органического вещества чернозема степи тесно связаны с биологическими особенностями лесных насаждений (табл. 3). В почве ризосферы дуба примерно в 2 раза больше подвижных гуминовых кислот, водорастворимого гумуса, чем в почве ризосферы ясеня обыкновенного.

Ферментативная активность почв различна. В почве ризосферы 28-летнего дуба содержание каталазы равно 216,8, 28-летнего ясеня —

177,1 мг O_2 на 100 г сухой почвы при 5-минутной экспозиции, уреазы соответственно 13,16 и 8,31 мг азота аммиака на 1 г почвы.

Таким образом, изменение свойств обыкновенного чернозема степи тесно связано с биологическими особенностями древесных пород и возрастом насаждений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. Г. Богашева. К выяснению роли корневых систем древесных пород в почвообразовании. «Вестник МГУ» № 4, М., 1957. [2]. В. Булатович. Лжеакация и дуб в лесоводственной практике степных лесничеств. «Лесной журнал», вып. 5, 1892. [3]. Г. Н. Высоцкий. Лесные культуры на Велико-Анадольском участке. Труды экспедиции лесного департамента, СПб., 1893. [4]. Г. Н. Высоцкий. Биологические, почвенные и фенологические наблюдения в Велико-Анадоле. Труды опытных лесничеств, 1901—1902. [5]. Г. Н. Высоцкий. Изокарбонаты. Журн. «Русский почвовед» № 5, 1915. [6]. Г. Н. Высоцкий. О выборе наиболее подходящих для культуры в степях форм древесной растительности. Гослесбумиздат, М.—Л., 1949. [7]. Т. Н. Келеберда. Биологические и некоторые физико-химические свойства почв ризосферы древесных пород на обыкновенных черноземах в степи УССР. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1967. [8]. Т. Н. Келеберда. Состав насаждений, биологические и физико-химические свойства почв ризосферы в степи УССР. Вестник сельскохозяйственной науки, № 7, 1968. [9]. Ю. Леман. Различные типы смешения древесных и кустарниковых пород при степных культурах леса. «Лесной журнал», вып. 2, СПб., 1901. [10]. П. С. Погребняк. Достижения и задачи лесного почвоведения в области плодородия. Совещание по лесному почвоведению при Институте леса АН УССР, изд. АН УССР, Киев, 1956. [11]. П. П. Похитоп. Роль корней кустарниковой растительности в обогащении почвы органическим веществом и азотом. Журн. «Почвоведение» № 12, 1960.

Поступила 9 марта 1970 г.

УДК 581.192:7

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ МУТАГЕНОВ НА РОСТ СЕЯНЦЕВ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ

Е. Н. САМОШКИН

Брянский технологический институт

Испытано действие пяти наиболее эффективных химических мутагенов в пяти вариантах каждый (табл. 1, 2): N-нитрозэтилмочевина (НЭМ), N-нитрозометилмочевина (НММ), 1,4-бис-диазоацетилбутан (ДАБ), диметилсульфат (ДМС), этиленимин (ЭИ).

Плоды липы мелколистной были собраны зимой с тридцатилетнего дерева, стратификации не подвергались. Сухие плоды обрабатывали в лаборатории мутагенеза растений Института химической физики АН СССР* водными растворами мутагенов разной концентрации (по 500 шт. в образце), экспозиция — 18 час. Затем образцы в течение получаса промывали водой. Через неделю они были высеваны в дендрарии Брянского технологического института. Почва на участке торфянисто-подзолистая со следами огчешения на флювиогляциальных песках. Опыт выполнен в двукратной повторности. Всходы появились лишь весной следующего года, а учитывали 2-летние сеянцы. Для достоверной оценки влияния различных доз мутагенов на рост данные полевых измерений обрабатывали методом дисперсионного анализа [1]—[3]. Уровень значимости принят 5%.

Анализ изменчивости количественных признаков сеянцев позволяет сделать вывод о специфичности действия каждого мутагена. Растворы НЭМ оказали существенное влияние на прирост сеянцев в высоту в третьем и на размеры листьев во втором вариантах. НММ сти-

* Автор искренне благодарит сотрудников лаборатории за помощь в работе.

Таблица 1

вариант	Концентрация раствора мутагена, %	Количество семян, шт.	Количественные признаки сеянцев							
			высота			размеры листьев				
			<i>n</i>	\bar{x} , см	<i>t</i>	<i>n</i>	длина		ширина	
				\bar{x} , см	<i>t</i>	\bar{x} , см	<i>t</i>			
НЭМ										
1	0,1	30	30	4,48	0,292	50	2,30	0,740	1,63	0,106
2	0,05	48	30	4,16	1,852	65	2,89	4,405	1,91	2,842
3	0,025	115	30	5,24	3,412	65	2,50	0,969	1,74	0,424
4	0,012	143	30	4,60	0,292	65	2,37	0,176	1,72	0,142
5	0,01	126	30	4,54	0,030	51	2,25	1,158	1,64	0,933
НММ:]										
1	0,025	121	30	4,82	0,889	65	2,33	0,426	1,66	0,512
2	0,012	80	30	3,87	2,127	65	2,91	1,691	2,12	4,203
3	0,01	171	30	7,74	8,572	65	2,82	3,052	2,02	3,178
4	0,006	136	30	5,17	2,000	65	2,77	2,697	2,00	2,973
5	0,004	134	30	5,31	2,444	65	3,26	6,175	2,25	5,535
ДАБ										
1	0,2	144	30	5,05	1,846	65	2,73	3,191	1,91	2,539
2	0,13	313	30	5,63	4,052	65	2,54	1,293	1,83	1,523
3	0,1	173	30	5,85	4,870	65	3,15	6,554	2,11	5,078
4	0,07	146	30	4,63	0,334	65	2,31	0,650	1,67	0,508
5	0,05	110	30	4,50	0,144	65	2,26	1,121	1,60	1,496
ДМС										
1	0,07	20	12	4,70	0,580	40	2,61	1,486	1,75	0,412
2	0,05	111	31	4,70	0,774	65	3,36	6,729	2,24	6,103
3	0,025	120	31	5,20	3,194	65	2,94	4,254	2,03	4,030
4	0,016	120	30	6,02	7,106	65	3,09	5,414	2,08	4,261
5	0,012	124	30	6,05	7,250	65	2,75	2,784	2,03	3,685
ЭИ										
1	0,2	203	30	6,69	7,977	65	3,19	6,054	2,22	5,393
2	0,1	211	30	6,72	8,083	65	3,04	5,305	2,03	3,701
3	0,05	227	30	5,68	4,244	65	2,99	4,543	2,12	4,336
4	0,025	235	30	4,60	0,223	65	2,41	0,152	1,75	0,423
5	0,012	207	30	5,57	3,822	65	2,75	2,729	1,88	1,798
Контроль		152	30	4,54		65	2,39		1,71	

Примечание. *n* — число измерений; \bar{x} — среднее арифметическое; *t* — показатель достоверности различия.

Таблица 2

Мутагены	Количественные признаки сеянцев								
	высота			размеры листьев					
	ν_1	ν_2	F	ν_1	ν_2	F	ν_1	ν_2	F
НЭМ	5	174	5,87	5	355	7,71	5	355	4,35
НММ	5	174	35,68	5	384	10,37	5	384	11,27
ДАБ	5	174	0,58	5	384	8,38	5	331	12,98
ДМС	5	159	20,13	5	359	14,03	5	331	11,20
ЭИ	5	174	25,26	5	371	13,90	5	384	9,51

Примечание. ν_1 , ν_2 — числа степеней свободы; F — дисперсионное отношение.

мулировала рост сеянцев липы: в четырех вариантах из пяти (второй, третий, четвертый, пятый) размеры листьев и в трех (третий, четвертый, пятый) высоты превышали контрольные.

Обработка плодов растворами ДАБ способствовала увеличению размеров листьев (первый вариант), высоты (второй), размеров листьев и высоты (третий).

В опыте с ДМС во втором варианте наблюдалось увеличение размеров листьев, в третьем, четвертом и пятом — размеров листьев и высоты.

При воздействии ЭИ в первом, втором, третьем и пятом вариантах высота растений и размеры листьев превзошли контроль (кроме ширины листа сеянцев пятого варианта).

Стимулирующее влияние на появление всходов в основном оказал ЭИ, остальные мутагены снижали всхожесть семян, особенно высокие дозы НЭМ и ДМС.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. К. Митропольский. Техника статистических вычислений. Физматгиз, М., 1961. [2]. Д. ж. У. Снедекор. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. Перевод с английского В. Н. Перегудова. Изд-во сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов, М., 1961. [3]. Р. А. Фяшер. Статистические методы для исследователей. Перевод с английского В. Н. Перегудова, Госстатиздат, М., 1958.

Поступила 4 ноября 1970 г.

УДК 634.0.232.

О ТАКСАЦИОННОМ СТРОЕНИИ МОЛОДЫХ КУЛЬТУР ДУБА, СОЗДАНЫХ ГРУППОВЫМ СПОСОБОМ

Ю. А. АТАМАНИУК

Украинская сельскохозяйственная академия

Характер изменчивости диаметров дубков и их высот мы изучали в полосных культурах Львовской опытно-селекционной станции, созданных групповым способом в следующих вариантах: I — одна лунка из 3 посадочных дубков; II — 5 лунок (обычное 5-луночное гнездо); III — 12 посадочных дубков (по 6 в 2 ряда на площадке 1×2 м); IV — 16 лунок (по 2 желудя в каждой).

Пробные площади закладывали с таким расчетом, чтобы на них было не менее 200 дубков. Всего было заложено 20 пробных площадей, по которым обработано свыше 130 вариационных рядов. Статистическая обработка материала выполнена на электронной машине «Урал-4» в вычислительном центре Госплана УССР. Возраст культур 16—18 лет. Изучаемые полосные культуры дуба отличаются хорошим ростом и развитием. Средняя высота лучших дубков в биогруппах 7,8—9,2 м, а средний диаметр 7,0—8,0 см. Наилучшие дубки биогрупп имеют высоту 9,5—10,5 м и диаметр до 9,0 см.

В табл. 1 показана изменчивость (на протяжении 9 лет) роста дуба по высоте и диаметру в биогруппах на постоянной пробной площади в полосе № 19. Рубок ухода в течение этого времени не было.

С повышением возраста дубков увеличивается абсолютная дифференциация их по высоте и диаметру, а коэффициент изменчивости падает. Однако к моменту исследования биогрупп дуба дифференциация дубков все еще довольно высока.

В табл. 2 даны показатели строения биогрупп дуба по диаметру и высоте к моменту исследования культур. Как видно из таблицы,

Таблица 1

Показатели	Величина показателей в возрасте, лет						
	9	10	11	12	15	17	19
Средняя высота, м	3,5	3,9	4,3	4,7	5,7	6,8	7,4
Основное отклонение, м	1,2	1,2	1,3	1,8	1,7	1,7	1,8
Коэффициент изменчивости, %	36,0	32,1	30,0	29,9	29,8	25,0	23,4
Средний диаметр, см	2,4	2,6	3,4	4,1	4,5	4,9	5,6
Основное отклонение, см	1,3	1,4	1,6	1,9	2,0	2,1	2,3
Коэффициент изменчивости, %	53,0	55,0	47,0	46,9	46,5	43,4	41,0

Таблица 2

Варианты полос	Номер полосы	Возраст биогрупп, лет	Среднее количество дубков в биогруппе, шт.	Коэффициент вариации, %	Мера асимметрии	Мера эксцесса
----------------	--------------	-----------------------	--	-------------------------	-----------------	---------------

По диаметру

I	17	19	2,3	43,06 ± 2,18	0,43 ± 0,14	-0,09 ± 0,29
	20	19	1,8	44,37 ± 2,19	0,45 ± 0,12	-0,24 ± 0,24
II	32	16	8,0	47,33 ± 2,54	0,67 ± 0,15	-0,26 ± 0,30
	19	17	7,9	44,35 ± 2,47	0,68 ± 0,15	0,78 ± 0,30
III	14	18	8,0	50,35 ± 2,51	0,64 ± 0,13	0,97 ± 0,27
	9	19	6,5	36,61 ± 2,56	0,14 ± 0,21	-0,69 ± 0,42
IV	9	18	11,5	43,79 ± 2,22	0,93 ± 0,14	1,01 ± 0,29

По высоте

I	17	19	2,3	22,55 ± 1,51	-0,78 ± 0,22	-0,11 ± 0,44
	20	19	1,8	32,07 ± 2,65	0,33 ± 0,25	-0,02 ± 0,51
II	32	16	8,0	29,86 ± 3,59	-0,42 ± 0,38	-0,53 ± 0,76
	19	17	7,9	24,75 ± 3,05	-0,43 ± 0,40	-0,27 ± 0,80
III	14	18	8,0	27,80 ± 3,02	-0,45 ± 0,34	-0,71 ± 0,69
	9	19	6,5	23,82 ± 1,77	-0,91 ± 0,24	0,54 ± 0,48
IV	9	18	11,5	30,55 ± 1,69	-0,39 ± 0,17	-0,49 ± 0,35

коэффициент изменчивости дубков по диаметру не опускается ниже 43%. Несколько меньше его значение (36,6%) лишь в третьем варианте культур.

Изменчивость высот дубков значительно ниже, чем диаметров, хотя все еще относительно высока.

В полосах № 17 и 20, где в биогруппах по одной лунке, меньше асимметрия и эксцесс, чем в пятилуночных культурах (полосы № 32, 19, 14), у которых кривая распределения числа стволов по диаметру более асимметрична. Наибольшая асимметрия по диаметру отмечена в культурах, биогруппы которых состоят из 16 лунок (IV вариант).

Отрицательная асимметрия, которую имеют ряды распределения высот дубков, указывает на то, что средняя арифметическая по высоте меньше моды, то есть наблюдается концентрация дубков в высших ступенях высот. Отрицательный эксцесс по высоте свидетельствует о том, что биогруппа в настоящее время состоит из двух ярусов. Вместе с тем, во всех случаях эксцесс по высоте несуществен (табл. 2).

В опушечных биогруппах изменчивость дубков по диаметру и асимметрия рядов распределения диаметров дубков больше, чем во внутренних. В то же время показатель эксцесса по величине на всех 20 пробах больше во внутренних биогруппах, хотя сам он и несуществен (табл. 3).

Как видно из табл. 3, увеличение коэффициента варьирования дубков в опушечных биогруппах четко выражено, что следует объяс-

Таблица 3

Показатели	Величина показателей в полосах (№)							
	опушенных биогрупп				внутренних биогрупп			
	19	14	32	40	19	14	32	40
Количество измеренных биогрупп, шт.	40	40	40	40	40	40	40	40
Средняя высота дубков, м	6,20 ± 0,25	6,14 ± 0,18	6,10 ± 0,22	6,10 ± 0,22	6,83 ± 0,21	6,60 ± 0,23	6,31 ± 0,28	6,31 ± 0,28
Средний диаметр дубков, см	5,48 ± 0,08	5,63 ± 0,26	4,92 ± 0,19	4,92 ± 0,19	4,33 ± 0,03	4,46 ± 0,16	4,78 ± 0,19	4,78 ± 0,19
Коэффициент изменчивости дубков по диаметру	47,50 ± 1,30	50,16 ± 4,12	50,53 ± 3,60	50,53 ± 3,60	41,00 ± 1,12	38,49 ± 2,91	41,73 ± 3,39	41,73 ± 3,39
Показатель асимметрии	0,72 ± 0,22	0,75 ± 0,22	0,70 ± 0,19	0,70 ± 0,19	0,48 ± 0,22	0,21 ± 0,22	0,47 ± 0,24	0,47 ± 0,24
Показатель эксцесса	0,38 ± 0,44	0,26 ± 0,45	-0,29 ± 0,39	-0,29 ± 0,39	-0,74 ± 0,45	-0,50 ± 0,45	-0,78 ± 0,48	-0,78 ± 0,48

нить как лучшими условиями освещения, так и самим положением биогруппы. Параметры распределения количества стволов по диаметру зависят от интенсивности рубок ухода. Мы отметили увеличение асимметричности и эксцессивности рядов распределения диаметров дубков при уменьшении интенсивности рубок ухода.

В табл. 4 даны показатели асимметрии и эксцесса в полосе № 19, в зависимости от степени изреживания биогрупп дуба. Измеряли диаметры всех биогрупп в секциях опытных рубок, проведенных в 1958 г. аспирантом УСХА И. В. Кондратюком. При слабом изреживании в биогруппе вырубали все отставшие в росте дубки, кроме 8—10 лучших, а при сильном изреживании оставляли в биогруппе по 5 лучших дубков.

Из данных таблицы видно, что с увеличением степени изреживания биогрупп дуба показатели асимметрии и эксцесса уменьшаются. Критерий существенности разности показателей асимметрии секций слабого изреживания и контрольной составляет 2,1, что соответствует вероятности 0,964. Таким образом, показатель асимметрии отражает даже слабое изреживание биогрупп дуба.

В исследуемых биогруппах дуба также наблюдается большое колебание диаметров стволов, выраженных в относительных величинах. Распределение диаметров дубков по естественным ступеням (А. В. Тюрина) показало, что в 16—18-летних дубовых культурах, созданных групповым способом, диаметры стволов колеблются от 0,1 до 2,4. При этом в культурах с биогруппами в 5 лунок мода приходится на ступень 0,6, в 1 лунку — на ступень 0,8.

Ранг среднего дерева в изучаемых культурах изменяется в пределах 57,2—64,9% (в среднем 61,1%). Биогруппы дуба, произрастающие в опушенных рядах лесных полос, заметно не отличаются положением среднего дерева от внутренних.

Таблица 4

Секции	Количество измеренных биогрупп, шт.	Насыщенность, шт.	Средняя высота 3 лучших дубков в биогруппе, см	Средний диаметр лучших дубков в биогруппе, см	Асимметрия	Экссесс	Точность опыта, %
Контрольная . . .	250	7,8	8,1	6,7	$0,99 \pm 0,05$	$0,90 \pm 0,11$	$1,0^{\pm} \pm 0,02$
Слабого изреживания	250	7,3	7,3	6,6	$0,84 \pm 0,05$	$0,53 \pm 0,11$	$1,09 \pm 0,02$
Сильного изреживания	250	4,6	7,1	6,9	$0,64 \pm 0,07$	$0,15 \pm 0,14$	$1,08 \pm 0,02$

Поступила 8 февраля 1971 г.

УДК 631.33.024.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОЧВЫ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА СОШНИКИ ЛЕСОПОСАДОЧНЫХ МАШИН

А. И. БАРАНОВ, И. И. ГУРОВ

Воронежский лесотехнический институт

В работах ряда авторов [1], [3], [6], [7] приведены результаты исследования деформации почвы при образовании борозд и оптимальные параметры сошников, позволяющие наиболее полно удовлетворять требованиям технологии посадки семян. Вопросам энергоемкости процесса образования борозд в этих работах уделено мало внимания. Между тем известно, что около 50% тягового сопротивления лесопосадочных машин составляет затрата механической работы на деформацию почвы сошником при образовании борозд.

Перед нами стояла задача аналитическим путем, с помощью математического моделирования, выявить влияние параметров и форм сошников на их тяговое сопротивление. Были проанализированы наиболее широко используемые конструкции сошников, исследованы коробчатые сошники с острым и тупым углами входа в почву, а также дисковые.

Коробчатые сошники (рис. 1 и 2) состоят из стоек и боковых щек. Стойка выполнена в виде клина, образованного поверхностями двух пересекающихся плоскостей или цилиндров под определенным углом 2θ . Ширина клина определяется шириной борозды b , высота клина — глубиной борозды a . Поверхности сошника, образующие клин, — основные рабочие. Поверхности щек сошника вспомогательные и служат для удержания стенок борозды от осыпания.

Тяговое сопротивление сошника обычно определяют по формуле

$$R_c = k_c ab, \quad (1)$$

где k_c — удельное сопротивление деформации почвы при образовании борозды, кг/см^2 ;

a — глубина борозды, см ;

b — ширина борозды, см .

Величина k_c зависит от состояния и типа почвы, вида и формы сошника и т. д. Она определяется опытным путем для каждого случая и поэтому неудобна для практического использования. Некоторые авто-

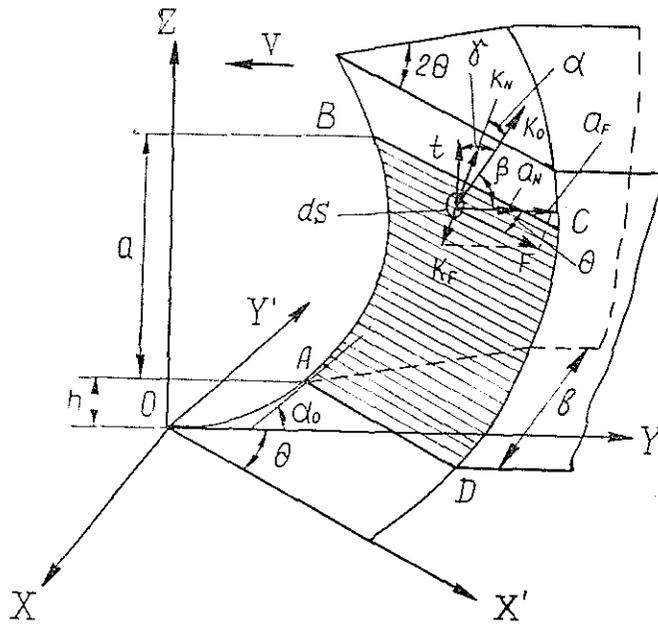


Рис. 1.

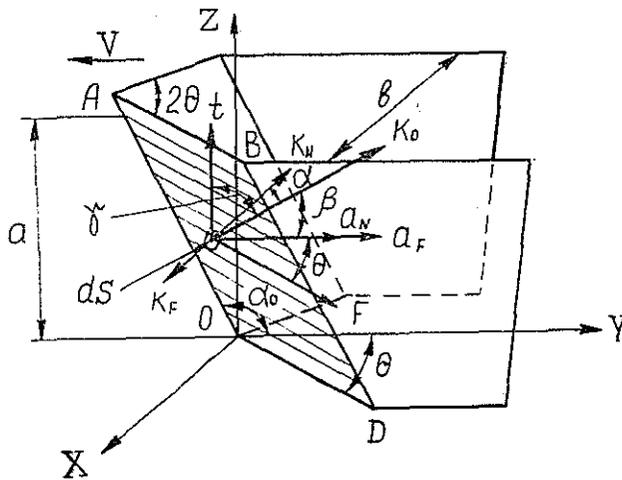


Рис. 2.

ры [4], [5], [6] считают, что при определении сопротивления рабочих органов почвообрабатывающих орудий лучше всего исходить из величины напряжения, возникающего в почве под воздействием этих органов. Нормальное значение напряжения почвы k , действующего на рабочую поверхность сошника, изменяется в зависимости от места его приложения на поверхности клина сошника при $2\theta = 45^\circ$ практически по линейной зависимости [4], [5]. Максимальное значение k_{max} имеет место у носка клина, минимальное k_{min} — у края его поверхности. Поэтому для клина с $2\theta = 45^\circ$ без учета влияния состояния почвенных

слоев (состояние почвенных слоев принимается по высоте одинаковым) расчетное удельное давление почвы

$$k_0 = \frac{k_{max} + k_{min}}{2}. \quad (2)$$

В данной работе на основе математических моделей рассматривается влияние параметров коробчатых и дисковых сошников на величину тягового сопротивления. При этом почвенные условия приняты одинаковыми, имеющими удельное давление k_0 на рабочие поверхности сошников.

1. Коробчатый сошник с острым углом входа в почву. Рабочие поверхности представлены двумя взаимно пересекающимися цилиндрами под углом 2θ (рис. 1).

Для удобства расчета рассмотрим одну такую поверхность, поскольку другая симметрична первой. В повернутой системе координат $x'y'z'$ уравнение рабочей поверхности сошника имеет вид

$$z^2 + y^2 = 2Rz, \quad (3)$$

где R — радиус цилиндра.

Из аналитической геометрии известно, что

$$y' = x \cos \theta - y \sin \theta. \quad (4)$$

После соответствующей подстановки и преобразования уравнение рабочей поверхности сошника в основной системе координат примет вид

$$y = x \operatorname{ctg} \theta + \frac{\sqrt{2Rz - z^2}}{\sin \theta}. \quad (5)$$

Так как начало рабочей поверхности лежит в начале координат, то угол входа этой поверхности в почву равен нулю.

По условиям самоочищения сошника от почвы и во избежание перемещения почвенных слоев необходимо, чтобы угол входа сошника в почву $\alpha_0 \geq \varphi$ (где φ — угол трения почвы по стали, $\varphi = \operatorname{arctg} f$). Коэффициент трения почвы по стали f выбирается в зависимости от типа и состояния почвы; его рекомендуется принимать равным 0,3—0,5 [2].

Угол α_0 определяется как угол наклона касательной к кривой OAB , которая описывается уравнением эллипса [3]

$$\frac{z^2}{2Rz} + \frac{y^2 \sin^2 \theta}{2Rz} = 1. \quad (6)$$

Из выражения (6) находим

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{dz}{dy} = \frac{\sin \theta \sqrt{2Rz - z^2}}{R - z}. \quad (7)$$

Но по условиям нормальной работы сошника необходимо, чтобы

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \operatorname{tg} \varphi = f. \quad (8)$$

Из выражений (7) и (8) определяется высота носка сошника относительно плоскости XOY

$$h = R \left(1 - \frac{\sin \theta}{\sqrt{f^2 + \sin^2 \theta}} \right). \quad (9)$$

С учетом величины h , заданной глубины борозды a и ширины b рабочая поверхность сошника может быть представлена как поверх-

ность $ABCD$. Для определения сил, действующих на всю поверхность $ABCD$, необходимо рассмотреть действие удельного давления k_0 как единичной силы на единичную элементарную площадь ds . Сила k_0 может быть разложена на составляющие: продольную a_N , боковую k_N , вертикальную t . Сила k_0 нормальна для любой точки поверхности $ABCD$. Поэтому составляющие ее

$$a_N = k_0 \cos \beta; \quad k_N = k_0 \cos \alpha; \quad t = k_0 \cos \gamma.$$

Направляющие косинусы соответственно равны

$$\cos \alpha = \frac{\frac{\partial v}{\partial x}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2}}; \quad \cos \beta = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)^2}};$$

$$\cos \gamma = \frac{\frac{\partial v}{\partial z}}{\sqrt{1 + \left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)^2}}.$$

Частные производные $\frac{\partial v}{\partial x}$, $\frac{\partial y}{\partial z}$ определяются из выражения (5). При этом в качестве проектирующей берется плоскость XOY . Продольное усилие от удельного давления k_0 по всей площади $ABCD$

$$A_N = \int_0^{b/2} \int_h^{a+h} k_0 \sqrt{1 + \left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)^2} \cos \beta dx dz. \quad (10)$$

После соответствующих подстановок и вычислений получаем

$$A_N = k_0 \frac{b}{2} a. \quad (11)$$

Боковое усилие от удельного давления k_0 по всей площади $ABCD$ может быть выражено формулой

$$K_N = \int_0^{b/2} \int_h^{a+h} k_0 \sqrt{1 + \left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)^2} \cos \alpha dx dz, \quad (12)$$

которая после соответствующих преобразований получает вид

$$K_N = k_0 \frac{b}{2} a \operatorname{ctg} \theta. \quad (13)$$

Вертикальное усилие по всей площади $ABCD$ от удельного давления k_0

$$T = \int_0^{b/2} \int_h^{a+h} k_0 \sqrt{1 + \left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)^2} \cos \gamma dx dz \quad (14)$$

или в конечном итоге

$$T = k_0 \frac{b}{2 \sin \theta} [\sqrt{2R(a+h) - (a+h)^2} - \sqrt{2Rh - h^2}]. \quad (15)$$

Сила трения, действующая на элементарную площадь ds ,

$$F = fk_0. \quad (16)$$

Продольное усилие A_F , действующее по всей площади $ABCD$,

$$A_F = \int_0^b \int_h^{a+h} f k_0 \sqrt{1 + \left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial z}\right)^2} \cos \Theta dx dz. \quad (17)$$

Вычисление выражения (17) дает

$$A_F = f k_0 R \frac{b}{2} \operatorname{ctg} \Theta \left(\arcsin \frac{a+h-R}{R} - \arcsin \frac{h-R}{R} \right). \quad (18)$$

Боковое усилие от силы трения на площади $ABCD$

$$K_F = f k_0 \frac{b}{2} R \left(\arcsin \frac{a+h-R}{R} - \arcsin \frac{h-R}{R} \right). \quad (19)$$

У сошника с двумя рабочими поверхностями боковые усилия взаимно уравновешиваются. В этом случае общее вертикальное усилие от реакции почвы

$$T_0 = k_0 \frac{b}{\sin \Theta} \left[\sqrt{2R(a+h)} - (a+h)^2 - \sqrt{2Rh - h^2} \right]. \quad (20)$$

Общее сопротивление движению сошника по направлению движения лесопосадочной машины

$$A_0 = k_0 ab + f k_0 b R \operatorname{ctg} \Theta \left(\arcsin \frac{a+h-R}{R} - \arcsin \frac{h-R}{R} \right). \quad (21)$$

2. Коробчатый сошник с тупым углом входа в почву имеет рабочие поверхности, образующие тупой клин в виде двух пересекающихся плоскостей под углом 2Θ так, что линия их пересечения находится в плоскости ZOY и имеет наклон под углом α_0 к оси OY (рис. 2). Уравнение рабочей поверхности сошника $ABDO$ имеет вид

$$x = y \operatorname{tg} \Theta + z \operatorname{tg} \Theta \operatorname{ctg} \alpha_0. \quad (22)$$

Приняв за проектирующую плоскость ZOY , методом, изложенным в п. 1, определяем усилия, действующие на обе рабочие поверхности сошника для глубины a .

Вертикальная реакция почвы при работе сошника

$$T_0 = -k_0 ab \operatorname{ctg} \alpha_0. \quad (23)$$

Сила сопротивления движению сошника в почве

$$A_0 = k_0 ab \left(1 + f \operatorname{ctg} \Theta \sqrt{1 + \sin^2 \Theta \operatorname{ctg}^2 \alpha_0} \right). \quad (24)$$

3. Дисковый сошник. Рабочие поверхности дискового сошника имеют вид двух сегментов дисков радиусом R , установленных с наклоном относительно оси OZ под углом ψ . На рис. 3 показан один из двух таких дисков, образующих сошник.

Диск расположен в плоскости M , проходящей через начало координат. Уравнение этой плоскости имеет вид

$$x = y \operatorname{tg} \Theta + \frac{\operatorname{tg} \psi}{\cos \Theta} z. \quad (25)$$

Рабочая поверхность диска образуется высечением из плоскости M сегмента AB сферой $x^2 + y^2 + z^2 = R^2$ и плоскостью $z = R \cos \psi - a$ (a — глубина борозды).

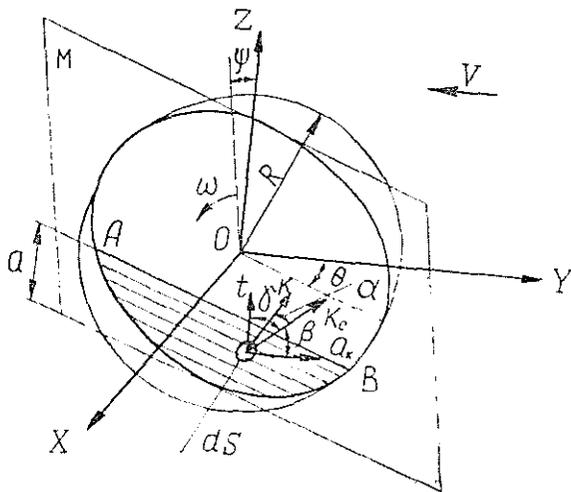


Рис. 3.

Приняв плоскость ZOY за проектирующую, уже известным методом (п. 1) определяем усилия, действующие на оба диска сошника. Вертикальная реакция почвы при образовании борозды

$$T_0 = k_0 S \sin \psi. \quad (26)$$

Сила сопротивления движению сошника в почве без учета потерь на трение при вращении диска в почвенном слое

$$A_0 = k_0 S \sin \Theta \cos \psi, \quad (27)$$

где S — площадь двух сегментов дисков сошника для заданной глубины a , определяемая по выражению

$$S = \pi R^2 - 2R^2 \arcsin \frac{R \cos \psi - a}{R \cos \psi} - 2 \frac{R \cos \psi - a}{\cos^2 \psi} \sqrt{2Ra \cos \psi - a^2}.$$

Из выражений (21) и (24) можно определить оптимальное значение угла Θ : оно составляет $45^\circ/2$. Потери на трение о рабочие поверхности сошника значительны. Из формулы (20) следует, что вертикальная реакция почвы для коробчатого сошника с острым углом входа в почву увеличивается с уменьшением угла Θ при постоянной ширине борозды. Для коробчатого сошника с тупым углом входа в почву сила выталкивания его из борозды T возрастает с увеличением угла α_0 от 90° до 180° . Оптимальным значением для угла α_0 следует считать 135° .

Анализ выражений (20), (21), (23), (24), (26), (27) позволил установить следующее: тяговое сопротивление дискового сошника в 2 раза меньше, чем коробчатых; наиболее устойчив при работе коробчатый сошник с острым углом входа в почву.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. И. Баранов. Основы расчета анкерных сошников лесопосадочных машин. «Научные записки ВЛТИ», Воронеж, 1959. [2]. А. И. Баранов. Машини и механизмы для лесного хозяйства. М., 1962. [3]. Ю. М. Жданов. Исследование и обоснование технологии заделки корневой системы сеянцев и параметров заделки.

вающих элементов лесопосадочных машин. Кандидатская диссертация, Воронеж, 1970. [4]. А. Н. Зеленнн. Физические основы теории резания грунтов. М., 1950. [5]. П. С. Короткевич и др. О напряжениях в почвах, возникающих под воздействием рабочих органов. Сб. «Исследование по механизации и электрификации сельского хозяйства», Киев, 1969. [16]. А. П. Федин. Напряжения и деформации, возникающие в почве при движении сошника лесопосадочной машины. Минск, 1961. [7]. В. В. Чернышев. Исследование рабочих органов лесопосадочных машин. Кандидатская диссертация, Воронеж, 1964.

Поступила 12 октября 1970 г.

УДК 634.0.2

О ТИПАХ БЕРЕЗОВЫХ ЛЕСОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РСФСР

З. М. НАУМЕНКО

ЦНИИфанеры

Типология березовых лесов на современном уровне характеризуется весьма отрывочными, методически неоднородными и неполными описаниями березняков отдельных районов [3], отсутствием обобщенной классификационной схемы, систематизированной номенклатуры и данных о производительности. Более ранние сведения о типах березовых лесов [1], [5], относящиеся к начальному этапу развития типологической науки, сильно устарели.

В практике лесоустройства березовые леса европейской части РСФСР расчленяются почти на 90 типов, классифицируемых по схемам В. Н. Сукачева [6] (на 80%) и П. С. Погребняка [4]. Типы березовых лесов, выделенные в соответствии с принципами В. Н. Сукачева, включают более 60 наименований. Такие номенклатурные «излишества» не оправданы. Например, выделенные при лесоустройстве травяно-сфагновые, осоково-сфагновые, осоково-хвощово-сфагновые участки березняков являются вариантами травяно-сфагнового, а травяные, разнотравные, кратковременно-травяные, злаково-разнотравные — разнотравного типа березняков и т. д. Подобная детализация усложняет практику типологической дифференциации березняков.

Недостаточно используются на практике и возможности эдафической типологической схемы. Описание типов леса ведется обычно по системе индексов, которые характеризуют лишь тип условий местопрорастания, а не конкретный тип леса и древостоя. Применяются индексы, характеризующие только богатство почв (фактически классификация по трофотопам). В Брянской, Смоленской областях, Мордовской, Чувашской и Татарской АССР таким образом проиндексировано более 600 тыс. га березняков. Это затрудняет оценку их типов с необходимой для решения хозяйственных вопросов степенью детализации.

Использование различных типологических схем для характеристики березняков зоны тайги и смешанных лесов не находит достаточного обоснования. Если в южных лесорастительных зонах применение эдафической классификации оправдывается сильным воздействием на растительность антропогенных факторов и наличием климатически и эдафически замещающих древесных пород и типов леса, то в более северных районах эти особенности фитоценозов выражены намного слабее. И совершенно недопустимо, когда различные типологические принципы используются в одном экономико-географическом районе, как это имеет место в Калининской, Ярославской, Горьковской, Калининградской и некоторых других областях.

Таблица 1

№ п/п	Группы березняков	Типы березняков (индекс на схеме)	% от всей площади	Варианты типов леса по лесовост. обьекту	Области наибольшего распространения
1	Лишайниковые	Горно-каменистый (г-к)	1,1	Каменный, скальный, горный	1
		Лишайниковый (л)	0,9	Лишайниковый, беломошниковый	1, 3
		Вересковый (в)	0,2	Вересковый	1, 4
		Мшисто-лишайниковый (м-л)	0,2	Мшисто-лишайниковый	3, 2
		Итого . . .	2,4		
2	Зеленомошные	Кисличный (к)	10,7	Кисличный, кислично-травяной	8, 16, 9, 6, 7, 5
		Брусничный (б)	9,8	Брусничный, майничково-брусничный, мохово-брусничный, бруснично-злаковый	1, 2, 3, 6, 10, 9
		Черничный (ч)	58,7	Черничник влажный, черничник свежий, бруснично-черничный, майничково-черничный, чернично-злаковый	4, 2, 1, 5, 8, 6, 3, 7, 11, 12, 13, 14
		Зеленомошный (зл)	1,9	Зеленомошный	14, 15, 16
		Итого . . .	61,1		
3	Долгомощниковые	Долгомощный (д)	11,1	Долгомощник, мшистый, вахто-долгомощный, хвощово-долгомощный	3, 2, 6, 5, 8, 9
4	Сфагновые	Травяно-сфагновый (т-сф)	3,0	Травяно-сфагновый, осоково-хвощово-сфагновый, тростниково-сфагновый, осоково-сфагновый, вахто-сфагновый	3, 7, 11, 8, 5, 16
		Сфагновый (сф)	1,9	Пушице-сфагновый, сфагновый	14, 7, 2, 3, 16, 9
		Кустарничково-сфагновый (к-сф)	1,5	Осоково-багульниковый, кустарничковый, вороничный	10, 3, 1
		Итого . . .	6,4		
5	Разнотравные	Разнотравный (ртр)	6,6	Травяной, разнотравный, кратковременно-травяной, злаково-разнотравный, грушанковый	14, 6, 4, 17
6	Травяноболотные	Прирусловый-приручейный (п-л)	3,8	Приручейный, приручейный лог, хвощовый	7, 8, 3, 5, 11, 16
		Болотно-травяной (б-тр)	1,2	Осоковый, по болоту, осоково-хвощовый, тростниково-осоковый, травяно-осоковый, тростниковый, Солотно-травяной	16, 10, 7, 8
		Итого . . .	5,0		
7	Ольшаниковые	Ольшаниковый (ол)	0,1	Ольшаниковый	10

Продолжение табл. 1.

№ п/п	Группы березняков	Типы березняков (индекс на схеме)	% от всей площади	Варианты типов леса по лесоустроюству	Области наибольшего распространения
8	Широко- травные	Зеленчуковый (зч)	1,4	Зеленчуковый	15
		Папоротниковый (п)	0,2	Папоротниковый	9
		Снытьевый (с)	0,8	Снытьевый, снытьево-разнотравный	13, 11
		Широкотравный (ш)	0,4	Широкотравный	13
		Таволговый (т)	0,7	Таволговый, папоротниково-таволговый, медунично-таволговый, ландцетно-таволговый	18, 13, 14, 10
		Итого . . .	3,5		
9	Сложные	Лещиновый (лщ)	0,2	Лещиновый, лещиново-липняковый	15
		Липняковый (лп)	3,6	Липняковый	17, 10, 16, 12
		Итого	3,8		

Примечание. Нумерация областей и автономных республик: 1 — Мурманская, 2 — Архангельская, 3 — Коми АССР, 4 — Карельская АССР, 5 — Ленинградская, 6 — Вологодская, 7 — Псковская, 8 — Новгородская, 9 — Кировская, 10 — Горьковская, 11 — Калининская, 12 — Костромская, 13 — Владимирская, 14 — Ивановская, 15 — Московская, 16 — Марийская АССР, 17 — Чувашская АССР, 18 — Татарская АССР.

Изучение лесостроительных материалов по 29 областям и автономным республикам РСФСР, натурные обследования типов березовых лесов в Ленинградской, Вологодской, Калининской, Новгородской, Псковской, Московской и в некоторых других областях позволили все разнообразие березовых лесов по сходству основных эдафо-фитоценологических признаков, с учетом показателей производительности, объединить в 9 групп, насчитывающих 23 типа леса (табл. 1).

Эдафо-фитоценологическая схема типов березовых лесов (рис. 1) по сравнению со схемой еловых лесов имеет удлиненный фитоценологический ряд А (до горно-каменистого типа) и несколько укороченный ряд С (до липнякового типа). По своей экологической амплитуде в сторону сухости почв березняки приближаются к соснякам. В подзонах северной и средней тайги укорочен ряд С (отсутствуют широко-травные и сложные березняки), а в подзоне южной тайги и широколиственных лесов — ряд А (нет лишайниковых березняков).

Видовое разнообразие березы по типам леса заметно варьирует. Береза борбдавчатая обычно доминирует в зеленомошных, разнотравных, широко-травных, сложных и некоторых лишайниковых березняках. В сфагновых, травяно-болотных, долгомошных березняках более широко представлена береза пушистая. Горно-каменистые и предтундровые березняки обычно образованы из березы Кузьмичева и извилистой. Эта общая схема имеет некоторые зональные модификации. В частности, с продвижением на север зеленомошных и разнотравных березняков береза пушистая постепенно замещает в них березу бородавчатую.

Распространенность коренных березняков весьма ограничена. Наиболее часто они встречаются в лишайниковой, сфагновой и травяно-болотной группах. Они занимают крайние или близкие к ним условия произрастания, где конкуренция со стороны других пород значительно ослаблена из-за смещения экологической амплитуды или пони-

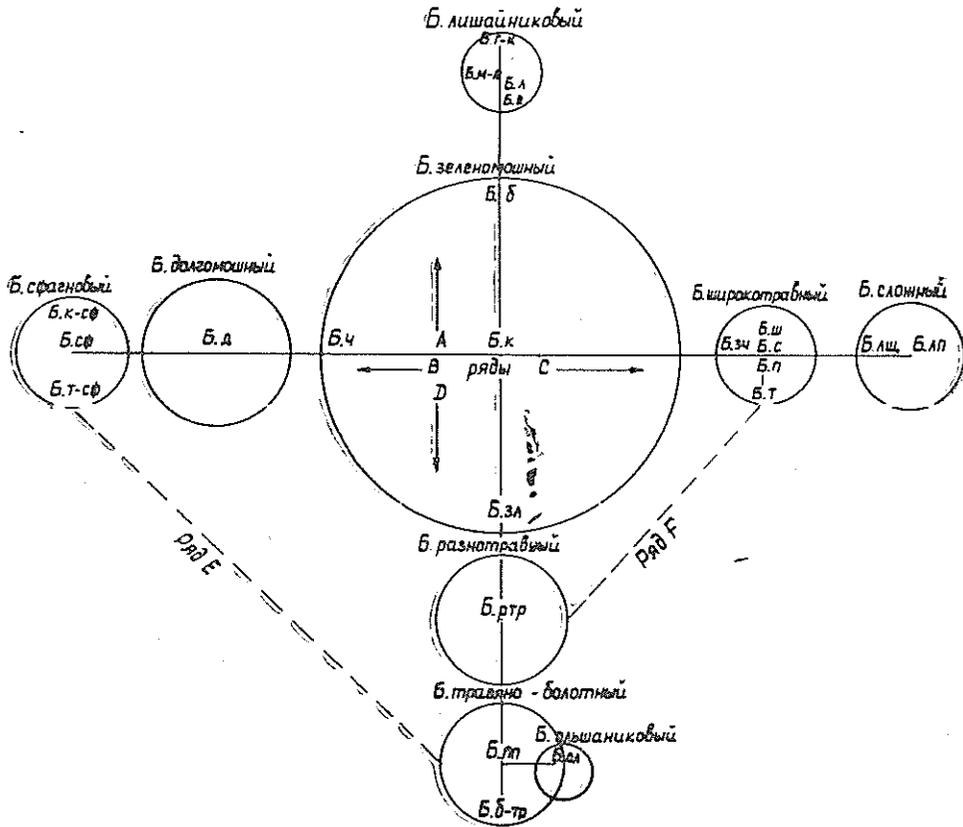


Рис. 1.

женного возобновительного потенциала (например, отсутствия способности к вегетативному размножению). Встречаемость коренных березняков в оптимальных условиях произрастания носит спорадический характер. Это, в частности, разнотравные березняки, возникшие на бывших сенокосных полянах и заброшенных пашнях при отсутствии налета семян других пород.

Вместе с тем, в некоторых случаях временные березняки превращаются в коренные, не сменяемые другими породами в течение ряда поколений. Это связано с ограничениями условий, обеспечивающих смену пород (уничтожением елового молодняка под пологом березняка лесным пожаром, отсутствием обсеменения изолированных березовых вырубок другими породами и т. п.). Такая стабилизация березы как коренного лесообразователя носит, по-видимому, временный характер и при создании соответствующих условий обычный природный ритм смены пород восстанавливается. Общая площадь березняков коренных типов леса не превышает 10% всей площади березы.

Смена ели березой или березы елью, имеющая место в процессе естественного развития и распада насаждений, редко сопровождается сколько-нибудь существенной трансформацией типов леса. Полная или частичная смена происходит обычно при рубках и пожарах и носит преимущественно временный характер [2]. Частичная смена типов березняков проявляется в образовании их временных вариантов (например, у брусничников мохово-брусничного после пожара и бруснич-

но-злакового после рубки). Полная смена типов леса может наблюдаться при сильных пожарах, уничтожающих растительный слой почвы (в частности, превращение брусничниковых в чистые зеленомошные, черничниковых — в зеленомошно-сфагновые и сфагновые типы), реже после сплошных рубок, сопровождающихся длительной стабилизацией позиций березы (превращение зеленомошниковых типов в разнотравные).

Производительность березняков одного и того же типа леса изменяется в зависимости от физико-географических условий. Перепад производительности определяется нередко двумя-тремя классами бонитета, а по запасу — 60—140 м³ на 1 га (табл. 2).

Таблица 2

Типы березняков	Класс бонитета (числитель) и запас полного насаждения, м ³ /га (знаменатель), в различных лесорастительных условиях		
	смешанные леса	южная и средняя тайга	северная тайга
Сложный	Ia—I 350—420	—	—
Широкотравный	Ia—I 350—400	—	—
Кисличный	Ia—I 350—400	I—II 280—350	III—IV 180—240
Брусничный	I—II 260—340	II—III 200—280	IV—V 160—180
Черничный	I—II 260—340	II—III 200—280	IV—V 140—180
Разнотравный	I—II 240—320	III—IV 180—240	IV—V 130—180
Травяно-болотный	II—III 200—240	IV—V 140—160	V—Va 80—120
Долгомошный	III 200—220	IV—V 140—180	V—Va 80—120
Сфагновый	IV—V 130—160	V—Va 90—130	Va—V6 50—80
Лишайниковый	—	—	V—V6 60—80

Выход высококачественной древесины, в частности, фанерной, достигает максимума в сложных широкотравных и кисличных березняках (30—80 м³ на 1 га), несколько снижаясь в брусничных, черничных и разнотравных (25—60 м³) и еще более в долгомошных (15—30 м³). В северных районах выход меньше в 1,5—2 раза. Низкопроизводительные типы березняков практически не дают фанерного сырья.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. А. Крюденер. Массовые таблицы и таблицы сбega для березы в удельных лесах средней России, с кратким описанием типов насаждений. Вып. I (1909) и II (1910), СПб. [2]. И. С. Мелехов. Динамическая типология леса. Журн. «Лесное хозяйство» № 3, 1968. [3]. Леса СССР. Т. 1 и 2, изд-во «Наука», М., 1966. [4]. П. С. Погребняк и др. Основы лесной типологии. УкрНИТОлес, Киев, 1944. [5]. Н. А. Пономарев. Березы СССР. Гослестехиздат, М., 1933. [6]. В. Н. Сукачев. Руководство к исследованию типов леса. Сельхозгиз, М., 1930.

Поступила 23 марта 1971 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 634.0.375.5

ВЛИЯНИЕ ГИБКОГО СКРУЧИВАНИЯ ПАКЕТА ХЛЫСТОВ
НА ПОПЕРЕЧНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ЛЕСОВОЗНОГО
АВТОПОЕЗДА

А. В. ЖУКОВ, О. Ф. РЕЗНИКОВ

Белорусский технологический институт

Улучшение поперечной устойчивости транспортных средств благоприятно сказывается на увеличении скоростей их движения, плавности хода и в конечном итоге производительности лесоперевозок. Если оценка статического угла крена транспортных машин проста и общеизвестна, то динамическая поперечная устойчивость транспортных систем изучена еще недостаточно [2]. В частности, в опубликованных исследованиях не рассматривается вопрос о взаимном влиянии пакета хлыстов и прицепа-ропуски на угол крена тягача.

В данной работе изложена методика определения угла поперечного динамического крена лесовозного автопоезда с учетом влияния на него неровностей дороги, параметров подвески и конструктивных размеров тягача и прицепа, а также гибкого скручивания пакета хлыстов. Схема поперечно-угловых колебаний автопоезда, составленная с учетом связи колебаний прицепа и тягача, дана на рис. 1.

Условно показаны упругие и демпфирующие элементы осей тягача и прицепа-ропуски, середины которых находятся на вертикалях, проведенных соответственно через точки O_1 , O_2 , O_3 . Колея осей тягача обозначена $b_{т.}$, $b_{т.}$, прицепа — $b_{п.}$. База тягача равна расстоянию O_1O_2 между передней и задней его осями. Местоположение коника тягача обозначено точкой O , коника прицепа — O_3 , центральная продольная ось пакета хлыстов, лежащего на кониках тягача и прицепа, — условной линией AB . Массы тягача $M_{т.}$, прицепа $M_{п.}$ и пакета хлыстов $M_{х.}$, сосредоточенные в точках соответственно $O_{т.}$, $O_{п.}$ и $O_{х.}$, получают поперечные угловые отклонения γ , φ и $\gamma + \delta$, где $\delta = \frac{1}{3}(\varphi - \gamma)$.

Боковой крен подрессоренной массы тягача происходит вокруг оси, соединяющей точки O_1 и O_2 , которые являются центрами крена [3] соответствующих осей. Радиус крена массы $M_{т.}$ равен расстоянию от центра тяжести подрессоренной массы тягача до оси O_1O_2 и обозначен $\rho_{кр.т.}$, радиус крена прицепа — $\rho_{кр.п.}$, центр крена расположен в точке O_3 . Ось, вокруг которой накренивается масса $M_{х.}$, образуется соединением точки C_1 , являющейся проекцией центра тяжести подрессоренной массы тягача на линию O_1O_2 , и центром крена прицепа O_3 . Расстояние центра тяжести пакета хлыстов от указанной оси — радиус крена $\rho_{кр.х.}$. Радиусы крена находятся из простых геометрических соотношений при известных координатах центров тяжести масс автопоезда и других размерах.

Упругие и демпфирующие свойства осей автопоезда учитываются приведенными коэффициентами угловой жесткости c_{γ} , c_{φ} и коэффициентами сопротивления K_{γ} , K_{φ} .

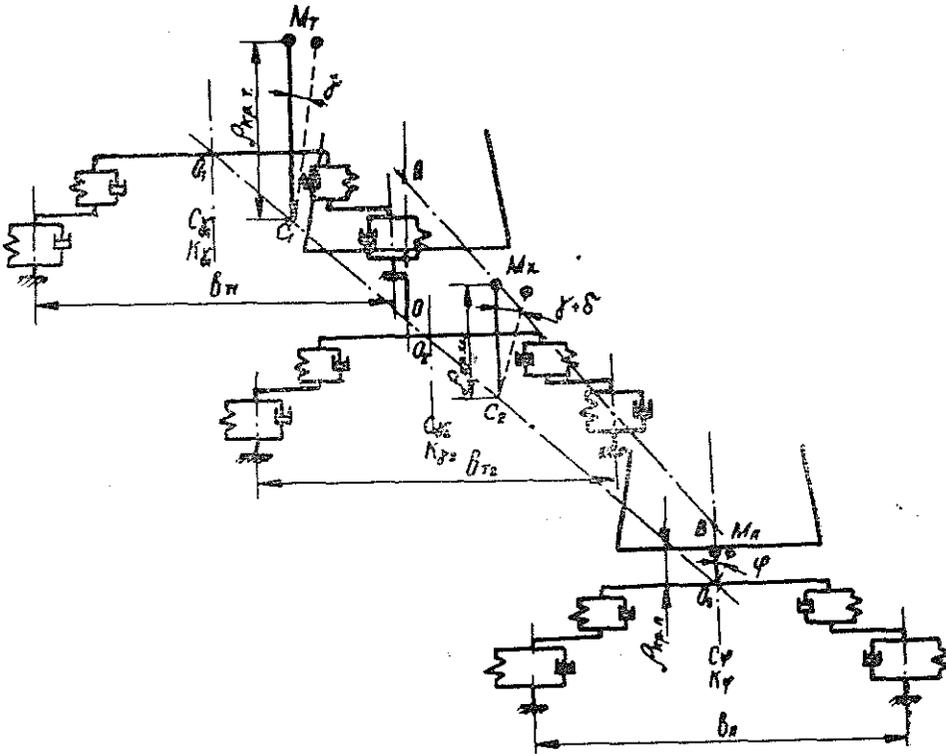


Рис. 1.

Характеристики оси прицепа, так же как и задней оси тягача, кроме наличия упругих и демпфирующих элементов (рессоры, шины, амортизаторы), учитывают также конструктивные особенности ходовой системы.

Таким образом, разработанная схема универсальна и может быть использована при расчетах поперечной устойчивости большинства типов лесовозных автопоездов. Основные допущения: характеристики рессор, шин, пакета хлыстов линейны, неподдресоренные массы не влияют на характер колебаний автопоезда [1], [4].

Для получения дифференциальных уравнений, описывающих поперечно-угловые колебания автопоезда, использовано уравнение Лагранжа II рода, в которое входят кинетическая T и потенциальная Π энергии системы, а также диссипативная функция R .

Кинетическая энергия системы при поперечно-угловых перемещениях ее масс выражается следующим образом:

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{1}{2} I_T \dot{\gamma}^2 + \frac{1}{2} I_n \dot{\varphi}^2 + \frac{1}{2} I_x \left[\dot{\gamma} + \frac{1}{3} (\dot{\varphi} - \dot{\gamma}) \right]^2 = \\
 &= \frac{1}{2} \left(I_T + \frac{4}{9} I_x \right) \dot{\gamma}^2 + \frac{1}{2} \left(I_n + \frac{1}{9} I_x \right) \dot{\varphi}^2 + \frac{2}{9} I_x \dot{\varphi} \dot{\gamma},
 \end{aligned}$$

где I_T, I_n, I_x — моменты инерции поддресоренных масс соответственно тягача, прицепа и пакета хлыстов относительно продольной оси, проходящей через центры крена указанных масс.

Потенциальная энергия системы

$$\begin{aligned} \Pi = & \frac{1}{2} (c_{\gamma_1} + c_{\gamma_2} + c_{\delta}) \dot{\gamma}^2 + \frac{1}{2} (c_{\delta} + c_{\varphi}) \dot{\varphi}^2 - c_{\delta} \varphi \dot{\gamma} - c_{\gamma_1} \frac{2q_{1п}}{b_{\gamma_1}} \dot{\gamma} - \\ & - c_{\gamma_2} \frac{2q_{2п}}{b_{\gamma_2}} \dot{\gamma} - c_{\varphi} \frac{2q_{3п}}{b_{\varphi}} \dot{\varphi} + \frac{2}{b_{\gamma_1}^2} c_{\gamma_1} q_{1п}^2 + \frac{2}{b_{\gamma_2}^2} c_{\gamma_2} q_{2п}^2 + \frac{2}{b_{\varphi}^2} c_{\varphi} q_{3п}^2 - \\ & - (M_{\tau} \rho_{кр,\tau} + \frac{2}{3} M_x \rho_{кр,x}) g \varphi - (M_{п} \rho_{кр,п} + \frac{1}{2} M_x \rho_{кр,x}) g \varphi, \end{aligned}$$

где c_{γ_1} , c_{γ_2} , c_{φ} , c_{δ} — угловая жесткость соответственно передней, задней осей тягача, оси прицепа и пакета хлыстов при скручивании [3];

$q_{1п}$, $q_{2п}$, $q_{3п}$ — вертикальные перемещения правой стороны соответствующих осей автопоезда от неровностей дороги.

В рассматриваемом случае считаем воздействие приложенным только к оси прицепа, тогда $q_{1п} = q_{2п} = 0$. Выражение диссипативной функции имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} R = & \frac{1}{2} (K_{\gamma_1} + K_{\gamma_2} + K_{\delta}) \dot{\gamma}^2 + \frac{1}{2} (K_{\delta} + K_{\varphi}) \dot{\varphi}^2 - K_{\delta} \dot{\varphi} \dot{\gamma} - K_{\varphi} \frac{2\dot{q}_{3п}}{b_{\varphi}} \dot{\varphi} + \\ & + \frac{2}{b_{\varphi}^2} K_{\varphi} \dot{q}_{3п}^2, \end{aligned}$$

где K_{γ_1} , K_{γ_2} , K_{φ} , K_{δ} — коэффициенты сопротивления поперечно-угловым колебаниям тягача, прицепа и пакета хлыстов соответственно.

Воспользовавшись уравнением Лагранжа, из выражений T , Π и R после несложных преобразований получаем следующую систему дифференциальных уравнений второго порядка, описывающих поперечно-угловые колебания лесовозного автопоезда:

$$\left. \begin{aligned} I_{\tau} \ddot{\gamma} + K_{\tau} \dot{\gamma} + c_{\tau} \gamma + I_x \ddot{\varphi} - K_{\delta} \dot{\varphi} - c_{\delta} \varphi &= 0 \\ I_{п} \ddot{\varphi} + K_{п} \dot{\varphi} + c_{п} \varphi + I_x \ddot{\gamma} - K_{\delta} \dot{\gamma} - c_{\delta} \gamma &= \frac{2}{b_{п}} (K_{\varphi} \dot{q}_{3п} + c_{\varphi} q_{3п}), \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где

$$I_{\tau} = I'_{\tau} + \frac{4}{9} I'_x; \quad I_{п} = I'_{п} + \frac{1}{9} I'_x; \quad I_x = \frac{2}{9} I'_x;$$

$$c_{\tau} = c_{\gamma_1} + c_{\gamma_2} + c_{\delta} - M_{\tau} g \rho_{кр,\tau} - \frac{2}{3} M_x g \rho_{кр,x};$$

$$c_{п} = c_{\delta} + c_{\varphi} - M_{п} \cdot g \cdot \rho_{кр,п} - \frac{1}{3} M_x \cdot g \cdot \rho_{кр,x};$$

$$K_{\tau} = K_{\gamma_1} + K_{\gamma_2} + K_{\delta}; \quad K_{п} = K_{\delta} + K_{\varphi}.$$

Из уравнений (1) путем преобразований Лапласа и Фурье находим выражение для амплитудной характеристики поперечно-угловых колебаний тягача [4]:

$$|W_{\gamma}(i\omega)| = \frac{2}{b_{п}} \sqrt{\frac{(a_1 \omega^2 - a_2)^2 + (a_3 \omega^3 + a_4 \omega)^2}{(b_1 \omega^4 + b_2 \omega^2 + b_3)^2 + (b_4 \omega^3 - b_5 \omega)^2}}, \quad (2)$$

где $a_1 = K_{\delta} K_{\varphi} - I_x c_{\varphi}$; $b_1 = I_x^2 - I_{п} \cdot I_{\tau}$;

$a_2 = c_{\delta} \cdot c_{\varphi}$; $b_2 = I_{\tau} c_{п} + K_{\tau} K_{п} + c_{\tau} I_{п} + 2 I_x c_{\delta} - K_{\delta}^2$;

$a_3 = I_x \cdot K_{\varphi}$; $b_3 = c_{\delta}^2 - c_{\tau} \cdot c_{п}$;

$$a_1 = K_6 c_\varphi + c_6 K_\varphi; \quad b_4 = I_\tau K_n + I_n K_\tau + 2I_x K_6;$$

$$b_5 = K_\tau c_n + c_\tau K_n - 2K_6 \cdot c_6;$$

ω — частота воздействия от дороги.

Пользуясь формулой (2), можно рассчитать частотную характеристику $|W_\gamma(i\omega)|$ при различных параметрах подвески лесовозного автопоезда.

Зная воздействие от дороги, можно при помощи выражения (2) найти реакцию системы. При случайном воздействии, например, спектральная плотность поперечно-угловых колебаний

$$S_\gamma(\omega) = |W_\gamma(i\omega)|^2 \cdot \Phi(\omega), \quad (3)$$

где $\Phi(\omega)$ — спектральная плотность воздействия.

При периодическом воздействии амплитуда γ_0 поперечно-угловых колебаний тягача может быть выражена следующим образом:

$$\gamma_0 = H \cdot |W_\gamma(i\omega)|, \quad (4)$$

где H — амплитуда воздействия от дороги.

Коэффициент динамичности K_v равен отношению угла γ_0 к углу α неровности, который равен

$$\alpha = \frac{2H}{b_n}, \quad (5)$$

где b_n — ширина колеи прицепа.

Тогда коэффициент K_v выразится

$$K_v = \frac{\gamma_0}{\alpha}$$

или

$$K_v = \sqrt{\frac{(a_1 \omega^2 - a_2)^2 + (a_3 \omega^3 + a_4 \omega)^2}{(b_1 \omega^4 + b_2 \omega^2 + b_3)^2 + (b_4 \omega^3 + b_5 \omega)^2}}. \quad (6)$$

Расчетная формула (6) применима для установления коэффициента динамичности при движении лесовозного автомобиля по неровностям дороги любой высоты и длины с данной скоростью движения.

Круговая частота воздействия от дороги определяется по формуле

$$\omega_d = \frac{2\pi v}{S}, \quad (7)$$

где v — скорость движения;

S — длина неровности.

Из графика, построенного по формуле (6), берется то значение K_v , которое соответствует частоте ω_d , вычисленной по выражению (7).

Действительный динамический угол крена тягача равен

$$\gamma_\tau = K_v \cdot \alpha. \quad (8)$$

По формуле (8) можно легко определить и статический угол крена $\gamma_{ст}$. В рассмотренном случае коэффициент статического крена $K_v^{ст}$ (при $\omega = 0$) равен

$$K_v^{ст} = \frac{a_2}{b_3} = \frac{c_6 \cdot c_\varphi}{c_6^2 - c_\tau c_n}. \quad (9)$$

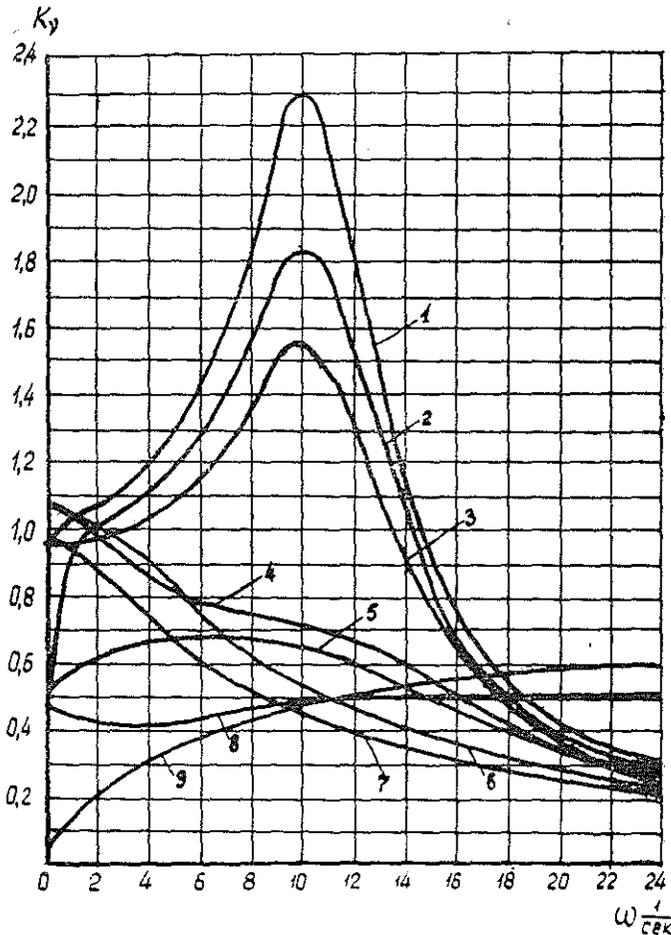


Рис. 2. Кривые коэффициентов динамичности K_d в зависимости от изменения частоты при различных значениях c_6 и K_6 (размерности: c_6 — Т. м/рад; K_6 — Т. м. сек/рад).

1 — $c_6 = 0,12$; $K_6 = 2000$; 2 — $c_6 = 12$; $K_6 = 200$; 3 — $c_6 = 120$; $K_6 = 200$;
 4 — $c_6 = 1200$; $K_6 = 200$; 5 — $c_6 = 12$; $K_6 = 20$; 6 — $c_6 = 1200$; $K_6 = 0,02$;
 7 — $c_6 = 120$; $K_6 = 0,02$; 8 — $c_6 = 12$; $K_6 = 0,02$; 9 — $c_6 = 0,12$; $K_6 = 0,02$.

По формуле (6) с помощью ЦВМ «Проминь-М» были вычислены частотные характеристики поперечно-угловых колебаний лесовозного автопоезда МАЗ-509+2Р-15 с нагрузкой 16 т. Эти характеристики при различных значениях c_6 и K_6 представлены на рис. 2. Из графика видно, что в статическом состоянии (при $\omega = 0$) коэффициент $K_d^{ст}$, как правило, меньше единицы и только при больших значениях жесткости c_6 (кривые 4 и 6) становится несколько больше единицы (1,07—1,08). Это говорит о том, что при малых жесткостях на скручивание пакета хлыстов влияние боковых статических отклонений прицепа на тягач незначительно, что полностью согласуется с физическим смыслом явления. Автопоезд в статическом состоянии более устойчив.

Как видно из рис. 2, при увеличении частоты кривые 1, 2, 3 и 5 плавно изменяются, имея максимум на частотах 7—10 1/сек, после чего их значения падают. Это резонансные частоты, они наиболее опасны с точки зрения поперечно-угловых колебаний автопоезда. Как показы-

вают исследования, значения резонансных частот определяются не только жесткостью c , но и значениями коэффициента K_6 . При известном соотношении указанных параметров не заметно ясно выраженного максимума (кривые 4, 6, 7, 8, 9). Например, кривые 4, 6, 7 имеют максимальные значения при $\omega = 0$, а затем, вначале несколько повышаясь, плавно приближаются к оси абсцисс. Кривые 8 и 9, наоборот, при увеличении ω идут вверх. Такое разнообразие характера изменения кривых указывает на то, что коэффициент K_6 в значительной степени определяется коэффициентами c_6 и K_6 , причем не только их абсолютной величиной, но и сочетанием. Исследования показали, что при постоянном K_6 изменением жесткости c_6 определяется не только амплитуда коэффициента K_6 , но и значения резонансных частот. На амплитуду K_6 сильное влияние оказывает коэффициент сопротивления K_5 . Например, при $K_5 = 20 \text{ Т} \cdot \text{м} \cdot \text{сек}/\text{рад}$ и $c_6 = 12 \text{ Тм}/\text{рад}$ максимальное значение K_6 равно 0,68 (кривая 5), а при $K_5 = 200 \text{ Т} \cdot \text{м} \cdot \text{сек}/\text{рад}$ (кривая 2) и том же значении жесткости коэффициент динамичности равен 1,82.

Проведенные расчеты показывают, что при реальных значениях c_6 и K_6 максимальное значение $K_6 = 1,3 \div 1,5$. Частоты этих максимумов $8,5 \div 9,5 \text{ 1/сек}$ резонансные, они наиболее опасны. Однако частота воздействия от дороги будет близка к этому значению только при вполне определенной длине неровности и скорости движения.

Например, при длине неровности 1 м резонансная скорость движения, определенная по формуле (7), равна 5,15 км/час. В этом случае коэффициент динамичности K_6 равен 1,50. При дальнейшем увеличении скорости движения значения коэффициента K_6 уменьшаются. При движении по неровному пути и особенно по косоугору эта скорость может представлять опасность при определенной высоте неровности и указанной ее длине.

Анализ поперечной устойчивости лесовозного автопоезда МАЗ-509 + 2Р-15 показывает, что наиболее опасны неровности длиной свыше 1,5 м, которые при значительных скоростях движения могут нарушать поперечную устойчивость автопоезда, особенно на косоугорах. При малых скоростях движения наиболее опасны неровности средней длины (0,9—1,5 м).

Изложенная методика применима не только для оценки поперечной устойчивости лесовозных и других автопоездов, но может быть использована также для анализа и выбора рациональных параметров автопоезда с целью улучшения его поперечной устойчивости.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. А. Взятыешев. Журн. «Автомобильная промышленность» № 12, 1964
[2]. Б. Г. Гастев, В. И. Мельников, Основы динамики лесовозного подвижного состава. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1967. [3]. Р. В. Ротенберг. Подвеска автомобиля и его колебания. Машгиз, 1960. [4]. А. А. Силаев. Спектральная теория подрессоривания транспортных машин. Машгиз, 1963.

Поступила 7 июня 1971 г.

УДК 625.11

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ, ЗАВИСЯЩЕЙ ОТ ПРОГИБА ПУТИ

Б. Н. КУВАЛДИН

Московский лесотехнический институт

Достаточно определенно установлено, что удельное сопротивление движению подвижного состава зависит от прогиба пути, а точнее, от сил внутреннего сопротивления в элементах его конструкции. Для аналитического определения величины этой составляющей сопротивления движению предложен ряд формул [1], [2], [3], но правильность расчетов не может быть проверена экспериментально, так как прямым опытным путем невозможно установить долю общего сопротивления движению, которая, бесспорно, зависит только от конструкции и параметров пути. Выполненные нами ранее работы показали, что на узкоколейных железных дорогах доля сопротивления движению, зависящая от прогиба пути, должна быть значительно больше, чем на железных дорогах нормальной колеи [2]. Это положение подтверждается нашими экспериментами. Излагается методика и результаты экспериментального исследования, позволившего установить, что доля составляющей сопротивления движению, зависящей от конструкции и параметров пути, не меньше определенной величины, получаемой непосредственными измерениями.

В основу методики положены следующие соображения. Пусть мы имеем ряд участков пути с разными рельсами и различными типами подшпального основания. Если на этих участках пути удельное сопротивление движению различно, то можно условно принять, что на участке с наименьшим значением величины основного сопротивления движению составляющая, зависящая от параметров и конструкции пути, равна нулю.

Обозначим значение удельного сопротивления движению на таком участке равным W_1 , а величины удельного сопротивления движению на остальных участках, по мере возрастания его величины, W_2, W_3, \dots, W_k . При этом $W_1 < W_2 < W_3 \dots < W_k$. Следовательно, можно утверждать, что разности $W_2 - W_1; W_3 - W_1 \dots W_k - W_1$ не превышают величины составляющей удельного сопротивления движению, зависящей от конструкции пути W^n , то есть $W_2 - W_1 < W_2^n; W_3 - W_1 < W_3^n \dots W_k - W_1 < W_k^n$.

В связи с тем, что основное удельное сопротивление движению состоит из части, зависящей от конструкции пути W_k^n , и части, зависящей от параметров и конструкции пути W^n , можно записать

$$W_1 = W_1^n + W^n;$$

$$W_2 = W_2^n + W^n;$$

$$\dots \dots \dots$$

$$W_k = W_k^n + W^n.$$

В действительности $W_1^n > 0$ и $W_1 > W^n$, поэтому

$$\frac{W_k - W_1}{W_1} < \frac{W^n}{W^n}.$$

Если обозначить $\frac{W_k^n}{W^n} = B$, то

$$\frac{W_k^n}{W_k} = \frac{B}{B + 1}.$$

Определив последовательно значения $\frac{W_2^n}{W_2}$; $\frac{W_3^n}{W_3}$... $\frac{W_k^n}{W_k}$, выявим, что действительные отношения составляющей, зависящей от конструкции и параметров пути, к полному значению основного сопротивления движению, во всяком случае, не меньше этих величин.

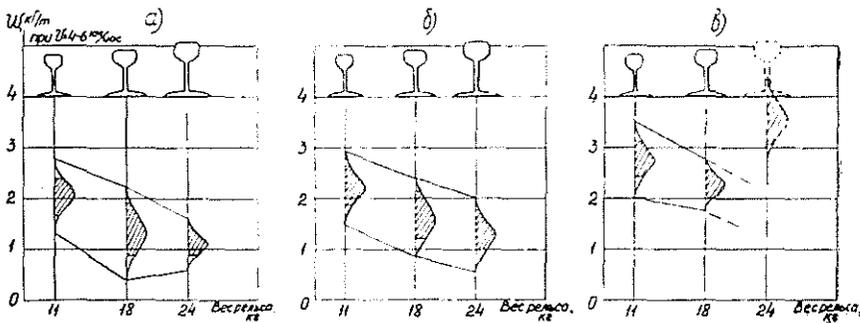


Рис. 1. Результаты опытов по определению влияния параметров и конструкции узкоколейного пути на удельное сопротивление движению.

а — монолитное бетонное основание; б — гравийно-щебеночный балласт; в — грунтовое супесчаное основание без балласта.

Для реализации разработанной методики были созданы три участка узкоколейного рельсового пути: с шпальным основанием в виде монолитной бетонной плиты, находящейся на песчаном грунте; с щебеночным балластом и с основанием в виде супесчаного грунта (рис. 1). Ранее проведенные предварительные опыты показали, что сопротивление движению на участке из песчаного балласта и на участке с супесчаным грунтом практически одинаково.

На каждом участке последовательно меняли рельсы: Р11, Р18 и Р24. Таким образом, имелось девять комбинаций, различных по конструкции и параметрам пути. По всем участкам прокатывали один и тот же сцеп ЦНИИМЭ — ДВЗ, загруженный хлыстами и имевший общий вес 24,9 т. Более подробные сведения об участках и использованном оборудовании приведены нами ранее [4].

Для определения величины составляющей, зависящей от конструкции и параметров пути, не представляют интереса данные, полученные при значительных скоростях движения, поэтому мы использовали материалы о заездах при скоростях движения, не превышающих 7—8 км/час. Результаты их обработки приведены в табл. 1 и показывают четкую зависимость величины сопротивления движению от характера конструкции пути. Оно увеличивается с уменьшением веса рельсов и момента инерции, а также по мере перехода от прочного монолитного основания к менее прочному щебеночному, а затем грунтовому. Исключение составляет величина сопротивления движению на участке с грунтовым основанием при рельсах Р24. Здесь боль-

Таблица 1

Подшпальное основание	Тип рельсов	Обозначения	Среднее значение удельного сопротивления движению, кг/Т	Среднее квадратическое отклонение, кг/Т	Коэффициент точности, %
Монолитное бетонное	P24	W_1	1,10	0,12	4,63
	P18	W_3	1,33	0,32	6,10
	P11	W_5	2,08	0,25	2,88
Щебеночный балласт	P24	W_2	1,29	0,25	5,90
	P18	W_4	1,61	0,27	4,75
	P11	W_6	2,21	0,22	4,50
Супесчаный грунт . . .	P24	W_9	(3,57)	0,30	2,58
	P18	W_7	2,28	0,18	2,58
	P11	W_8	2,77	0,26	3,33

шое сопротивление связано с тем, что данная серия заездов была выполнена в конце сентября, после дождей. В тот же период были проведены опыты с рельсами P11 и P24 на участке с монолитным бетонным основанием. Но в данном случае подстилающий песчаный грунт был покрыт монолитной бетонной плитой. Интересный результат, полученный на грунтовом участке, говорит о необходимости специального изучения влияния влажности балласта и подстилающего грунтового основания на сопротивление движению.

В табл. 2 приведены значения величин $W_k - W_1 \leq W_k^n$ и отношений $\frac{W_k - W_1}{W_1} = B$ и $\frac{W_k - W_1}{W_k} \leq \frac{W_k^n}{W_k}$. Полученные данные показывают, что доля сопротивления движению, зависящая от прогиба пути, для наиболее распространенных на лесовозных ужд конструкций верхнего строения составляет не менее 30—50% от величины удельного сопротивления движению.

Таблица 2

Подшпальное основание	Тип рельсов	$W_i - W_1 < W_i^n$, кг/Т	$\frac{W_i - W_1}{W_i}$	$\frac{W_i^n}{W_i}, \%$
Монолитное бетонное	P24	0	—	—
	P18	0,23	0,21	>17,2
	P11	0,93	0,89	>47,0
Щебеночный балласт	P24	0,19	0,17	>14,6
	P18	0,50	0,46	>31,0
	P11	1,10	1,01	>49,7
Супесчаный грунт . . .	P24	(2,46)	2,24	>69,5
	P18	1,18	1,07	>51,8
	P11	1,67	1,52	>60,5

На дорогах нормальной колеи и ужд не проводили опытов, в методическом отношении подобных описанным выше. Однако основные выводы наших работ можно подтвердить результатами опытов Я. Г. Меньшуткина [5]. Эти опыты выполнены на трех участках с примерно одинаковыми рельсовыми основаниями, но с рельсами разных типов (P8, P11, P18) и заключались в определении сопротивления движению узкоколейных платформ при трогании с места. Балласт был один и тот же. Пользуясь изложенной выше методикой, можно установить, что составляющая параметров и конструкции пути для рельсов P8 не меньше 25—30%, а для рельсов P18 не меньше 10—11% общей

величины сопротивления движению при трогании с места. В последнем случае удельный вес искомой составляющей и должен быть меньше в связи с существенным возрастанием составляющей сопротивления движению, зависящей от трения осевых шеек о подшипники. Эти же опыты показывают, что удельный вес составляющей, зависящей от конструкции пути, увеличивается по мере удаления от точки трогания с места.

Приведенные опытные данные показывают, что составляющая сопротивления движению на ужд, зависящая от конструкции и параметров пути, величина весьма существенная. Совершенствуя конструкцию пути, можно выявить дополнительные резервы для снижения расхода энергии на передвижение поездов. Кроме того, применение на ограничивающих подъемах наиболее тяжелых типов рельсов и щебеночных балластов позволяет повысить нагрузку на рейс. Достоверные данные о величине той части сопротивления движению, которая зависит от конструкции верхнего строения пути, дают возможность правильно оценивать экономическую эффективность мероприятий по усилению и реконструкции пути.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. Н. Веденясов, А. В. Комаров, С. П. Надеждин. Повышение скорости движения, веса составов, мощности и эффективности тяговых средств транспорта. Изд-во АН СССР, 1950. [2]. М. Ф. Вериго. О сопротивлении движению колес по рельсу, обусловленному рассеянием энергии в железнодорожном пути. Журн. «Техника железных дорог» № 5, 1948. [3]. Б. И. Кувалдин. Влияние размещения осей подвижного состава на прочность рельсового пути и сопротивление движению локомотивов и вагонов. Сб. «Проблемы повышения эффективности работы транспорта», изд-во АН СССР, 1953. [4]. Б. И. Кувалдин, Б. А. Белоусов. Влияние конструкции узкоколейного железнодорожного пути на сопротивление движению подвижного состава. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1964. [5]. Я. Г. Меньшуткин. Влияние типа рельса на сопротивление при трогании с места. Труды Лесотехнической академии, № 71, 1952.

Поступила 31 марта 1971 г.

УДК 634.0.377.44

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ И РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЗАТУХАНИЯ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ГУСЕНИЧНОГО ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА С ПОЛУЖЕСТКОЙ РЕССОРНО-БАЛАНСИРНОЙ ПОДВЕСКОЙ

Н. Н. ГОРБАЧЕВ
ЦНИИМЭ

При движении по ровному участку пути после проезда неровностей у трактора возникают собственные колебания. Параметры этих колебаний оказывают большое влияние на плавность хода, так как от них зависят интенсивность, характер вынужденных колебаний и возникновение неблагоприятных условий резонанса. Одна из первоочередных задач при выборе параметров поддресоривания тракторов — определение коэффициентов, характеризующих затухание собственных колебаний остова.

Схемы динамических колебательных систем, эквивалентных трелевочному трактору с полужесткой рессорно-балансирной подвеской, показаны на рис. 1. Поскольку масса m_2 , приходящаяся на задние каретки, не совершает колебаний на рессорах передних кареток, рас-

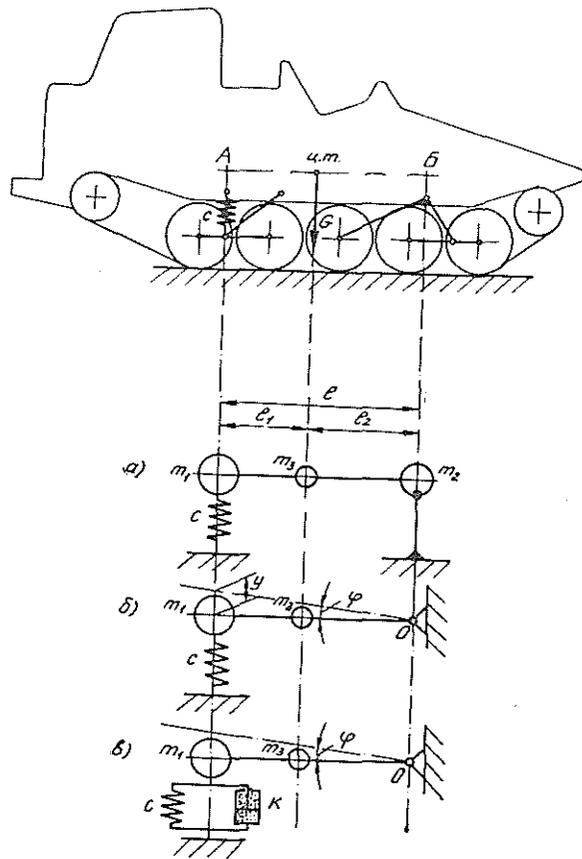


Рис. 1.

а, б — без учета сил сопротивления; в — с учетом сил сопротивления.

смотрим колебания масс m_1 и m_3 вокруг оси качения задних кареток (рис. 1, в).

Здесь c — жесткость рессор передних кареток, h — коэффициент сопротивления амортизации в подвеске. Рассматриваемая система имеет одну степень свободы. Положение масс m_1 и m_3 при колебаниях в любой момент времени полностью определяется одной из двух обобщенных координат: y — перемещением массы m_1 по вертикали и φ — углом поворота остова трактора.

Для систем с одной степенью свободы, при наличии сил сопротивления, дифференциальное уравнение Лагранжа второго рода имеет вид [4]

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial T}{\partial q} = Q_p + Q_R, \quad (1)$$

где T — кинетическая энергия системы;
 Q_p — обобщенная восстанавливающая сила;
 Q_R — обобщенная сила сопротивления;
 q — обобщенная координата.

При этом

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{1}{2} a \dot{q}^2; & Q_p &= -\frac{\partial \Pi}{\partial \dot{q}}; & Q_R &= -\frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}}; \\ \Pi &= \frac{1}{2} c_1 q^2; & \Phi &= \frac{1}{2} b \dot{q}^2, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где Π — потенциальная энергия;
 Φ — функция рассеивания (диссипации) энергии;
 a — коэффициент инерции;
 c_1 — коэффициент жесткости;
 b — коэффициент диссипации.

Значения величин, входящих в уравнение Лагранжа,

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}} &= a \dot{q}; & \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}} \right) &= a \ddot{q}; & \frac{\partial T}{\partial q} &= 0; \\ Q_p &= -\frac{\partial \Pi}{\partial q} = -c_1 q; & Q_R &= -\frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}} = -b \dot{q}. \end{aligned}$$

Подставляя эти значения в уравнение (1), получим

$$a \ddot{q} + b \dot{q} + c_1 q = 0.$$

В случае обобщенной координаты φ имеем

$$a_\varphi \ddot{\varphi} + b_\varphi \dot{\varphi} + c_{1\varphi} \varphi = 0. \quad (3)$$

По принятой расчетной схеме динамической колебательной системы, эквивалентной трелевочному трактору с полужесткой рессорно-балансирной подвеской, определим значения коэффициентов a_φ , b_φ , $c_{1\varphi}$ для нашего случая.

Кинетическая энергия системы

$$T = \frac{1}{2} m_1 \dot{y}^2 + \frac{1}{2} I_z \dot{\varphi}^2 = \frac{1}{2} (m_1 l^2 + I_z) \dot{\varphi}^2,$$

где m_1 — масса, приходящаяся на рессоры передних кареток;
 I_z — момент инерции массы m_3 , сосредоточенной в центре тяжести, относительно оси качания задних кареток (oz).

Ранее — формула (2) — мы имели

$$T = \frac{1}{2} a \dot{q}^2,$$

в нашем случае

$$\begin{aligned} T &= \frac{1}{2} (m_1 l^2 + I_z) \dot{\varphi}^2, \\ a_\varphi &= m_1 l^2 + I_z. \end{aligned}$$

Потенциальная энергия системы

$$\begin{aligned} \Pi &= -m_1 g y - m_3 g \frac{l_2}{l} + c \frac{(f+y)^2}{2} - \frac{cf^2}{2} = -\left(m_3 g \frac{l_2}{l} + m_1 g\right) y + \\ &+ cfy + \frac{cv^2}{2}, \end{aligned}$$

где f — статический прогиб рессор в положении равновесия;
 $\frac{cf^2}{2}$ — потенциальная энергия рессор в положении равновесия.

При равновесии

$$\left(\frac{d\Pi}{dy}\right)_{y=0} = -\left(m_3g \frac{l_2}{l} + m_1g\right) + cf = 0;$$

$$cf = m_3g \frac{l_2}{l} + m_1g; \quad \Pi = \frac{1}{2}cy^2 = \frac{1}{2}cl^2\varphi^2.$$

Из выражения потенциальной энергии, с учетом формулы (2), определим коэффициент жесткости системы

$$c_{1\varphi} = cl^2.$$

Собственные колебания рассматриваемой системы, как и в реальных условиях, происходят при наличии сил сопротивления, вызывающих рассеивание (диссипацию) механической энергии. Определим коэффициент диссипации. Примем, что сопротивление в подвеске трактора пропорционально скорости движения в первой степени

$$R = kV,$$

где R — сила сопротивления;

V — скорость колебаний остова.

В практике такое соотношение наблюдается при хорошо смазанных поверхностях трения в сопряжениях взаимно перемещающихся деталей.

Обобщенная сила сопротивления

$$Q_R = -kV = -kl\dot{\varphi}.$$

Так как

$$Q_R = -b\dot{q}; \quad -b_{\varphi}\dot{\varphi} = -kl\dot{\varphi},$$

то

$$b_{\varphi} = kl.$$

Подставляя коэффициенты a_{φ} , b_{φ} , $c_{1\varphi}$ в уравнение (3), получим

$$(m_1l^2 + I_z)\ddot{\varphi} + kl\dot{\varphi} + cl^2\varphi = 0$$

или

$$\ddot{\varphi} + \frac{k}{m_1l + m_3\lambda l^2}\dot{\varphi} + \frac{c}{m_1 + m_3\lambda^2}\varphi = 0, \quad (4)$$

где $\lambda = \frac{l_2}{l}$.

Полученное линейное однородное дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами описывает собственные колебания трелевочных тракторов ТДТ-75 и ТТ-4.

В случае, когда $Q_R = 0$, уравнение (4) принимает вид

$$\ddot{\varphi} + \frac{c}{m_1 + m_3\lambda^2}\varphi = 0$$

и описывает собственные колебания тракторов ТДТ-75, ТТ-4 без учета сил трения в подвеске. Такие колебания называют также свободными. При этом

$$\frac{c}{m_1 + m_3\lambda^2} = \omega^2, \quad (5)$$

где ω — угловая частота свободных колебаний [3].

Для решения уравнения (4) примем

$$\frac{k}{m_1 l + m_3 l_2} = 2h,$$

то есть

$$h = \frac{k}{2(m_1 l + m_3 l_2)}, \quad (6)$$

где h — коэффициент сопротивления (затухания) в подвеске.

С учетом формул (5) и (6) уравнение (4) имеет вид

$$\ddot{\varphi} + 2h\dot{\varphi} + \omega^2\varphi = 0. \quad (7)$$

Характеристическое уравнение

$$d^2 + 2hd + \omega^2 = 0. \quad (8)$$

Корни этого уравнения

$$d_1 = -h + \sqrt{h^2 - \omega^2}; \quad d_2 = -h - \sqrt{h^2 - \omega^2}.$$

Как показали эксперименты [1], в подвеске трактора ТДТ-75 имеет место случай, когда $h < \omega$. При этом корни характеристического уравнения (8) комплексные

$$d_1 = -h + i\sqrt{\omega^2 - h^2}; \quad d_2 = -h - i\sqrt{\omega^2 - h^2}.$$

В случае комплексных корней общее решение однородного линейного дифференциального уравнения второго порядка имеет вид

$$\varphi = Ae^{-ht} \sin(\Theta t + \alpha). \quad (9)$$

Движение, соответствующее уравнению (9), имеет колебательный характер и графически выражается затухающей синусоидой. Здесь A — амплитуда, α — начальная фаза, $\Theta = \sqrt{\omega^2 - h^2}$ — частота затухающих колебаний.

После дифференцирования уравнения (9) и подстановки начальных условий $t = 0$; $\varphi(t)_{t=0} = \varphi_0$; $\dot{\varphi}(t)_{t=0} = \dot{\varphi}_0$ получим значения величины A и α как постоянных интегрирования

$$A = \sqrt{\varphi_0^2 + \frac{(\dot{\varphi}_0 + h\varphi_0)^2}{\omega^2 - h^2}}; \quad \text{ctg } \alpha = \frac{\dot{\varphi}_0 + h\varphi_0}{\varphi_0 \sqrt{\omega^2 - h^2}}.$$

Без учета сил сопротивления в подвеске трактора ($2h = 0$) — рис. 1, б — уравнение (7) имеет вид

$$\ddot{\varphi} + \omega^2\varphi = 0. \quad (10)$$

Общее решение уравнения (10)

$$\varphi = A \sin(\omega t + \alpha); \quad (11)$$

$$\dot{\varphi} = \omega A \cos(\omega t + \alpha),$$

при $t = 0$

$$\varphi_0 = A \sin \alpha; \quad \dot{\varphi}_0 = \omega A \cos \alpha.$$

откуда

$$A = \sqrt{\varphi_0^2 + \frac{\dot{\varphi}_0^2}{\omega^2}}; \quad \text{tg } \alpha = \frac{\omega \varphi_0}{\dot{\varphi}_0}.$$

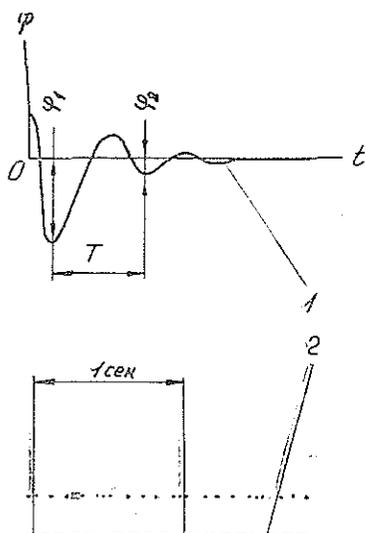


Рис. 2.

1 — кривая собственных колебаний;
2 — запись отсчетов времени.

Как следует из уравнения (11), колебания остова трактора без учета сопротивления гармонические.

На рис. 2 представлена записанная гироскопом экспериментальная кривая собственных колебаний трактора ТДТ-75, полученных методом сбрасывания. Кривая характеризует затухающие колебания, происходящие с частотой $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - h^2}$ и постепенным уменьшением размахов по закону Ae^{-ht} .

Период колебаний

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - h^2}} = \frac{2\pi}{\omega_0 \sqrt{1 - \left(\frac{h}{\omega_0}\right)^2}} = \frac{T_1}{\sqrt{1 - \left(\frac{h}{\omega_0}\right)^2}},$$

где $T_1 = \frac{2\pi}{\omega_0}$ — период свободных колебаний трактора.

При исследовании собственных колебаний тракторов и автомобилей оценочными параметрами подвески принято считать ψ — относительный коэффициент сопротивления (апериодичности) и $\eta_{\text{в}}$ — коэффициент поглощения энергии в подвеске [2]. Эти коэффициенты учитывают все колебательные параметры (k, c, m_1, m_2) и характеризуют затухание колебаний. При этом

$$\psi = \frac{h}{\omega_0} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4\pi^2}{\omega_0^2 p}}}; \quad \eta_{\text{в}} = 1 - \frac{1}{p^2},$$

где p — отношение двух последовательных отклонений остова.

На основании уравнения (9) для нашей кривой (рис. 2) можно записать

$$p = \frac{Ae^{-ht_1}}{Ae^{-ht_2}} = e^{h(t_2 - t_1)} = e^{hT} = \frac{\zeta_1}{\zeta_2}.$$

По осциллограмме $p = 5,6$; $T = 0,52$ сек. Расчетные значения коэффициентов ψ и $\eta_{\text{в}}$ для трактора ТДТ-75 составляют 0,267 и 96,8% соответственно. Техническая частота колебаний $n = 115$ кол/мин. У современных амортизаторов $\psi = 0,25 \div 0,45$; $\eta_{\text{в}} = 93 \div 98\%$. Оптимальная частота, равная по величине количеству толчков, испытываемых человеком при ходьбе ($67 \div 89$ кол/мин). Таким образом, силы сопротивления в подвеске трактора ТДТ-75 обеспечивают необходимое затухание собственных колебаний остова. Частота собственных колебаний остова, равная 115 кол/мин, высока и воспринимается как неприятная тряска.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. Н. Горбачев. Продольно-угловые колебания трелевочного трактора ТДТ-75. Труды ЦНИИМЭ, сб. 96, 1969. [2]. Г. В. Зимелев. Теория автомобиля.

Изд-во МО, М., 1937. [3]. Е. Д. Львов. Теория трактора. Машгиз, М., 1960. [4]. А. А. Яблонский, С. С. Норейко. Курс теории колебаний. Изд-во «Высшая школа», М., 1966.

Поступила 1 июня 1971 г.

УДК 658.283

ИТЕРАТИВНЫЙ МЕТОД УЛУЧШЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Г. А. БОРИСОВ, В. Н. ЗЕМЛЯЧЕНКО

Карельский НИИ лесной промышленности

Один из недостатков оптимизации схем транспортного освоения лесосырьевых баз методами линейного программирования — допущение о концентрации запасов древесины в центре «тяжести» элементарной площадки [2]. Распределение по площади лесосырьевой базы центров элементарных площадок однозначно определяет точки, через которые обязательно должны пройти проектируемые дороги. Распределение точек по площади производится формально, без учета ряда условий, учитываемых при других методах проектирования. В результате такого допущения координаты развилки проектируемой сети совпадают с центрами тяжести площадок, что не всегда целесообразно. Точность решений с использованием методов линейного программирования возрастает с увеличением количества элементарных площадок, но при этом повышается трудоемкость подготовки исходных данных и появляется необходимость разделения всей базы на зоны по веткам и магистралям, вызванная техническими возможностями используемых ЭВМ.

Такой недостаток решений транспортных сетей частично может быть устранен путем снятия привязки координат развилки сети к фиксированным точкам и использованием итеративных методов поиска более выгодных координат развилки.

Соответствующие методы получили определенное развитие в приложении к проектированию сетей различного назначения [4], [11], [13]. Однако используемые методы основывались на допущении о неизменности рельефных, гидрогеологических и экономических условий по всей местности, где проектируется сеть. Это допущение существенно ограничивает применимость указанных методов к проектированию сетей, так как расположение на местности озер, болот и рельефных неоднородностей исключает возможность прокладки по ним путей и, следовательно, практическое использование получаемых результатов.

Указанный недостаток может быть в значительной степени исправлен путем введения в математическую модель сети областей удорожания строительства.

Тогда для улучшения транспортной сети в качестве исходных данных берется решение, полученное методами линейного программирования. В этом случае известны координаты центров запасов древесины x_i , y_i , находящиеся в кварталах, выделах или других элементарных площадках; величины этих запасов Q_i ; координаты нижнего склада x_n , y_n ; координаты транзитных точек x_{i0} , y_{i0} , то есть центров с нулевым запасом древесины. Из решения сети методами линейного программирования имеем объем вывозки древесины Q_{ij} по участку дороги, соединяющему два центра i и j .

Все центры разбиваем на две группы — фиксированные и свободные. К фиксированным относим центры с ненулевым запасом и те, которые по тем или иным причинам «жестко» привязаны к местности (нижний склад, поселки, мостовые переходы и т. д.). Остальные центры относим к свободным, то есть координаты этих центров можно изменять.

Области удорожания строительства путей представляются в виде окружностей с координатами центров x_k^0, y_k^0 , радиусами R_k и коэффициентом удорожания строительства S_k . Такой вид задания областей удорожания дает минимальный физический объем информации в сравнении с прямоугольниками и линейно-аппроксимированными контурами.

Расстановка окружностей производится в порядке убывания величины S_k . Местность, не входящая в области удорожания, не имеет удорожания строительства путей.

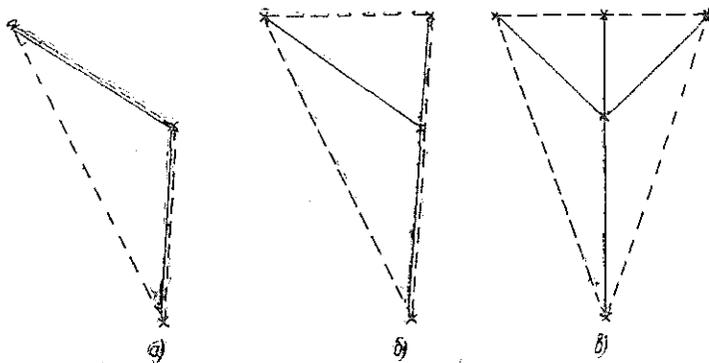


Рис. 1.

На рис. 1 приведены схемы развилок, получающиеся при оптимизации транспортной сети методами линейного программирования, в табл. 1 — частоты встречаемости различных схем, полученные на ряде транспортных сетей лесозаготовительных предприятий.

Таблица 1

Количество точек, смежных с развилкой	3	4	5	6	7
Общее количество развилок, %	14,4	9,9	4,2	0,3	0,2

Задача улучшения транспортной сети заключается в том, чтобы получить сеть с меньшими суммарными затратами путем изменения схем развилок и их координат с учетом областей удорожания для прокладки дорог.

Так как улучшение сети производится после ее решения методами линейного программирования, то область поиска более рациональных решений сужается до многоугольников, ограниченных на рис. 1 пунктирными линиями. При решении методами линейного программирования все варианты схем развилок, в которые входили пути, помеченные пунктиром, рассматривали и отбрасывали как менее эффективные.

Суммарные затраты на участке между двумя любыми центрами рассчитывают по формуле

$$Z_{ij} = [T(Q_{ij}) + E_{ij}] \cdot Q_{ij} L_{ij} + \sum_k S_k \cdot C_{ij} \cdot L_{ijk}, \quad (1)$$

где Q_{ij} — объем вывозки леса, m^3 ;

$T(Q_{ij})$ — удельные транспортные затраты, руб./ m^3 км;

E_{ij} — удельные затраты на содержание дороги, руб./ m^3 км;

L_{ij} — расстояние, км;

S_k — удорожание строительства дороги в k -ой области;

C_{ij} — стоимость строительства 1 км дороги, руб./км;

L_{ijk} — длина участка дороги внутри k -ой области, км.

Определение длины участка дороги (рис. 2) внутри k -ой области производится через координаты точек A и B

$$L_{ijk} = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2}, \quad (2)$$

которые определяются при решении системы, состоящей из уравнения прямой, проходящей через центры i и j , и уравнения окружности с координатами центра x_k^0, y_k^0 и радиусом R_k

$$\begin{cases} (y - y_i) / (y_j - y_i) = (x - x_i) / (x_j - x_i) \\ (x - x_k^0)^2 + (y - y_k^0)^2 = R_k^2 \end{cases} \quad (3)$$

Решение системы уравнений (3) имеет два корня, соответствующих координатам точек A и B .

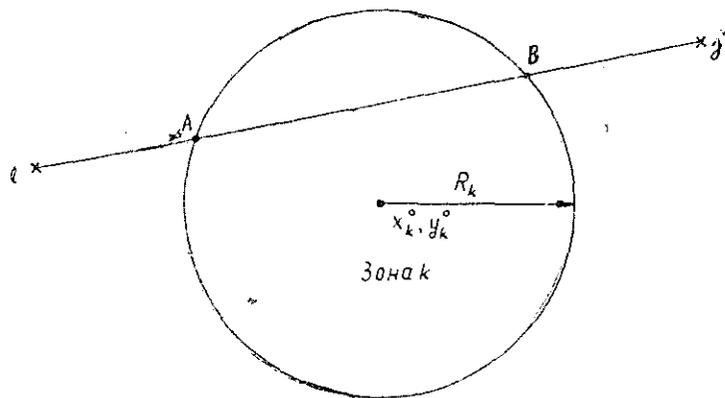


Рис. 2. Определение длины участка дороги внутри k -ой зоны.

Далее рассмотрим метод получения схем развилок на примере схемы рис. 1, в. Так как количество схем развилок резко возрастает с увеличением числа центров, то рассмотрение совокупности уже с шестью фиксированными центрами становится затруднительным даже с помощью ЭВМ. В связи с этим встает необходимость выбора лучшей схемы приближенными методами. Такой метод должен исключать схемы заведомо неудачные с точки зрения минимума суммарных затрат. Это, например, схемы соединения с взаимно пересекающимися

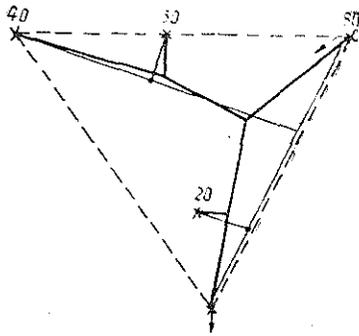


Рис. 3. Получение схемы соединения путей.

----- начальная схема;
 ————— окончательное решение.

меньшим суммарным затратам лучший; 4) операция 3 повторяется до окончания перебора всех фиксированных центров в последовательности, соответствующей уменьшению объема вывозки.

После получения схемы соединения в циклическом порядке для каждого свободного центра, поочередно изменяя его координаты, добиваемся минимума суммарных затрат на всей совокупности дорог, расположенных внутри рассматриваемого многоугольника. Мы предпочли метод поочередного изменения координат градиентному потому, что определение градиента в нашем случае требует большего объема вычислений [5].

Если варьировать порядок изменения координат свободных центров, то в результате улучшения их положения получим, вообще говоря, другое конечное положение свободных вершин с новым значением суммарных затрат. Поэтому выбор порядка свободных центров повторяется несколько раз случайным образом [5], что дает возможность улучшить решение. Пример решения дан на рис. 3.

Так как изложенный метод является приближенным и не учитывает некоторых редко встречающихся ситуаций, то при реализации его на ЭВМ следует предусмотреть корректировку решения и ввод дополнительных свободных центров, необходимость которых обусловлена чаще всего конфигурацией областей удорожания путей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. М. Бер, Е. Н. Белов, Б. Т. Поляк. О некоторых задачах оптимизации сетей. «Вычислительные методы и программирование», изд. МГУ, вып. V, 1966. [2]. Г. А. Борисов, Б. С. Герасимов, Р. А. Сюкияйнен. Оптимизация схем транспортного освоения лесосырьевой базы методами линейного программирования. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1969. [3]. А. К. Кельманс. О построении кратчайшей связывающей сети. Сб. «Кибернетика и управление», изд-во «Наука», М., 1967. [4]. И. Б. Моцкус, В. Л. Леонас, В. Р. Шальтянис. О нахождении оптимальной конфигурации распределительных сетей. Изв. АН СССР, ОТН, «Энергетика и транспорт» № 2, 1963. [5]. Л. А. Растрини. Случайный поиск в задачах оптимизации многопараметрических систем. Изд-во «Занатне», Рига, 1965.

Поступила 6 мая 1971 г.

УДК 625.54

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ГРУЗА
НА НЕСУЩЕМ КАНАТЕ ПОДВЕСНОЙ КАНАТНОЙ УСТАНОВКИ**

М. А. ДУМАНОВСКИЙ

Кавказский филиал ЦНИИМЭ

Несущие канаты с закрепленными концами, применяющиеся на временных лесотранспортных установках, отличаются от канатов с натяжным грузом, для которых траектория движения вагонетки описывается уравнением [1], [3]

$$f_x = \frac{q(l-x)x}{2T \cos^2 \beta} + \frac{Q(l-x)x}{Tl \cos \beta}, \quad (1)$$

где f_x — величина провеса под грузом на расстоянии x от ближайшей опоры;

l — длина пролета по горизонтали;

x — расстояние по горизонтали от ближайшей опоры до места определения провеса;

q — вес 1 пог. м несущего каната;

Q — вес сосредоточенного груза;

T — усилие в несущем канате;

β — угол наклона хорды пролета.

При известном максимальном провесе промежуточные значения можно определить как

$$f_x = f_m \cdot 4 \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l}\right). \quad (2)$$

Выражения (1) и (2) справедливы при $T \cos \beta \approx H = \text{const}$.

В канатах с закрепленными концами усилие меняется под действием подвижной сосредоточенной нагрузки от T_0 до T_m и отношение $T_0 : T_m = i$ колеблется от 0,5 до 0,8. Для определения величины провеса под грузом у таких канатов можно использовать формулу (1). При этом T_x необходимо устанавливать для каждого значения x из выражения общего состояния каната.

С целью упрощения расчетов проф. С. С. Христов [4] предложил следующее уравнение:

$$T_x = \frac{x(l-x)}{2T_m \cos \beta} \left[\frac{q}{\cos \beta} + 2 \frac{Q}{l} \frac{T_m}{T_x} \right], \quad (3)$$

здесь

$$T_x = T_0 + \Delta T k_i, \quad (4)$$

где T_0 — монтажное усилие в несущем канате;

$\Delta T = T_m - T_0$ — разность между максимальным и монтажным усилиями;

k_i — коэффициент изменения ΔT ,

$$k_i = 5,272685 \frac{x}{l} - 9,424906 \left(\frac{x}{l}\right)^2 - 5,759072 \left(\frac{x}{l}\right)^3.$$

Коэффициент k_i определен С. С. Христовым в результате обработки многочисленных опытных данных, полученных на многопролетных подвесных канатных установках «Пирин»; он постоянен для одних и тех же значений $\frac{x}{l}$ при $i \approx 0,745$. Поэтому вызывает сомнение точность k_i для всех случаев i , встречаемых на практике.

Сравним величину провеса, полученную по уравнениям (1) и (3). Например, известно: $l = 500$ м, $x = 50$ м, $Q = 3500$ кг, $T_m = 15000$ кгс, $T_0 = 10000$ кгс, $q = 2,75$ кг/м и $\beta = 0^\circ$. Следует найти f_x .

Из уравнения (1) $f_x = 12,60$ м; из уравнения (4) $T_x = 12,19$ тс, из уравнения (3) $f_x = 14,95$ м. Ошибки: абсолютная $+2,76$; относительная $+22,6\%$. Полученные значения показывают, что между этими уравнениями расхождение существенно.

Теперь за основу примем положение, что канат с закрепленными концами под сосредоточенным грузом провисает по кривой, через любую точку которой можно провести параболу. На рис. 1 показана половина пролета l , в котором нанесено n -ое число параболических кривых, имеющих усилия от T_0 до T_m . При одном и том же грузе наименьшим натяжениям соответствуют наибольшие провесы, а наибольшим — наименьшие. Для каждой такой кривой уравнение (1) имеет место при определенной величине усилия в канате.

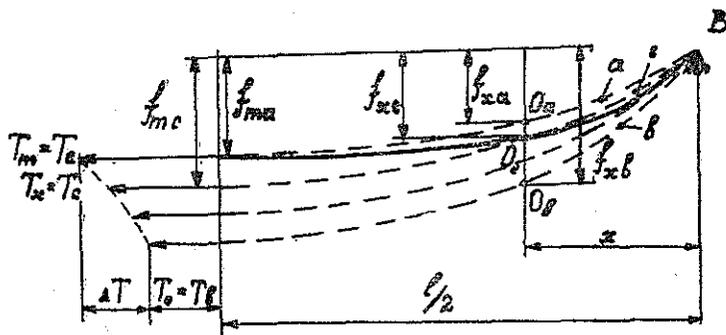


Рис. 1. Траектория груза в пролете на несущем канате с закрепленными концами в системе парабол.

Концы несущего каната закреплены, и под действием подвижной сосредоточенной нагрузки усилия в канате колеблются в пределах от T_0 до T_m . При этом траектория движения груза Q пересечется с каждой параболической кривой, так как в точках пересечения у них будет общее значение T_x . Новая кривая имеет наибольший провес только при T_m , которое возникнет в случае расположения сосредоточенного груза посередине пролета. Такая кривая пересекает каждую параболу только один раз. Для использования формулы (1) необходимо найти зависимость изменения T_x от x .

Для сечения на расстоянии x (рис. 1), используя выражение (2), можно записать

$$f_{xc} = f_{mc} \cdot 4 \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l}\right) \quad (5)$$

и

$$f_{xa} = f_{ma} \cdot 4 \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l}\right). \quad (6)$$

Вычитая из уравнения (5) выражение (6), получим

$$\Delta f_x = \Delta f_m \cdot 4 \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l}\right). \quad (7)$$

Для сечения на расстоянии x величина $\Delta f_m = \text{const}$. Отсюда можно сказать, что приращение провеса Δf_x пропорционально выражению $4 \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l}\right)$.

Используя формулу (1), в том же сечении для кривых a и c можно получить

$$\frac{f_{xa}}{f_{xc}} = \frac{T_c}{T_a}. \quad (8)$$

Для канатов с закрепленными концами $T_x = T_0 + \Delta T_x$, где $T_0 = \text{const}$, считаем, что именно ΔT_x изменяется обратно пропорционально Δf_x , тогда

$$T_x = T_0 + (T_m - T_0) \cdot 4 \frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l}\right). \quad (9)$$

Подставим полученное выражение в уравнение (1) и, преобразовав его, окончательно получим для канатов с закрепленными концами

$$f'_x = \frac{\frac{q l^2}{2 \cos^2 \beta} + \frac{Q \cdot l}{\cos \beta}}{4 T_m + T_0 \frac{(l-2x)^2}{(l-x)x}}. \quad (10)$$

Наибольший провес будет при $x = \frac{l}{2}$, то есть

$$f'_m = \frac{q l^2}{8 T_m \cos^2 \beta} + \frac{Q l}{4 T_m \cos \beta}. \quad (11)$$

Полученное выражение аналогично уравнению (1) при $x = \frac{l}{2}$, а поэтому можно сказать, что наибольшие провесы в пролете при одинаковых условиях равны как у несущего каната с натяжным грузом ($T = \text{const}$), так и с закрепленными концами ($T \neq \text{const}$). При определении других промежуточных значений величины провесов f'_x будут отличаться от провесов f_x , найденных на параболе. Решая уравнение (10), увидим, что провесы канатов с закрепленными концами по абсолютной величине больше, чем у параболической кривой при тех же x , равных от 0 до $\frac{l}{2}$.

Подставив исходные данные ранее приведенного примера в выражение (10), получим $f'_x = 16,00$ м.

На практике затруднительно пользоваться формулой (10). Напишем отношение $f'_x: f'_m$, то есть разделим выражение (10) на (11) и, помня, что $f'_m = f_m$, получим

$$\frac{f'_x}{f_m} = \frac{1}{1 + \frac{T_0}{T_m} \frac{(l-2x)^2}{4x(l-x)}}. \quad (12)$$

Если принять правую часть уравнения равной k' , то

$$f'_x = f_m \cdot k'. \quad (13)$$

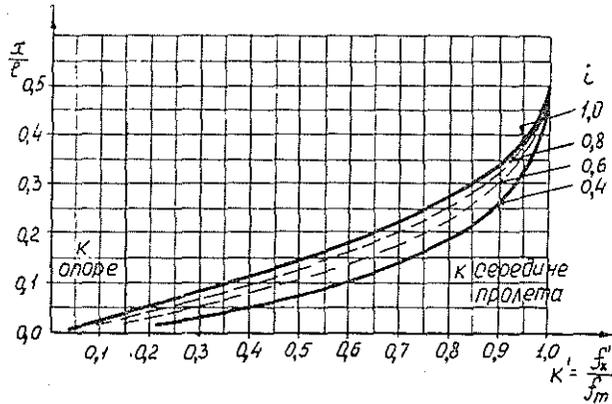


Рис. 2.

По аналогии с формулой (9) для сложной параболы можно написать

$$T_x = T_0 + (T_m - T_0) \cdot k'. \quad (14)$$

Задаваясь переменными значениями величины i , входящей в выражение (12), и принимая $x = 0 \div \frac{l}{2}$, составим таблицы, а на их основе график (рис. 2) для ускоренного нахождения величины k' .

Проведенные в 1967 г. экспериментальные исследования подвесной канатной установки в Гузерипльском леспромхозе Краснодарского края подтвердили, что разработанный способ определения провесов и усилий в любой точке пролета под сосредоточенной нагрузкой наиболее близко соответствует действительности (табл. 1).

Таблица 1

$x, м$	$f, м$				Ошибки, %, в сравнении с формулами		
	опытные	по формулам			параболы	С. С. Христова	предложенной
параболы		С. С. Христова	предложенной				
Верхняя половина пролета							
9,12	2,09	1,36	1,84	1,93	+35,0	+11,9	+7,7
27,77	4,58	3,70	4,29	4,48	+19,1	+6,3	+2,2
45,72	5,96	5,37	5,67	5,87	+9,9	+4,9	+1,5
Нижняя половина пролета							
45,72	5,91	5,37	5,67	5,87	+9,2	+4,1	+0,7
26,47	4,16	3,56	4,15	4,38	+14,4	+0,2	-5,3
7,62	1,59	1,14	1,57	1,65	+28,3	+1,3	-3,8
Средние ошибки					+19,3	+4,3	+0,5

Исходные данные: $Q = 3088 \text{ кг}$, $q = 2,667 \text{ кг/м}$, по ГОСТу 3071—55 $d = 28,5 \text{ мм}$, $l = 180,5 \text{ м}$, $T_0 = 13,7 \text{ тс}$, $T_m = 21,6 \text{ тс}$ и $\beta = 9^\circ 25'$.

Опытные данные усилий в канате в точке приложения груза сопоставляли с данными, полученными по формуле (14). Относительная погрешность не превышала $\pm 4,0\%$.

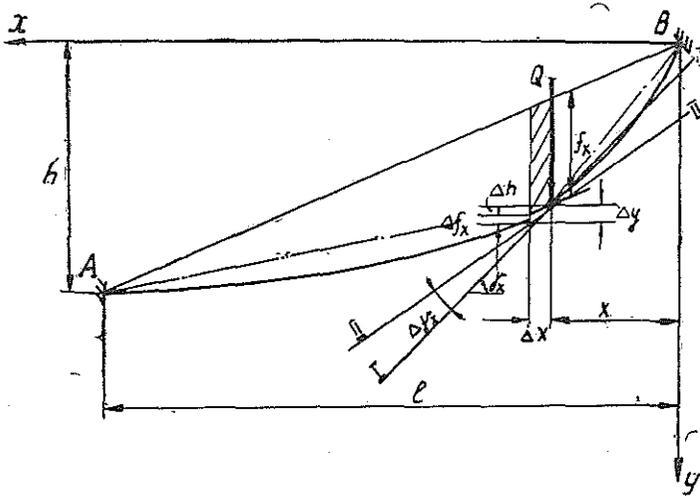


Рис. 3. Схема для определения угла подъема каретки на несущем канате с закрепленными концами.

Уменьшение натяжений в несущем канате при приближении каретки от середины пролета к опоре вызывает меньшее «выталкивающее» усилие, а это влечет за собой увеличение не только провесов, но и углов подъема и спуска каретки при движении ее по канату.

Для канатов с постоянным натяжением имеются уравнения для определения углов подъема и спуска вагонетки с грузом [2], [3]. Для канатов с закрепленными концами подобного уравнения нет.

Из схемы траектории груза в пролете (рис. 3) можем написать

$$\operatorname{tg} \gamma_x = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta h}{\Delta x} \pm \frac{\Delta f_x}{\Delta x}, \quad (15)$$

где Δf_x — приращение величины провеса несущего каната при перемещении груза на расстояние x .

В этом выражении знак плюс — для углов в верхней половине пролета, минус — в нижней. Но величина

$$\frac{\Delta h}{\Delta x} = \frac{h}{l} = \operatorname{tg} \beta, \quad (16)$$

где h — разность между отметками несущего каната на опорах.

Выражение для определения провесов несущего каната с закрепленными концами под воздействием подвижной сосредоточенной нагрузки для общего случая имеет вид

$$f'_x = \frac{1}{T_x} \left[\frac{q(l-x)x}{2 \cos^2 \beta} + \frac{Q(l-x)x}{l \cos \beta} \right]. \quad (17)$$

Подставив уравнение (14) в формулу (17) и взяв первую производную, получим

$$f'_x = \frac{l-2x}{[T_0 + (T_m - T_0) \cdot k'] \cos \beta} \left(\frac{q}{2 \cos \beta} + \frac{Q}{l} \right). \quad (18)$$

Подставляя выражения (16) и (18) в (15), окончательно найдем

$$\operatorname{tg} \gamma_x = \frac{h}{l} \pm \frac{l-2x}{(T_0 + \Delta T \cdot k') \cos \beta} \left(\frac{q}{2 \cos \beta} + \frac{Q}{l} \right). \quad (19)$$

Полученное выражение отличается от общеизвестного для канатов с натяжным грузом знаменателем второго члена правой части уравнения, который представляет значения натяжений в несущем канате с закрепленными концами в точке приложения груза.

Экстремальные значения углов γ_x . Угол подъема и спуска каретки возле опоры, когда $x \rightarrow 0$, а $T_m = T_0$,

$$\operatorname{tg} \gamma_0 = \frac{h}{l} \pm \frac{l}{T_0 \cos \beta} \left(\frac{q}{2 \cos \beta} + \frac{Q}{l} \right). \quad (20)$$

Угол подъема посередине пролета, когда $x = \frac{l}{2}$, а $T_0 = T_m$,

$$\operatorname{tg} \gamma_{l/2} = \frac{h}{l} = \operatorname{tg} \beta. \quad (21)$$

Данные, полученные по предлагаемой формуле (19), сопоставляли с опытными. Теоретические исследования и эксперименты показали следующее.

1. Полученные выражения (10) и (13) для определения провесов несущего каната под сосредоточенной нагрузкой в любой точке пролета подвесной канатной установки дают результаты при уклонах хорд пролетов до 5° с ошибками, не превышающими $\pm 5\%$.

2. Эксперимент показал, что уравнение (14) для определения усилия в несущем канате в точке приложения сосредоточенного груза дает удовлетворительные результаты при уклонах хорд пролетов до 12° . Ошибки не превышают $\pm 4\%$.

3. Установлено, что величины провесов несущих канатов с закрепленными концами под сосредоточенной нагрузкой для симметричных точек пролета при уклонах хорд более 5° заметно различаются. В верхней половине пролета провесы больше, а в нижней — меньше средних значений. Разница растет с увеличением уклона хорды и длины пролета. На уклонах 12° ошибки достигают $\pm 9\%$.

4. Углы подъема и спуска каретки на несущем канате с закрепленными концами больше (до 40%), чем на канате с натяжным грузом.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. М. Белая, А. Г. Прохоренко. Канатные лесотранспортные установки. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964. [2]. И. Е. Барат, В. И. Плавинский. Кабельные краны. Машгиз, М., 1964. [3]. А. Н. Дукельский. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. Машгиз, М., 1966. [4]. С. С. Христов. Теория и измерение на неподвижно закованные в двата им края носещи въжета при еднопътните двувъжени переносими горски линии с реверсивно движение на вагонетка. Автореферат диссертации на поискание ученой степени доктора технических наук. НРБ, София, 1966.

Поступила 7 июня 1971 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 684.62

ДИСПЕРСНЫЙ АНАЛИЗ ПЫЛИ,
ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ МЕБЕЛЬНЫХ ЩИТОВ

М. В. ЖЕСТЯНИКОВ, И. Г. НАЗАРЕНКО

Ленинградская лесотехническая академия

Древесная пыль, образующаяся в процессе механической обработки древесины, оказывает неблагоприятное действие на организм работающих; в первую очередь, на их верхние дыхательные пути, глаза и кожные покровы. Согласно «Санитарным нормам проектирования промышленных предприятий» (СН 245—63), количество древесной пыли в зоне дыхания работающих не должно превышать 4 мг/м^3 воздуха, а если пыль содержит более 10% примеси SiO_2 , то — 2 мг/м^3 .

На большинстве производственных участков деревообделочных предприятий содержание древесной пыли в воздухе рабочей зоны, как правило, находится в пределах санитарной нормы. Однако в ряде случаев концентрация этой пыли во много раз превышает предельно допустимую, достигая 25—30 мг/м^3 [2]. По данным Петроградской районной санитарно-эпидемиологической станции г. Ленинграда, в отдельных случаях весовая концентрация древесной пыли в воздухе в некоторых рабочих помещениях доходит почти до 60 мг/м^3 .

Кроме весовой концентрации древесной пыли в воздухе, существенное значение имеет дисперсный состав пыли с гигиенической точки зрения и с позиции повышения производительности процесса шлифования древесины. Определение размеров пылевых частиц необходимо и для дальнейшего усовершенствования обеспыливающих вентиляционных установок.

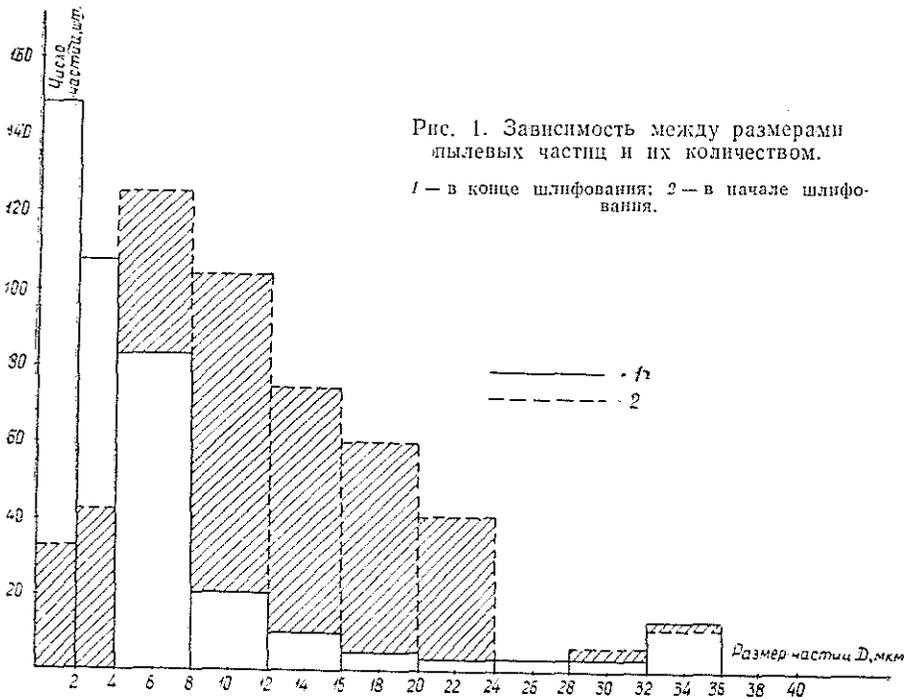
В литературе мы не обнаружили данных о дисперсном составе пыли, за исключением работы А. П. Михайлуца [1].

Размером частиц пыли, при прочих равных условиях, определяется степень вредности ее для человеческого организма, способность проникать в глубокие отделы дыхательного тракта и задерживаться (оседать) там. От степени дисперсности пыли зависят ее физико-химическая активность, способность к электризации, устойчивость пылевого облака в атмосфере. Размером частиц образующейся при шлифовании древесины древесной и абразивной пыли определяется интенсивность заполнения ею межзернового пространства абразивных шкур.

Принимая во внимание изложенное, мы провели на фабрике № 3 Ленмебельдревпрома анализ дисперсного состава пыли, выделяющейся при шлифовании мебельных щитов, облицованных ясенем. Шлифование производили шкуркой № 10 с корундовыми зёрнами (производства Челябинского абразивного завода).

Пробы пыли отбирали на фильтры из ткани ФПП-15 (ткань Петрянова), имеющей однородный слой ультракоротких перхлорвиниловых волокон. Благодаря такому строению в тканом фильтрующем слое улавливаются практически полностью все частицы пыли при сохранении истинного соотношения их по размерам.

Образцы хранили в полиэтиленовых мешочках. Размеры и число частиц определяли с помощью микропроекционной установки после просветления образцов под действием паров ацетона. Во время отбора проб в цехе температура воздуха была $20 \pm 3^\circ\text{C}$, относительная влажность его — $60 \pm 2\%$.



Наиболее характерные результаты исследований приведены на рис. 1. Эти гистограммы можно аппроксимировать общим уравнением

$$f(x) = Ae^{-ax^p} x^{n-1},$$

где a, p, n — параметры распределения;

A — постоянная, определяемая нормированием функции.

В процессе шлифования общее количество пыли уменьшается и меняется ее состав, так как растет процентное содержание более мелких частиц, что подтверждается исследованиями по динамике затупления абразивных зерен, проводимыми в настоящее время на кафедре станков и инструментов ЛТА.

С нашей точки зрения, дисперсный анализ древесной пыли, полученной при условии соблюдения технологических требований, в какой-то мере может служить косвенным способом анализа режима шлифования.

Из общего количества частиц древесной пыли 54% имеет размер до 8 мкм, причем 7% из них — менее 2 мкм. Известно, что наибольший вред организму человека приносят частицы менее 4,5—5 мкм, так как они способны проникать в глубь легких, причем пыль красного дерева оказывает не только местное действие на легочную ткань, но и обладает общим токсическим действием.

Следовательно, при оценке санитарно-гигиенического состояния цехов мебельных и деревообрабатывающих предприятий необходимо определять не только весовые концентрации, но и систематически выполнять дисперсный анализ пыли. Актуальной является задача разработки и изготовления автоматического быстродействующего прибора для измерения концентрации пыли в деревообрабатывающих цехах.

Авторы выражают глубокую благодарность доктору мед. наук И. Б. Шагану за консультацию при проведении этой работы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. П. Михайлуц. Автореферат диссертации. ЛенСГМИ, 1968. [2]. В. В. Паустовская, Г. А. Раппопорт, П. И. Краснюк. Влияние пыли красного дерева на организм человека. «Врачебное дело» № 10, 1968, стр. 86—89.

Поступила 27 октября 1970 г.

УДК 674.815-41

УЧЕТ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ РАСТЯЖЕНИИ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ПЛОСКОСТИ

В. В. ГАМОВ

Брянский технологический институт

Структурная модель для определения прочности древесностружечных плит с ориентированными палочкообразными частицами при растяжении перпендикулярно плоскости представлена на рис. 1. Эта модель аналогична модели для вычисления прочности плит плоского прессования при растяжении вдоль плоскости*. В рассматриваемой модели $a \geq 5b$, $d \geq 2s$. Для плит с ориентированными частицами предел прочности при статическом растяжении перпендикулярно плоскости, поперек волокон частиц

$$\sigma_{пл}^{\perp} = z_{ч} \tau_{ск} \frac{s}{bi}, \quad (1)$$

где $z_{ч}$, $s = s_{к}$ — длина контакта частиц;

$\tau_{ск}$ — предел прочности склеивания частиц при скалывании поперек волокон, определяемый по специальной методике;

$$i = \frac{(1+p) \gamma_{пл} - p \gamma_{к}}{\gamma_{ч}}$$

Экспериментально было установлено, что $z_{ч} = 0,25$. Отсюда

$$\sigma_{пл}^{\perp} = 0,25 \tau_{ск} \frac{s}{bi}. \quad (2)$$

При разрушении системы по структурным элементам граничные условия для уравнения (2) имеют вид $\tau_{пл}^{\perp} = \sigma_{др}^{\perp}$ (величины прочности проклеенных частиц при растяжении поперек волокон). После замены $\sigma_{пл}^{\perp}$ на $\sigma_{др}^{\perp}$ в равенстве (2) получим

$$s \geq \frac{4 \tau_{др}^{\perp} bi}{\tau_{ск}}. \quad (3)$$

При разрушении системы по поверхности склеивания (на отрыв) значение $\sigma_{пл}^{\perp}$ равно пределу прочности при растяжении (отрыве) частиц, склеенных на пластъ или кромку $\sigma_{отр}$. Из уравнения (2) после замены величины $\sigma_{пл}^{\perp}$ на $\sigma_{отр}$ получим

$$s = \frac{4 \sigma_{отр} bi}{\tau_{ск}}. \quad (4)$$

* В. В. Гамов. Структурно-механические свойства древесностружечных плит. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1970.

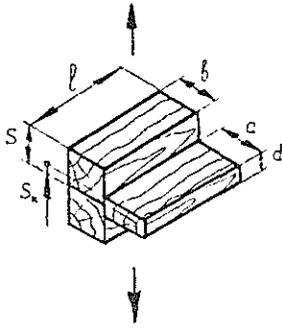


Рис. 1.

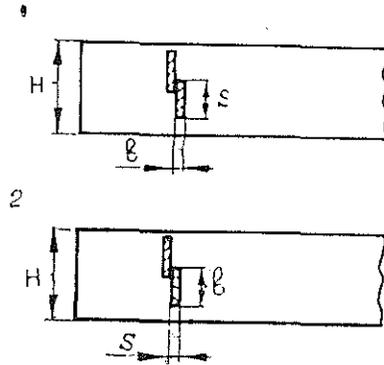


Рис. 2.

Значит, формулой (2) можно пользоваться при условии, что

$$\frac{4\sigma_{др}^{\perp} bi}{\sigma_{ск}} \geq s \geq \frac{4\sigma_{отр} bi}{\sigma_{ск}}. \quad (5)$$

Условия (3) и (5) следует интерпретировать в неразрывной связи с моделью рис. 1 и схемой рис. 2. Принимая во внимание, что значения $\sigma_{др}^{\perp}$ и $\sigma_{ск}$ близки друг к другу, толщина частиц s по условию (3) всегда больше их ширины b , то есть частицы в плите располагаются так, как показано на схеме 1 рис. 2. Однако обозначения на этой схеме противоречат традиционным понятиям о ширине и толщине древесных частиц. Поэтому можно оставить принятые обозначения, то есть больший размер поперечного разреза частицы считать шириной b , а меньший — толщиной s (схема 2, рис. 2). Но по форме это не соответствует условию (3).

Целесообразнее оставить допущения в обозначениях на схеме 1 рис. 2. По схемам 1 и 2 рис. 2 пласти ориентированных частиц перпендикулярны плоскости плиты. Но создать подобную ориентацию частиц для плит плоского прессования невозможно. Поэтому даже для плит с ориентированными частицами всегда $\sigma_{пл}^{\perp} < \sigma_{др}^{\perp}$. Условию (4) наилучшим образом соответствует модель рис. 3 (для плит плоского прессования с ориентированными и дезориентированными частицами).

Рассмотрим различные плиты, изготовленные из трех видов частиц, размеры которых указаны в табл. 1.

Таблица 1

№ пл/п	$l \cdot b \cdot s$, мм	ρ , %	i	Тал., г/см ³	$\sigma_{ск}$, кг/см ²	$\sigma_{отр}$, кг/см ²	$\sigma_{др}^{\perp}$, кг/см ²
1	25·0,7·0,7	8	1,1	0,6	68	4,7	69
			1,75	0,9	179	7,8	103
2	30·1·1	8	1,1	0,6	52	5,4	57
			1,75	0,9	133	8,4	92
3	25·4,5·0,2	8	1,1	0,6	≈ 0	5,2	70
			1,75	0,9	≈ 0	8,1	112

В табл. 1 дано всего два значения объемных весов плит и приведены соответствующие этим значениям некоторые параметры,

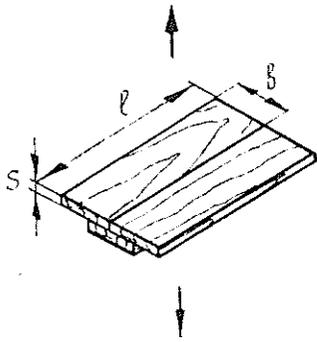


Рис. 3.

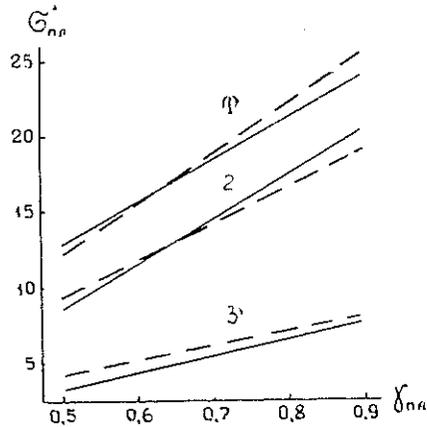


Рис. 4.

влияющие на прочность. Частицы плит 1 и 2 ориентированные, а плит 3 — ориентированные и дезориентированные. Выберем формулу для определения σ_{\perp}^{\perp} при одном каком-либо (достаточном для проверки) значении i , например, при $i = 1,1$.

Для плит 1 по условию (3) получим

$$s = \frac{4\sigma_{\text{др}}^{\perp} bi}{\sigma_{\text{ск}}} = 3,12 \text{ мм.}$$

По условию (4)

$$s = \frac{4\sigma_{\text{отр}} bi}{\sigma_{\text{ск}}} = 0,212 \text{ мм.}$$

Итак, $3,12 > 0,7 > 0,212$, то есть выполнимо условие (5) и применима формула (2).

При $i = 1,1$

$$\sigma_{\perp}^{\perp} = 0,25\sigma_{\text{ск}} \frac{s}{bi} = 15,4 \text{ кг/см}^2;$$

при $i = 1,75$

$$\sigma_{\perp}^{\perp} = 25,6 \text{ кг/см}^2.$$

Произведя аналогичную проверку, можно убедиться, что для плит 2 также применима формула (2).

Для плит 3 с ориентированными и дезориентированными частицами $\sigma_{\text{ск}} \rightarrow 0$, поэтому по условиям (3) и (4) $s \rightarrow \infty$.

Так как $0,2 < \infty$, то выполнимо условие (4), то есть $\sigma_{\perp}^{\perp} = \sigma_{\text{отр}}$.

На рис. 4 представлена зависимость σ_{\perp}^{\perp} от объемного веса $\gamma_{\text{пл}}$ для плит 1, 2 и 3. Обозначения плит на этом рисунке и в табл. 1 одинаковые. Все плиты изготовлены из сосновых частиц; толщина плит 7 мм. Теоретические значения прочности обозначены на графике штриховыми линиями, а экспериментальные — сплошными. Из графика видно, что для плит с плоскими ориентированными и дезориентированными частицами при идентичности прочих условий значения σ_{\perp}^{\perp} одинаковы (кривые 3). Плиты с ориентированными палочкообразными частицами дают наивысшие значения σ_{\perp}^{\perp} (кривые 1 и 2).

Из отечественной и зарубежной практики известно, что при обычном содержании связующего ($\rho = 8-10\%$) для плит плоского прес-

сования при $\gamma_{пл} = 0,4—1,0$ г/см³ величина $\sigma_{пл}^{\perp}$ составляет в среднем 2—11 кг/см². Низкое значение $\sigma_{пл}^{\perp}$ часто приводит к расслоению плит. Увеличивать содержание смолы в плитах с целью получения высоких значений $\sigma_{пл}^{\perp}$ невыгодно.

Анализ проведенных исследований показал, что наиболее эффективный способ повышения величины $\sigma_{пл}^{\perp}$ — производство плит с ориентированными палочкообразными частицами. У плит из мелких частиц кубической формы и из опилок расположение частиц приближается к модели рис. 1, поэтому величина $\sigma_{пл}^{\perp}$ значительно выше, чем у плит из плоских частиц.

Поступила 6 июля 1970 г.

УДК 621.933.6

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕХАНИЗМА РЕЗАНИЯ ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЫ

Н. Н. БУТОРИН

Архангельский лесотехнический институт

Условия работы электродвигателя, приводящего в движение механизм резания лесопильной рамы, весьма тяжелые. Коленчатый вал рамы вращается неравномерно. Двойная амплитуда колебаний скорости его вращения достигает 7% и более. Асинхронный двигатель имеет жесткую механическую характеристику. Его номинальное скольжение 2—3%. Очевидно, при этом двигатель испытывает толчки вращающего момента сопротивления, намного превышающие номинальный момент. Роль демпфера, смягчающего толчки нагрузки, должна играть ременная передача. Собственная частота колебаний ротора асинхронного двигателя может быть близкой к частоте колебаний скорости вращения коленчатого вала.

Так, для двигателя АК-101-8М по [1] собственная частота колебаний ротора около 8 гц, частота колебаний скорости вращения ведомого шкива около 10 гц, так что при некоторых значениях упругости ременной передачи и момента инерции ведущего шкива возможно явление резонанса и возникновение аварийной ситуации.

Составим уравнение движения механизма резания лесопильной рамы, воспользовавшись уравнением Лагранжа 2-го рода,

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi} = Q, \quad (1)$$

здесь T — кинетическая энергия механизма;

φ — угол поворота коленчатого вала;

$\dot{\varphi} = \omega_1$ — угловая скорость вращения коленчатого вала;

Q — обобщенная сила.

Кинетическая энергия механизма резания равна сумме кинетических энергий его движущихся частей

$$T = T_1 + T_2 + T_3.$$

Кинетическая энергия пильной рамки

$$T_1 = m_1 \frac{v_1^2}{2} = \frac{1}{2} m_1 R^2 \omega_1^2 (\sin \varphi + \cos \varphi \operatorname{tg} \beta)^2, \quad (2)$$

где m_1 — масса пильной рамки;

k — радиус кривошипа;

β — угол поворота шатуна;

v_1 — скорость поступательного движения пильной рамки;

$$\sin \beta = \lambda \sin \varphi + k;$$

$$\lambda = \frac{R}{L}; \quad k = \frac{e}{L},$$

здесь L — длина шатуна;

e — смещение плоскости движения пильной рамки.

Рассматриваем плоское движение механизма резания. Начало отсчета угла φ — верхнее вертикальное положение кривошипа.

Кинетическая энергия шатуна

$$T_2 = m_2 \frac{v_2^2}{2} + J_2 \frac{\omega_2^2}{2} = \frac{1}{2} m_2 R^2 \{ [\sin \varphi + (1 - n) \cos \varphi \operatorname{tg} \beta]^2 + n^2 \cos^2 \varphi \} \omega_1^2 + \frac{1}{2} J_2 \lambda^2 \frac{\cos^2 \varphi}{\cos^2 \beta} \omega_1^2, \quad (3)$$

здесь m_2 — масса шатуна;

v_2 — скорость поступательного движения шатуна;

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

$$\omega_2 = \frac{d\beta}{dt};$$

$$n = \frac{l}{L};$$

l — расстояние от верхней головки шатуна до его центра тяжести.

Кинетическая энергия кривошипа с маховиком и шкивом

$$T_3 = J_3 \frac{\omega_3^2}{2}, \quad (4)$$

где J_3 — момент инерции кривошипа относительно оси вращения.

Обобщенная сила

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4.$$

Вращающий момент, передаваемый ременной передачей,

$$Q_1 = M = \frac{M_K}{i} \mu, \quad (5)$$

где i — передаточное число ременной передачи;

$\mu = \frac{M}{M_K}$ — относительный вращающий момент, приведенный к валу двигателя.

Обобщенная сила резания

$$Q_2 = -PR (\sin \varphi + \cos \varphi \operatorname{tg} \beta).$$

Согласно литературным данным [3], при постоянной подаче в период резания, сила резания P обратно пропорциональна скорости резания или скорости движения пильной рамки

$$P = \frac{B}{v_1} = \frac{B}{\omega_1 (\sin \varphi + \cos \varphi \operatorname{tg} \beta) R},$$

здесь B — постоянная, характеризующая режим пиления, поэтому

$$Q_2 = \begin{cases} -\frac{B}{\omega_1}, & \text{если } \sin \varphi \geq 0; \\ 0, & \text{если } \sin \varphi < 0. \end{cases} \quad (6)$$

Обобщенная сила земного притяжения

$$Q_3 = -\frac{\partial \Pi}{\partial \varphi} = g [R(m_1 + m_2) - m_3 d] \sin \varphi + \\ + gR [m_1 + m_2(1 - n)] \cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta, \quad (7)$$

где Π — потенциальная энергия земного притяжения;

m_3 — масса кривошипа без шкива;

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

g — ускорение земного притяжения.

Соппротивление движению механизма резания рамы при холостом ходе невелико по сравнению с другими силами и может быть учтено в виде постоянной составляющей момента сопротивления

$$Q_4 = -M_{\text{хх}}. \quad (8)$$

Уравнение (1), с учетом выражений (2) — (8), можно представить в виде

$$K_1(\varphi) \frac{d^2 \varphi}{dt^2} + K_2(\varphi) \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 = Q, \quad (9)$$

где

$$K_1(\varphi) = R^2 [m_1 + m_2(1 - n^2)] \sin^2 \varphi + \\ + 2R^2 [m_1 + m_2(1 - n)] \sin \varphi \cdot \cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \beta + R^2 [m_1 + \\ + m_2(1 - n)^2] \cos^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}^2 \beta + R^2 m_2 n^2 + J_2 \lambda^2 \frac{\cos^2 \varphi}{\cos^2 \beta} + J_3; \\ K_2(\varphi) = R^2 [m_1 + m_2(1 - n^2)] \sin \varphi \cdot \cos \varphi + R^2 [m_1 + \\ + m_2(1 - n)] \left[(\cos^3 \varphi - \sin^3 \varphi) \operatorname{tg} \beta + \lambda \sin \varphi \frac{\cos^2 \varphi}{\cos^3 \beta} \right] + \\ + R^2 [m_1 + m_2(1 - n)^2] \left(\lambda \frac{\cos^3 \varphi}{\cos^3 \beta} \operatorname{tg} \beta - \sin \varphi \cdot \cos \varphi \cdot \operatorname{tg}^2 \beta \right) + \\ + J_2 \lambda^2 \left(\lambda \frac{\cos^3 \varphi}{\cos^3 \beta} \operatorname{tg} \beta - \frac{\cos \varphi \cdot \sin \varphi}{\cos^2 \beta} \right).$$

Нелинейное неоднородное дифференциальное уравнение (9) — математическая модель механизма резания лесопильной рамы. Вместе с уравнениями движения электродвигателя и ременной передачи его можно использовать для исследования как динамики механизма резания, так и электропривода.

В выражении для $K_1(\varphi)$ значение третьего слагаемого не превышает 0,1%; при приближенных расчетах им можно пренебречь.

Уравнение движения ротора асинхронного двигателя

$$\frac{d\sigma}{dt} = \frac{M_K p}{J \omega s_K} (\mu - \mu_d), \quad (10)$$

здесь $\sigma = \frac{s}{s_K}$ — относительное скольжение;

s — скольжение;

s_K — критическое скольжение;

J — момент инерции ротора с ведущим шкивом;

ω — угловая частота энергосети;

$\mu_d = \frac{M_d}{M_K}$ — относительный электромагнитный момент двигателя.

При резкопеременной нагрузке, которую испытывает двигатель механизма резания лесопильной рамы, следует учитывать также электромагнитные переходные процессы. Для этого используем приближенное уравнение «динамической характеристики», предложенное в работах [1] и [2], но несколько измененное с целью учета нелинейности статической механической характеристики асинхронного двигателя

$$\frac{d\mu_d}{dt} = 2\omega s_k (\sigma - \sigma_{ст}), \quad (11)$$

где $\sigma_{ст}$ — относительное скольжение, вычисляемое для текущих значений μ_d по известной формуле Клосса.

Упругость и проскальзывание ременной передачи изучены недостаточно.

В литературе [2], [3] для клиноременной передачи приводятся значения модуля упругости ремня $E_p = 0,6 \cdot 10^3 \text{ — } 2,5 \cdot 10^3 \text{ кг/см}^2$. При выборе расчетного модуля упругости передачи следует учитывать также, что при параллельной работе нескольких клиновых ремней их результирующий модуль упругости должен быть меньше, чем простая сумма упругостей каждого ремня. Вследствие неодинаковой начальной длины отдельных ремней их натяжение во время работы неодинаково.

Если не учитывать проскальзывание, то уравнение ременной передачи как упругого элемента можно представить так:

$$\frac{d\mu}{dt} = \frac{c}{M_k} \left[\frac{\omega i}{p} (1 - \sigma s_k) - \frac{d\varphi}{dt} \right], \quad (12)$$

где

$$c = \frac{2r_1 r_2 E_p F}{l_1},$$

здесь r_1 и r_2 — радиусы ведущего и ведомого шкивов;

F — площадь сечения ремней;

l_1 — расчетная длина ветви ремня между шкивами.

На рис. 1, 2, 3 приведены результаты решения системы дифференциальных уравнений (9) — (12) на ЦВМ «Проминь-2» по методу Рунге — Кутты с шагом 0,002 сек для лесопильной рамы РД-75-6 с двигателем АК-101-8М мощностью 75 кВт и номинальной скоростью вращения 735 об/мин.

На рис. 1 приведены кривые вращающего момента, передаваемого ременной передачей от двигателя к коленчатому валу рамы за один оборот вала. Кривые 1—5 соответствуют значениям жесткости передачи 15 000; 28 000; 37 000; 46 000; 56 000 н·м/рад. На рис. 2 показано, как изменяется двойная амплитуда колебаний вращающего момента в зависимости от жесткости ременной передачи. Можно считать, что жесткость клиноременной передачи равна 30 000 — 40 000 н·м/рад, плоскоременной передачи 15 000 — 20 000 н·м/рад.

Из рис. 1 и 2 видно, что с переходом от клиноременной передачи к плоскоременной работа электродвигателя и самой ременной передачи становится существенно спокойнее. Этот факт подтверждается экспериментами, выполненными Л. П. Потяркиным (АЛТИ).

Увеличение момента инерции ротора двигателя также благоприятно влияет на работу электропривода. На рис. 3 дан график момента для двигателя с нормальным ведущим шкивом (кривая 1) и для двигателя со шкивом, имеющим удвоенный момент инерции (кривая 2).

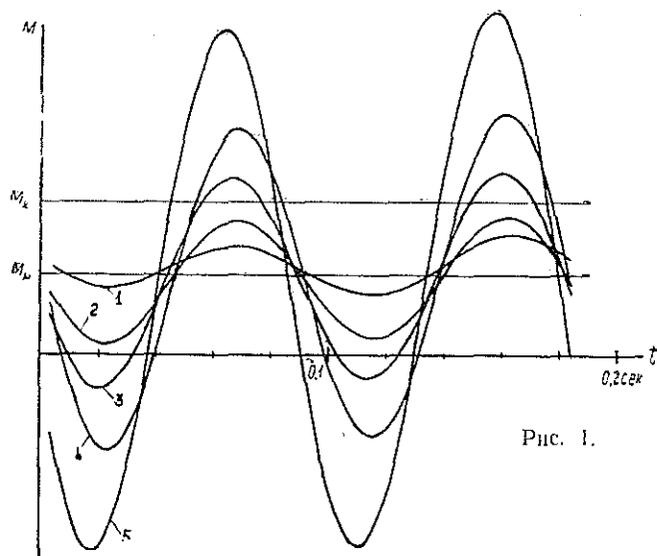


Рис. 1.

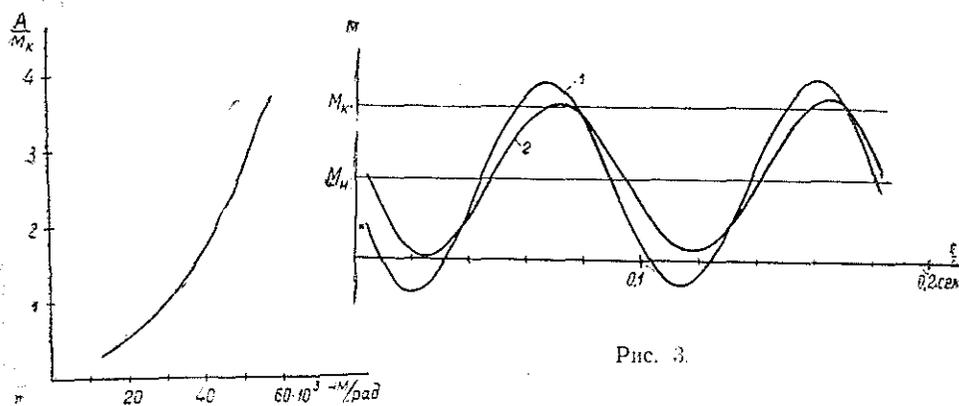


Рис. 3.

Рис. 2.

Решение системы дифференциальных уравнений показало, что использование двигателя с большим номинальным скольжением приводит к увеличению амплитуды колебаний вращающего момента из-за снижения демфирующего действия электромагнитного момента двигателя. Применение двигателя с большей номинальной скоростью вращения также дает неблагоприятный результат, вследствие значительного уменьшения момента инерции ротора и возрастания частоты собственных колебаний ротора электродвигателя.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. И. И. Петров, А. М. Мейстель. Специальные режимы работы асинхронного привода. Изд. «Энергия», М., 1968. [2]. Е. И. Ривин. Динамика привода станков. Изд-во «Машиностроение», М., 1966. [3]. В. Я. Филькевич. Динамика лесопильных рам. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1968.

Поступила 17 мая 1971 г.

УДК 634.0.812

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ ПРИ СЖАТИИ ПОПЕРЕК ВОЛОКОН

Б. И. ОГАРКОВ

Воронежский сельскохозяйственный институт

Г. К. ГАВРИЛОВ

Воронежский лесотехнический институт

Древесина представляет собой комплекс естественных полимерных материалов (целлюлоза, гемицеллюлозы, лигнин и др.). Поскольку некоторые из этих полимеров находятся в высокоэластическом состоянии, в древесине возникают деформации ползучести, соответствующие величине и продолжительности воздействия приложенных нагрузок. Чтобы не допустить развития возникших при нагружении материала деформаций, приложенную нагрузку следует уменьшать по определенному закону. При этом в материале протекает процесс релаксации (уменьшения) напряжения, обуславливающий данный закон.

Нами проведены опыты по наблюдению релаксации напряжений при сжатии поперек волокон натуральной древесины березы с условной плотностью $0,52 \text{ г/см}^3$, влажностью 0, 5, 10, 15, 20, 25 и 30% при температуре $+20^\circ\text{C}$. Эксперименты выполняли на релаксационной испытательной машине Рел-Ви-5т, изготовленной в ГДР. Деформацию образцов поддерживали постоянной при помощи фотоэлектронной системы.

Размеры образца $20 \times 20 \times 30 \text{ мм}$. Продолжительность одного опыта 24—480 час. Начальные напряжения брали в интервале $10\text{—}120 \text{ кг/см}^2$ с градацией через 10 кг/см^2 . Соответствующие релаксационным кривым зависимости аппроксимировали уравнением типа

$$\sigma_p = at^m, \quad (1)$$

где σ_p — релаксация напряжений, % от начального напряжения;

t — время, час;

m — показатель формы релаксационной кривой;

a — коэффициент релаксации, %/час, равный величине релаксации напряжений в % от начального напряжения за первый час процесса.

В результате обработки полученных экспериментальных данных было установлено, что показатель формы релаксационных кривых не зависит от начального напряжения и влажности древесины во всем исследованном диапазоне и в среднем равен 0,175.

Следовательно, с достаточной для практических целей точностью уравнение (1) можно представить в виде

$$\sigma_p = at^{0,175}. \quad (2)$$

Экспериментально доказано, что аппроксимация зависимости, соответствующей кривым релаксации, в виде степенной функции (2) действительна в течение нескольких суток.

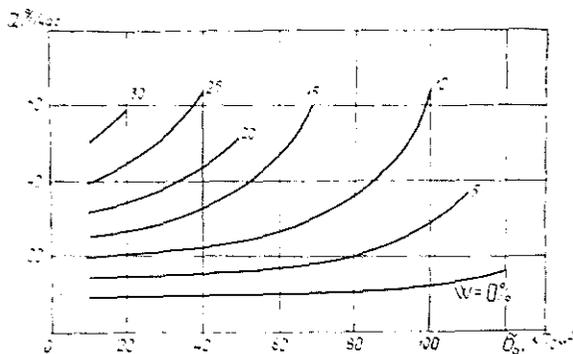


Рис. 1.

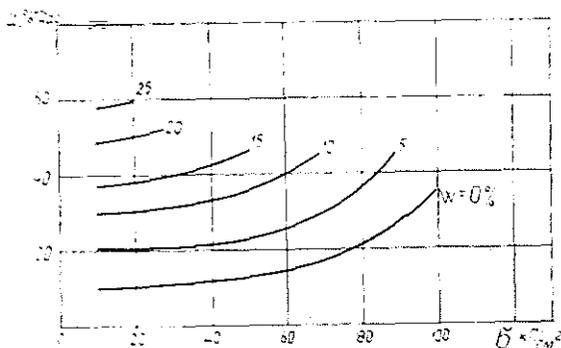


Рис. 2.

Зависимость коэффициента релаксации a от начального напряжения при сжатии древесины различной влажности в радиальном направлении показана на рис. 1, а в тангенциальном направлении — на рис. 2. Из этих рисунков видно, что при начальных напряжениях, меньших, чем условный предел прочности, коэффициент релаксации не зависит от начального напряжения. При начальных напряжениях, превышающих величину условного предела прочности, коэффициент релаксации в значительной степени зависит от начального напряжения. Это связано с наличием дополнительной релаксации напряжений, возникающей из-за недопущенной деформации прессования древесины.

Коэффициент релаксации и скорость протекания процесса релаксации возрастают с увеличением гигроскопической влажности древесины.

Поступила 1 февраля 1971 г.

УДК 674.055:621.914.2

О ТОЧНОСТИ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ

И. Н. СЕРЕБРЯНАЯ

Ленинградская лесотехническая академия

Концевые фрезы как мерный инструмент определяют качество и точность гнезд шиповых соединений. Качество работы фрез зависит от их конструкции, линейных и угловых параметров, влияющих

на силы резания, затупление и упругие деформации системы станок—инструмент—деталь.

Нами изучена геометрическая точность некоторых параметров концевых дереворежущих фрез, изготавливаемых Томским инструментальным заводом*. Для исследования использованы специальные слепки, которые позволили определить профиль поперечного сечения, угловые и линейные параметры фрезы.

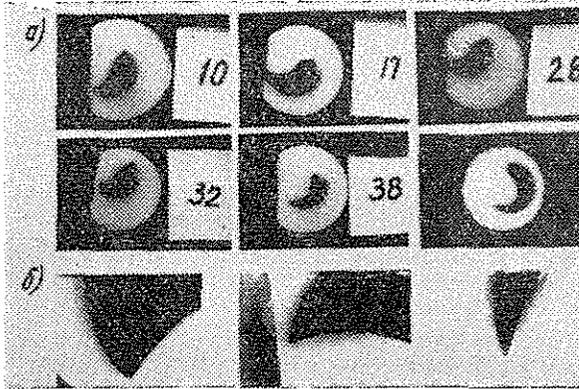


Рис. 1.

На рис. 1 приведены образцы фотографий поперечных сечений фрез (а) и боковых лезвий (б), полученные с помощью слепков. По отпечаткам поперечных сечений фрез замеряли их параметры. Погрешности некоторых параметров и углы резания однозубых затылованных фрез приведены в табл. 1, где Δb , ΔR и ΔR_1 — отклонения замеренных параметров от данных нормалей (b — ширина поперечного сечения фрезы; R — радиус передней грани; R_1 — радиус затылующей окружности; α и γ — углы резания).

Таблица 1

№ фрезы в партии	Диаметр фрезы, мм	Погрешности размеров, мм			Фактические углы резания, град	
		ΔR_1	ΔR	Δb	α	γ
25	6	+0,8	-0,1	-0,2	12	44
22	6	+0,55	-0,08	+0,1	10	35
20	7	+0,9	+0,3	+0,3	11	32
1	8	+0,2	-0,45	+0,8	14	33
3	8	-0,05	-0,25	+1,2	8	10
7	8	-0,1	-0,6	-0,3	1	50
26	8	-0,1	-0,4	0,0	1	43
30	»	+0,6	0	+0,2	8	40
33	»	+0,7	0	+0,4	13	50
38	8	+0,5	+0,4	+0,5	7	50
17	10	+0,05	+0,5	0,0	7	33
18	10	+0,03	-0,3	+1,1	1	31
19	12	+0,9	+1,0	+1,2	8	32
36	12	+1,1	+1,0	+0,6	14	32

* Работа выполнена под руководством заслуженного деятеля науки и техники, проф. А. Э. Грубе.

Из общего числа фрез 69% имеют положительные отклонения затупляющего радиуса фрезы, что нормами не допускается, так как приводит к ухудшению условий резания.

Углы резания имеют значительные отклонения от величин, заданных нормами. У 40% замеренных фрез угол заострения весьма мал, что приводит к ускоренному затуплению их, а также к поломке в результате малой жесткости; 25% фрез имеют малый задний угол, следовательно, они неработоспособны, так как интенсивно нагреваются, что приводит к подгару древесины, потере устойчивости фрез, а также к поломке.

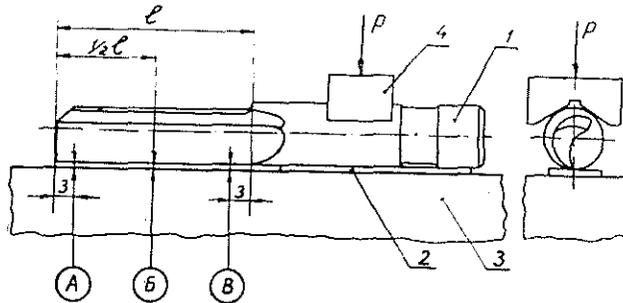


Рис. 2. Схема измерения прямолинейности лезвия фрезы.

1 — фреза; 2 — калиброванная пластинка; 3 — поверочная плита; 4 — прижим.

Прямолинейность бокового лезвия проверяли по схеме рис. 2 с помощью щупов. В табл. 2 приведены результаты измерений отклонений от прямолинейности боковых лезвий концевых однорезцовых фрез.

Таблица 2

№ фрезы в партии	Диаметр фрезы, мм	Диаметр хвостовика, мм	Вылет фрезы l, мм	Отклонения, мм, от прямолинейности в точках			Абсолютное отклонение, мм
				А	Б	В	
44	6	7,96	30	-1,08	-1,09	-1,1	0,02
21	6	7,96	30	-0,8	-0,83	-0,91	0,11
20	7	7,95	40	-0,48	-0,51	-0,52	0,04
9	8	7,98	45	-0,01	-0,02	-0,01	0,0
5	8	7,909	45	-0,09	-0,03	-0,02	0,07
3	8	8,05	45	-0,01	-0,07	-0,15	0,14
8	8	8,0	45	-0,22	-0,04	-0,04	0,18
7	8	7,99	45	-0,21	-0,25	-0,26	0,05
2	8	8,0	45	-0,21	-0,65	-1,0	0,79
6	8	7,98	45	+0,1	+0,01	-0,02	0,12
31	8	8,02	45	-0,22	-0,04	-0,02	0,2
26	8	7,99	45	-0,24	-0,07	-0,01	0,23
1	8	8,10	45	-0,09	-0,05	-0,02	0,07
30	8	7,95	40	-0,09	-0,035	0	0,09
17	10	11,95	45	-0,02	-0,05	-0,06	0,04
18	10	11,94	45	-0,65	-0,4	-0,26	0,39
40	12	11,89	50	0,09	-0,04	-0,03	0,06
19	12	11,94	50	-0,11	-0,06	-0,03	0,8

Из данных табл. 2 видно, что 50% фрез имеют значительные отклонения режущего лезвия от прямолинейности (от -1,1 до +0,1 мм). Эти отклонения смещают гнездо по высоте от базовой поверхности

детали. При этом отклонения больше у фрез малых диаметров, что приводит к их деформации в процессе эксплуатации и, следовательно, к снижению точности изготовления гнезд.

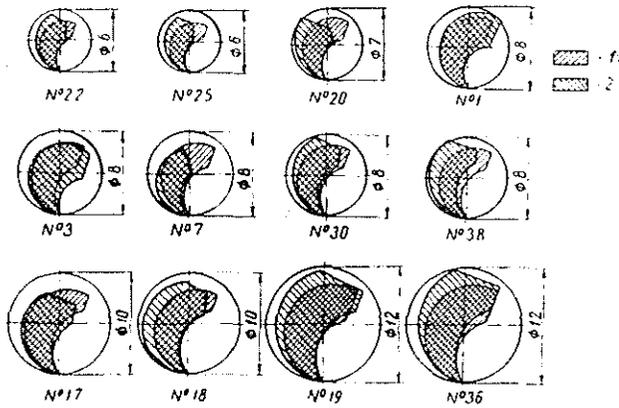


Рис. 3.

1 — поперечное сечение по нормаллям; 2 — фактическое поперечное сечение.

Интересно сопоставить нормализованные и фактические профили изученных фрез. На рис. 3 приведены поперечные сечения, построенные по размерам нормалей, и фактические поперечные сечения концевых затылованных фрез. Фрезы 25, 22, 20, 19 имеют увеличенный радиус затылования, это влияет на величину заднего угла резания; фрезы 25, 20, 7, 17 — уменьшенное поперечное сечение, что снижает их жесткость; фрезы 20, 19, 3, 18 — увеличенный угол заострения и уменьшенный передний угол резания, что приводит к ухудшению условий резания.

Таким образом, поперечные сечения концевых фрез имеют значительные отклонения от заданных. Фактическая точность параметров обследованных фрез не соответствует требованиям нормалей и не удовлетворяет запросам производства. Имеющиеся отклонения снижают жесткость, точность параметров и объясняют причины неработоспособности многих совершенно новых фрез.

Поступила 3 мая 1971 г.

УДК 674.81:634.0.824

НЕОДНОРОДНОСТЬ ПО ТОЛЩИНЕ ПЬЕЗОТЕРМОПЛАСТИКОВ ИЗ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Н. З. ЗАХАРОВ

Белорусский технологический институт

Прочность древесины можно повысить путем уплотнения ее при условии, что клетки при этом не будут разрушены [3]. При измельчении древесины стенки клеток в местах разъединения нарушаются и одним давлением невозможно восстановить пространственную структуру древесины. Для этого необходима совокупность механических, термических и физико-химических факторов воздействия.

Физико-механические свойства пластиков, полученных под воздействием этих факторов, отличаются от свойств древесины. При пьезотермической обработке измельченной древесины получают связующие вещества, которые участвуют в образовании пластика.

При прессовании пьезотермопластиков передача тепла прессматериалу наиболее эффективна, так как происходит без промежуточных термических сопротивлений, и осуществляется контактным путем. В момент контакта горячей прессформы (150—180°C) с прессматериалом наружные слои его быстро нагреваются, часть влаги испаряется и заполняет свободные объемы в порах пакета. Образуется градиент избыточного давления пара. Паро-водяная смесь под влиянием перепада температур и давлений стремится переместиться внутрь пакета [2]. Переувлажнение центральных слоев зависит и от начальной влажности прессматериала: чем она больше, тем насыщеннее внутренние слои. Нагрев через торцовые плоскости пакета из-за их малых размеров незначителен по сравнению с горизонтальными плоскостями и в расчет не принимается.

Проходя через объемы внутренних пустот, паро-водяная смесь частично вымывает водорастворимые вещества древесины и переносит их к центру пакета. С достижением в центральном слое температуры парообразования давление в нем повышается. При дальнейшем нагревании давление возрастает и градиент его меняет свое направление [1]. Движение смеси от центральных слоев к наружным должно замедляться, так как за период до изменения градиента давления на противоположное направление (а это возможно во время охлаждения, когда температура внутренних слоев пакета выше наружных) в слоях происходят физико-химические процессы с образованием связующих, которые и препятствуют передвижению смеси от центра к наружным слоям.

Из сказанного можно предположить: 1) влажность внутреннего слоя пьезотермопластика больше влажности его наружных слоев; 2) при прессовании пьезотермопластика из измельченной древесины с повышенной влажностью (выше оптимальной) он расслаивается по центру толщины плиты и имеет по толщине неодинаковые свойства и неоднородный состав; 3) если во время нагрева и прессования в частицах древесины, формирующих пакет, задержать влагу, то у внутренних и наружных слоев пластика будут примерно одинаковые свойства и однородный состав.

Для проверки этих предположений нами проведены исследования по определению изменений температуры, влажности, плотности и поверхностного водопоглощения наружных и внутренних слоев пластиков, полученных из натуральной одубины, а также из одубины, обработанной паром, водным раствором медного купороса, водным раствором аммиака, с добавлением синтетических связующих*.

Чтобы исключить влияние различных факторов прессования, мы брали пластики, полученные при одном режиме: влажность прессматериала 10%, температура прессования 180°C, давление 250 кг/см², выдержка 1 мин/мм, охлаждение под действием давления до 40°C.

Для определения влажности и плотности пластиков выпиливали заготовки размером 15×15×10 мм из образцов, испытанных на ударную вязкость и сохранившихся в плотных фанерных ящиках в течение года в отапливаемом помещении с температурой воздуха 20—25°C при относительной влажности 60—65%. Затем заготовки распиливали по толщине на три равные части и получили образцы 15×15×2,2 мм. Чтобы испытать пластики на поверхностное водопоглощение, использовали заготовки размером 25×15×10 мм; их разрезали (по толщине) на две равные части и получили образцы 25×15×3,5 мм. Все плоскости образцов обрабатывали мелкой шлифовальной шкуркой.

* Изменение температуры определяли при прессовании пьезотермопластиков из натуральной одубины.

На каждый вид испытаний было взято по 12 образцов, причем влажность и плотность определяли на каждом образце.

Чтобы не нарушить структуру пластиков во время сушки, поверхностное водопоглощение определяли на образцах $25 \times 15 \times 3,5$ мм при равновесной влажности. Предварительно замеряли плоскость, которая не покрывается смолой (с точностью до 0,01 мм), затем тщательно наносили смолу СБС-1 на торцы и одну из плоскостей. Образцы со смолой высушивали в помещении с температурой воздуха 20—25°C при относительной влажности 60—65% в течение трех суток. После этого образцы взвешивали на аналитических весах с точностью до 0,0001 г и погружали в сосуд с дистиллированной водой так, чтобы они не соприкасались между собой и со стенками сосуда. Не защищенная смолой поверхность была обращена вверх. Поверхностное водопоглощение определяли с точностью до 0,01 мг/см². Достоверность результатов исследований проверяли методом вариационной статистики, показатель точности не превышал 5%.

Средние арифметические показатели влажности, плотности и поверхностного водопоглощения сведены в табл. 1. Температуру на поверхности и в середине пакета замеряли при помощи термометра. Прессование проводили при начальной температуре плит пресса 25 и 150°C. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 1

Прессматериал	Показатели пластиков		
	влажность, %	плотность, г/см ³	поверхностное водопоглощение за 24 часа, мг/см ²
Одубина натуральная	8,16	1,28	67,55
	8,24	1,31	60,62
Одубина, обработанная в течение 2 час насыщенным водяным паром при давлении 10 атм	6,37	1,32	30,00
	6,42	1,34	26,50
Одубина, обработанная 25%-ным водным раствором аммиака в количестве 10 %	9,45	1,29	48,92
	9,60	1,30	45,74
Одубина, обработанная 1%-ным водным раствором медного купороса в количестве 10%	8,9	1,29	52,92
	9,00	1,31	50,68
Одубина с добавлением 5% лака бакелитового СБС-1	6,5	1,306	26,12
	6,52	1,314	25,91
Одубина с добавлением 5% смолы М-19-62	9,1	1,304	36,81
	8,92	1,316	36,89
Одубина с добавлением 5% смолы С-35	5,7	1,308	24,65
	5,62	1,312	24,53

Примечание. В числителе данные для наружных слоев; в знаменателе — для внутренних.

Из данных табл. 1 видно, что поверхностное водопоглощение наружных слоев пьезотермопластиков выше, чем внутренних. Например, для наружных слоев пьезотермопластиков, полученных из одубины, оно на 8% больше, чем для внутренних. Это можно объяснить тем, что при пьезотермической обработке в случае достаточного количества влаги и водорастворимых веществ, мигрированных с наружных слоев в центральные, полнее протекают физико-химические процессы с образованием более стабильного пластика, в то время как наружные слои обедняются влагой и водорастворимыми веществами, вследствие чего получается пластик с более низкой плотностью и большим поверхностным водопоглощением. Пластики, полученные из одубины, влажностью 20% и выше, имели трещины по центру толщины плиты.

В табл. 1 приведены также данные о влажности, плотности и поверхностном водопоглощении внутренних и наружных слоев пласти-

Таблица 2

Время выдержки под давлением, мин	Температура, °С (при начальной температуре плит пресса 25°С)			Время выдержки под давлением, мин	Температура, °С (при начальной температуре плит пресса 150°С)		
	плит пресса	наружных слоев пьезотермопластиков	средних слоев пьезотермопластиков		плит пресса	наружных слоев пьезотермопластиков	средних слоев пьезотермопластиков
Прогрев				Прогрев			
0	25	20	20	0	150	20	20
5	35	20	20	4	120	52	33
10	58	30	27	8	126	91	81
15	80	48	42	12	140	115	103
20	103	71	63	16	155	132	123
25	121	81	73	20	167	148	140
30	140	100	95	Выдержка			
35	155	116	110	24	174	160	154
40	165	147	144	28	172	166	160
Выдержка				30	170	166	160
45	170	160	156	Охлаждение			
50	180	169	168	32	131	148	154
55	175	172	171	36	85	107	117
Охлаждение				40	60	77	87
60	125	148	165	44	45	58	63
65	80	98	115	48	32	45	50
70	60	77	87				
75	42	51	63				
80	40	41	43				

ков, полученных из одубины с добавлением 5% синтетических связующих. Плотность и поверхностное водопоглощение наружных и внутренних слоев этих пластиков существенно не различаются. Объясняется это тем, что при добавлении связующего частички древесины обволакиваются, влага, находящаяся в частичках, локализуется и при пьезотермической обработке не может свободно уходить из нее в центр пакета, а участвует в образовании клеящих веществ, которые стабилизируют пластик равномерно по всему объему. Получается более однородный пластик.

Для подтверждения неравномерного распределения влажности в пьезотермопластиках по толщине мы провели простой опыт. Навеску одубины, предназначенной для прессования, разделили на две равные части; после засыпки в прессформу первой части на нее положили прокладку из нержавеющей стали толщиной 2,5 мм, затем засыпали вторую часть одубины. Прессование проводили по выше приведенным режимам. Готовый пьезотермопластик разъединяли по месту прокладки и получили две плитки. Сделали три такие запрессовки. После выдержки готового пьезотермопластика в течение 120 час в помещении с температурой воздуха 20—22°С при относительной влажности 60—65% плитки покоробились. Выпуклость плиток направлена в сторону соприкосновения с прессформой.

Сравнительно равномерная влажность наружных и внутренних слоев пьезотермопластиков, которые испытывали на плотность и поверхностное водопоглощение, объясняется длительной выдержкой заготовок (1 год).

Из данных табл. 2 видно, что во время нагревания температура наружных слоев пакета на 6—10°С выше, чем внутренних.

Выводы

1. Пьезотермопластики по толщине имеют неодинаковые свойства.

2. Влажность внутренних слоев пьезотермопластиков выше, чем наружных.

3. Добавление связующих в измельченную древесину при прессовании по режиму получения пьезотермопластиков дает возможность получить пластики со сравнительно одинаковыми свойствами по толщине.

Все выводы относятся к пьезотермопластикам, полученным из измельченной древесины любой породы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. О. Б. Денисов. Об изменениях влажности стружечного пакета при горячем прессовании древесностружечных плит. Сборник материалов конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1963 г. СТИ, Красноярск, 1963. [2]. А. В. Лыков. Теория сушки. Изд-во «Энергия», М., 1968. [3]. П. Н. Хухрянский. Прессование и гнутье древесины. Гослесбумиздат, М.—Л., 1956.

Поступила 15 марта 1971 г

УДК 674.023

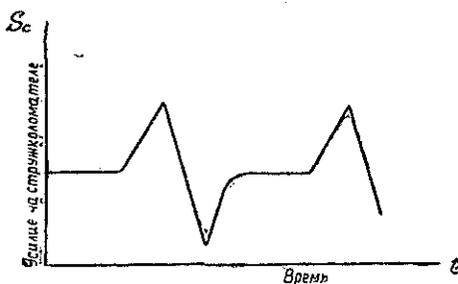
РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИИ И СИЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПРОДОЛЬНОГО РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

В. А. ТИХОНОВ

Московский лесотехнический институт

Нами проведены визуальные наблюдения за стружкообразованием при строгании со стружколомателем, которые позволили выбрать расчетную схему процесса. Оказалось, что для силового расчета уместно принять схему кривого бруса. Было установлено, что вначале происходит сдвиг стружки, осложненный сильным сжатием (горизонтальный участок кривой на рис. 1), стружка принимает форму кривого бруса, а затем наблюдается излом этого бруса стружколомателем (максимум кривой).

Рис. 1. Теоретическая диаграмма изменения силы S_c .



Расчет усилий на первом участке кривой (сдвиг со сжатием) затруднен из-за сложности происходящих явлений и отсутствия данных по этому вопросу. На втором участке (излом кривого бруса) усилия рассчитывали по формулам кривого бруса; при этом были приняты следующие допущения (рис. 2): 1) стружка изгибается по окружности (визуальными наблюдениями установлен примерно такой же характер); 2) стружка касательна к резу в точке B и к стружколомателю

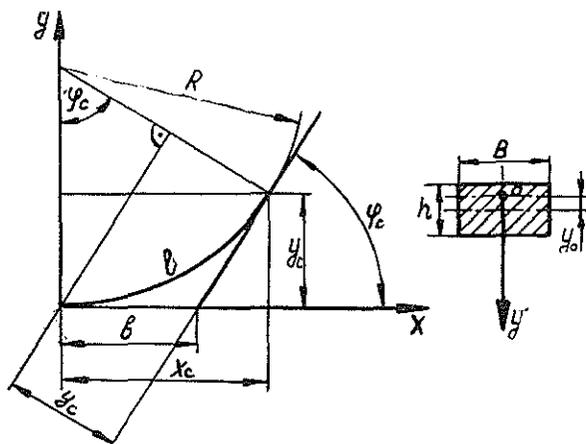
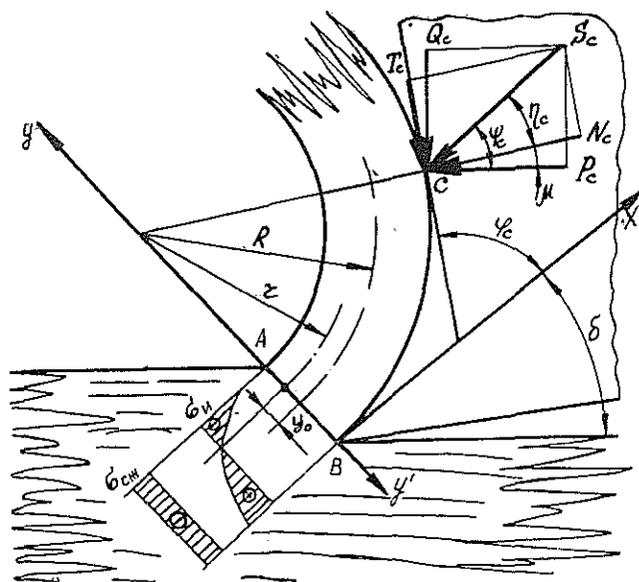


Рис. 2. Схема к расчету усилий на стружколомателе.

в точке C (установлено визуально); 3) процесс рассматривается в статике, то есть стружка считается «застывшей»; 4) при расчете стружки на прочность физико-механические показатели ее берутся как для цельной древесины.

На основе этих допущений запишем геометрические зависимости между параметрами, определяющими процесс резания со стружколомателем (схемы рис. 2),

$$l = R\varphi_c; \quad \varphi_c = \frac{l}{R},$$

где l — длина нейтрального слоя стружки:

R — радиус кривизны центра тяжести сечения стружки;
 φ_c — угол заточки стружколомателя.

$$\begin{aligned}x_c &= R \sin \varphi_c; \\y_c &= R - R \cos \varphi_c = R(1 - \cos \varphi_c); \\y_c &= (x_c - b) \operatorname{tg} \varphi_c; \\y_c &= \frac{x_c}{\sin \varphi_c} (1 - \cos \varphi_c); \\(x_c - b) \operatorname{tg} \varphi_c &= \frac{x_c}{\sin \varphi_c} (1 - \cos \varphi_c).\end{aligned}$$

После преобразований получим

$$\begin{aligned}x_c \left[\operatorname{tg} \varphi_c - \frac{1}{\sin \varphi_c} (1 - \cos \varphi_c) \right] &= b \operatorname{tg} \varphi_c; \\ \left[\operatorname{tg} \varphi_c - \frac{1}{\sin \varphi_c} + \frac{\cos \varphi_c}{\sin \varphi_c} \right] &= \frac{1 - \cos \varphi_c}{\sin \varphi_c \cos \varphi_c}; \\ x_c &= \frac{b \operatorname{tg} \varphi_c}{1 - \cos \varphi_c} \sin \varphi_c \cos \varphi_c; \\ x_c &= \frac{b \sin^2 \varphi_c}{1 - \cos \varphi_c} = b(1 + \cos \varphi_c); \\ R &= \frac{x_c}{\sin \varphi_c} = \frac{b(1 + \cos \varphi_c)}{\sin \varphi_c}; \\ y_c &= b \sin \varphi_c; \\ l &= \frac{b(1 + \cos \varphi_c) \varphi_c}{\sin \varphi_c},\end{aligned}$$

здесь x_c и y_c — координаты точки приложения усилий;
 b — расстояние от лезвия ножа до кромки стружколомателя (измеренное по передней грани ножа).

Определим внутренние силовые факторы в заделке от нормальной силы N_c :

изгибающий момент

$$M' = N_c R \sin \varphi_c^*; \quad (1)$$

нормальная сила

$$N' = -N_c \sin \varphi_c^*. \quad (2)$$

По формуле кривого бруса [3] напряжения в точке A от внешней силы N_c

$$\sigma'_A = \sigma'_{нА} + \sigma'_{сжА} = \frac{M'}{S_z} \cdot \frac{y'_A}{R_A} + \frac{N'}{F}, \quad (3)$$

где $\sigma'_{нА}$ — изгибающие напряжения в точке A от изгибающего момента M' ;

$\sigma'_{сжА}$ — сжимающие напряжения в точке A от силы N_c ;

S_z — статический момент сечения относительно нейтральной оси z ($S_z = F y_0$);

* При расчете кривого бруса момент считают положительным, когда он увеличивает кривизну бруса; нормальная сила положительна, если она создает напряжения растяжения.

F — площадь сечения;
 y_0 — координата центра тяжести сечения;
 R_A — радиус кривизны внутреннего слоя балки;

$$y_0 = R - r;$$

$$y'_A = \frac{h}{2} - y_0,$$

здесь h — толщина бруса (стружки);
 r — радиус кривизны смещенного нейтрального слоя,

$$r = \frac{h}{\ln \frac{R_B}{R_A}},$$

где $R_B = R + \frac{h}{2}$; $R_A = R - \frac{h}{2}$.

После подстановки формула (3) принимает вид

$$\sigma'_A = \frac{N_c R \sin \varphi_c}{R_A F \left(R - \frac{h}{\ln \frac{R_B}{R_A}} \right)} \left(\frac{h}{2} - R + \frac{h}{\ln \frac{R_B}{R_A}} \right) + \frac{N_c \sin \varphi_c}{F}. \quad (4)$$

Внутренние силовые факторы в заделке от силы трения $T_c = N_c f_c$ (f_c — коэффициент трения на стружколомателе):
изгибающий момент

$$M'' = -T_c \left(\frac{h}{2} + y_c \right); \quad (5)$$

сжимающая сила

$$N'' = -T_c \cos \varphi_c. \quad (6)$$

Напряжения в точке A от внешней силы T_c

$$\sigma''_A = \sigma''_{нА} + \sigma''_{сжА} = \frac{M''}{S_z} \cdot \frac{y'_A}{R_A} - \frac{N''}{F}, \quad (7)$$

окончательно

$$\sigma''_A = \frac{T_c \left(\frac{h}{2} + y_c \right) y'_A}{S_z R_A} - \frac{T_c \cos \varphi_c}{F}. \quad (8)$$

На основании принципа независимости действия сил в точке A имеем напряжения $\tau_A = \sigma'_A + \sigma''_A$, которые после подстановки величин σ'_A и σ''_A принимают вид

$$\begin{aligned} \sigma_A = & \frac{N_c R \sin \varphi_c}{R_A F \left(R - \frac{h}{\ln \frac{R_B}{R_A}} \right)} \left(\frac{h}{2} - R + \frac{h}{\ln \frac{R_B}{R_A}} \right) - \\ & - \frac{N_c f_c \left(\frac{h}{2} + y_c \right)}{R_A F \left(R - \frac{h}{\ln \frac{R_B}{R_A}} \right)} \left(\frac{h}{2} - R + \frac{h}{\ln \frac{R_B}{R_A}} \right) + \frac{N_c \sin \varphi_c}{Bh} + \frac{N_c f_c \cos \varphi_c}{Bh}; \end{aligned}$$

$$\sigma_A = \frac{N_c \left[R \sin \varphi_c - f_c \left(\frac{h}{2} + y_c \right) \right]}{R_A B h \left(R - \frac{h}{\ln \frac{R_B}{R_A}} \right)} \left(\frac{h}{2} - R + \frac{h}{\ln \frac{R_B}{R_A}} \right) + \frac{N_c (\sin \varphi_c + f_c \cos \varphi_c)}{B h} = \sigma_{\text{вн}}. \quad (8')$$

Величина разрушающих напряжений $\sigma_{\text{вн}}$ взята потому, что в заделке эпюра напряжений меняет знак (напряженное состояние, характерное для изгиба).

В связи с тем, что нас интересует прочность кривого бруса (стружки), рассматриваем лишь наибольшие напряжения, которые развиваются в точке A .

Напряжения в точке B значительно меньше, чем в A , так как составляющие полного напряжения в точке B от изгибающего момента и нормальной силы имеют различный знак.

Усилие на стружколомателе, кГ/мм ,

$$N_c = \frac{\sigma_{\text{вн}} R_A h B y_0}{\left[R \sin \varphi_c - f_c \left(\frac{h}{2} + b \sin \varphi_c \right) \right] \left(\frac{h}{2} - R + r \right) + R_A y_0 (\sin \varphi_c + f_c \cos \varphi_c)} \quad (9)$$

Сила взаимодействия стружколомателя и стружки, кГ/мм ,

$$S_c = \sqrt{N_c^2 + T_c^2}.$$

Горизонтальная составляющая усилия на стружколомателе, кГ/мм ,

$$P_c = S_c \cos (\mu + \eta_c);$$

$$\mu = \delta + \varphi_c - 90^\circ,$$

здесь η_c — угол трения.

Коэффициент трения при движении стружки по рабочей плоскости стружколомателя

$$f_c = \text{tg } \eta_c; \quad \eta_c = \psi_c - \mu,$$

где ψ_c — угол действия (угол между силой взаимодействия стружколомателя со стружкой и направлением резания)

$$\psi_c = \text{arc tg } \frac{Q_c}{P_c}; \quad Q_c = S_c \sin (\mu + \eta_c),$$

здесь Q_c — вертикальная составляющая усилия на стружколомателе, кГ/мм .

По полученным формулам были произведены ориентировочные расчеты усилий на стружколомателе. Визуально установлено, что стружколоматель с углом $\varphi_c = 50^\circ$ и расстоянием $b = 0,50 \text{ мм}$ дает стружку, близкую к сливной; отсутствует опережающая трещина (рис. 3).

Для этих параметров стружколомателя и были произведены расчеты усилий для сосны при трех толщинах стружки (h), равных 0,3; 0,4; 0,5 мм, и угле встречи $\varphi_b = 0^\circ$; $\delta = 55^\circ$; $\alpha = 10^\circ$.

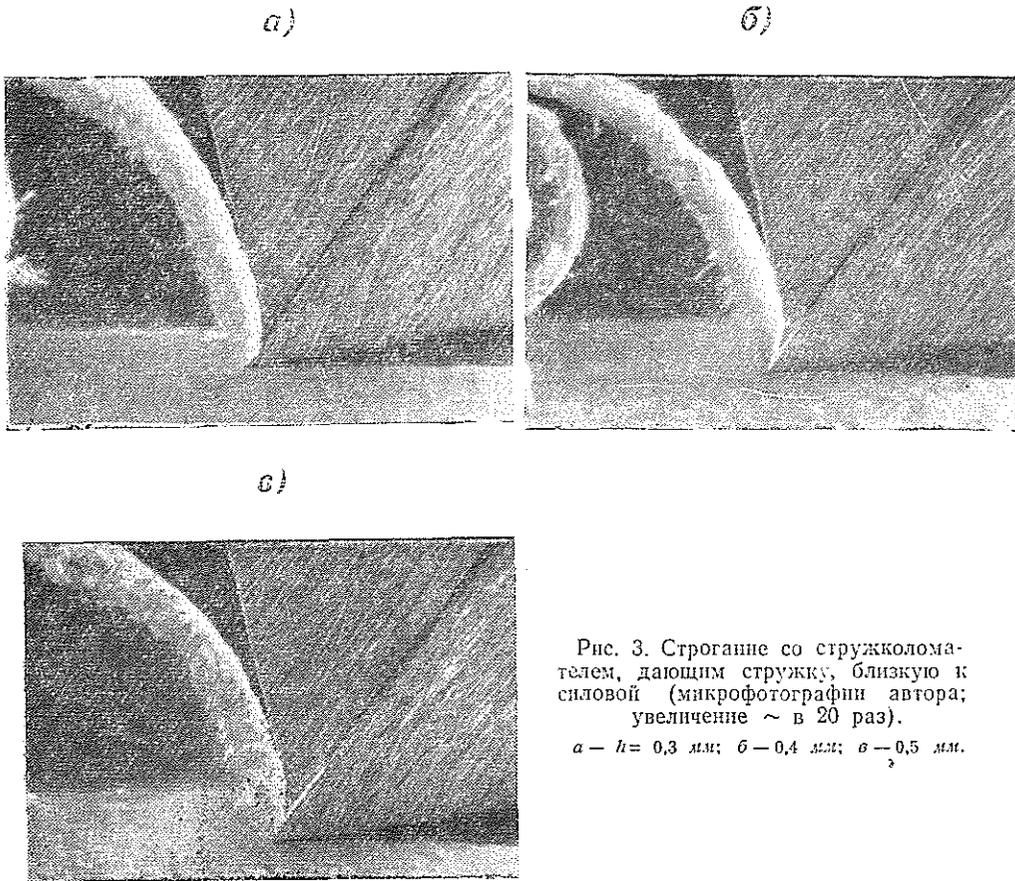


Рис. 3. Стругание со стружколомателем, дающим стружку, близкую к силовой (микрофотографии автора; увеличение \sim в 20 раз).

$a - h = 0,3$ мм; $b - 0,4$ мм; $c - 0,5$ мм.

Результаты расчетов по усилиям на стружколомателе сведены в табл. 1.

Таблица 1

h , мм	f_c (по результатам экспериментов)	r , мм	y_0 , мм	R_A , мм	N_c , кг/мм	T_c , кг/мм	S_c , кг/мм	P_c , кг/мм	Q_c , кг/мм
0,3	0,222	1,053	0,012	0,915	0,259	0,057	0,264	0,234	0,122
0,4	0,318	1,047	0,018	0,865	0,475	0,151	0,477	0,402	0,258
0,5	0,362	1,042	0,023	0,815	0,562	0,204	0,592	0,486	0,338

В расчетах $\sigma_{\text{вн}} = 9,5$ кг/мм² [2] с пересчетом на влажность 10%.

Зная усилия на стружколомателе, можно рассчитать нормальные напряжения поперек волокон, возникающие перед лезвием резца; при этом используют расчетную схему балки на упругом основании, нагруженной силой и моментом (рис. 4) [3]

$$\sigma_{\text{н}} = y_1 c_{\text{н}} = c_{\text{н}} \left(\frac{M_0}{2E_{\text{н}} J S^2} - \frac{Q}{2E_{\text{н}} J S^3} \right), \quad (10)$$

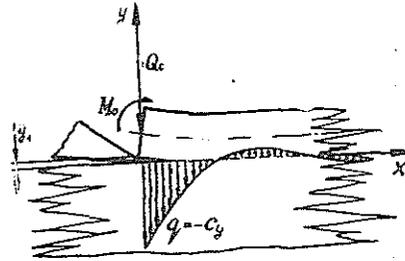
здесь

y_1 — прогиб балки (стружки);

$c_{\text{н}}$ — коэффициент упругости основания;

M_0 — изгибающий момент;

Рис. 4. Схема к расчету нормальных напряжений перед лезвием реза от действия сил со стороны стружколомателя.



$M_0 = N_c R \sin \varphi_c - T_c \left(\frac{h}{2} + y_c \right)$ — из расчета усилий на стружколомателе по формуле кривого бруса;

E_1 — модуль упругости древесины при изгибе в плоскости волокон;

$$S = \sqrt[4]{\frac{c_{\pm}}{4E_1 J}}$$

где J — момент инерции поперечного сечения балки (стружки).

По данным С. А. Воскресенского [1], для сухой сосны коэффициент упругости основания $c_s = 8,5 \text{ кг/мм}^2$, модуль упругости $E_1 = 1270 \text{ кг/мм}^2$ [2].

В табл. 2 представлены нормальные напряжения перед лезвием реза, подсчитанные по формуле (10), для сосны при толщинах стружки 0,3; 0,4; 0,5 мм; $\varphi_c = 50^\circ$; $b = 0,50 \text{ мм}$; $\varphi_b = 0^\circ$; $\delta = 55^\circ$; $\alpha = 10^\circ$.

Таблица 2

$h, \text{ мм}$	$N_c, \text{ кг/мм}$	$T_c, \text{ кг/мм}$	$Q_c, \text{ кг/мм}$	$M_0, \text{ кг мм/мм}$	$S, \text{ 1/мм}$	$\sigma_{\pm}, \text{ кг/мм}^2$
0,3	0,259	0,057	0,122	0,181	0,930	0,085
0,4	0,475	0,151	0,258	0,300	0,750	-0,049
0,5	0,562	0,204	0,338	0,329	0,634	-0,162

Данные табл. 2 показывают, что для $h = 0,4$ и $h = 0,5$ мм стружколоматель с углом $\varphi_c = 50^\circ$ и расстоянием $b = 0,50 \text{ мм}$ создает перед лезвием реза напряжения сжатия, которые «закрывают» опережающую трещину.

Для толщины стружки 0,3 мм, по-видимому, велико расстояние b ; резец вслед за стадией оттягивания производит незначительное отслоение (длина трещин мала, так как они не видны при визуальных наблюдениях процесса стружкообразования).

Сравнивая экспериментальные и теоретические данные по определению усилий на стружколомателе для $\varphi_c = 50^\circ$; $b = 0,50 \text{ мм}$; $\delta = 55^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $\varphi_b = 0^\circ$ (рис. 5), отмечаем, что результаты хорошо совпадают при толщинах стружки 0,4 и 0,5 мм. При $h = 0,3 \text{ мм}$ расчетные усилия существенно ниже (на 30—40%) экспериментальных. Это можно объяснить тем, что в нашей расчетной схеме не учитывались упругие свойства древесины (стружки), влияние которых наиболее значительно проявляется при меньшей толщине стружки ($h = 0,3 \text{ мм}$); это обуславливает увеличение действительных усилий на стружколомателе по сравнению с расчетными.

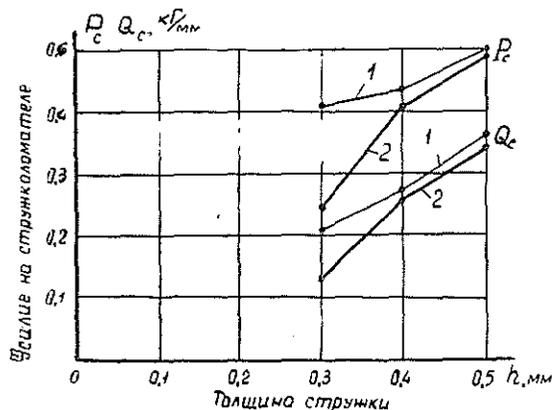


Рис. 5.

1 — теоретические кривые; 2 — экспериментальные.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. А. Воскресенский. Теория и расчеты процессов резания древесины. Докторская диссертация, М., 1956. [2]. Руководящие технические материалы. Древесина, показатели физико-механических свойств. Стандартгиз, М., 1962. [3]. С. П. Тимошенко. Сопротивление материалов. Т. II, ОГИЗ, Гостехиздат, 1946.

Поступила 14 апреля 1971 г.

УДК 621.933.6

О РАСЧЕТЕ СИЛ ТРЕНИЯ В НАПРАВЛЯЮЩИХ ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЫ

Ю. И. ЮРЬЕВ, Л. П. ПОТЯРКИН

Архангельский лесотехнический институт

Для расчета сил трения в направляющих лесопильной рамы необходимо знать величину и характер сил, нормальных к плоскости движения пильной рамки, конструкцию направляющих и значение коэффициента трения. Рассматривая методику расчета сил трения, применяемую разными авторами [1]—[5], убеждаемся, что нет единого подхода к учету сил, вызывающих трение, не учитывается конструкция направляющих, величина коэффициента трения пары ползун—направляющая принимается без достаточного обоснования.

Усилия, нормальные к плоскости движения пильной рамки, можно разделить на две группы, в зависимости от точки их приложения: 1) горизонтальные составляющие сил сопротивления резанию, сил скобления и отжима бревна, силы инерции масс бревна и тележки; эти силы воспринимаются пильной рамкой посредством пил, причем точка их приложения при движении пильной рамки меняется; 2) горизонтальная составляющая усилий, результирующего вертикальные силы вдоль движения пильной рамки, горизонтальные составляющие сил инерции массы шатуна, развиваемые последним при сложном плоском движении; эти силы воспринимаются пильной рамкой через ее палец.

Следует иметь в виду, что величина сил резко различна; кроме того, некоторые силы (силы сопротивления резанию, скобления и отжима, инерции масс бревна и тележки) не могут быть точно определены из-за отсутствия в настоящее время надежного метода расчета.

Недостатком существующей методики расчета двухэтажных лесопильных рам [1], [5] является то, что при этом используют приближенную формулу определения составляющих сил инерции от вращательного движения шатуна, также приближенно рассчитывают величины сил резания P_p и подачи P_5 , и не используют экспериментальные данные (обозначения заимствованы из справочника [1]).

В применяемых методах обычно пренебрегают разницей в конструктивном оформлении передних и задних по ходу бревна направляющих, а силу трения рассчитывают по формуле для плоских направляющих

$$P_T = \mu P_G \quad (1)$$

независимо от направления горизонтальной силы P_G .

Однако горизонтальные силы, действующие на нижние направляющие P_8 и верхние P_9 , в течение оборота кривошипа меняют свое направление, и контакт ползунов на одной части хода происходит с призматическими направляющими, а на другой части — с плоскими. Соответственно изменяется и величина силы трения, что необходимо учитывать, применяя для плоских направляющих формулу (1), а для призматических — выражение

$$P_T = \frac{\mu}{\sin \frac{\alpha}{2}} P_G, \quad (2)$$

где α — угол между плоскостями призматической направляющей.

Значит, для верхних и соответственно для нижних направляющих при различных значениях углов поворота кривошипа силу трения следует определять по формулам

$$P_{Tn} = \mu P_8; \quad P_{Tv} = \mu \cdot P_9 \quad (3, 4)$$

или

$$P_{Tn} = \frac{\mu}{\sin \frac{\alpha}{2}} \cdot P_8; \quad P_{Tv} = \frac{\mu}{\sin \frac{\alpha}{2}} \cdot P_9 \quad (5, 6)$$

в зависимости от условий контакта.

Общую силу трения в направляющих для определенного угла поворота кривошипа можно получить, суммируя найденные силы,

$$P_T = P_{Tn} + P_{Tv}. \quad (7)$$

Характер изменения горизонтальных сил, действующих на направляющие, зависит от того, совпадает направление вращения кривошипа с направлением подачи бревна (попутная подача) или не совпадает (встречная подача). Это обстоятельство также нужно учитывать при определении сил трения в направляющих.

Чтобы установить разницу результатов, полученных обычно применяемым методом и уточненным, были вычислены величины сил трения в направляющих лесопильной рамы РД 80-1 для двух вариантов — с попутной и встречной подачами. Исходные данные взяты из работы [5].

При уточнении метода расчета сил трения в направляющих в состав горизонтальных сил P_G , действующих на направляющие, включена горизонтальная составляющая силы P_2 , действующей вдоль шатуна, горизонтальная составляющая сил инерции от вращательного движения шатуна $P_{иг}$ и усилие подачи P_5

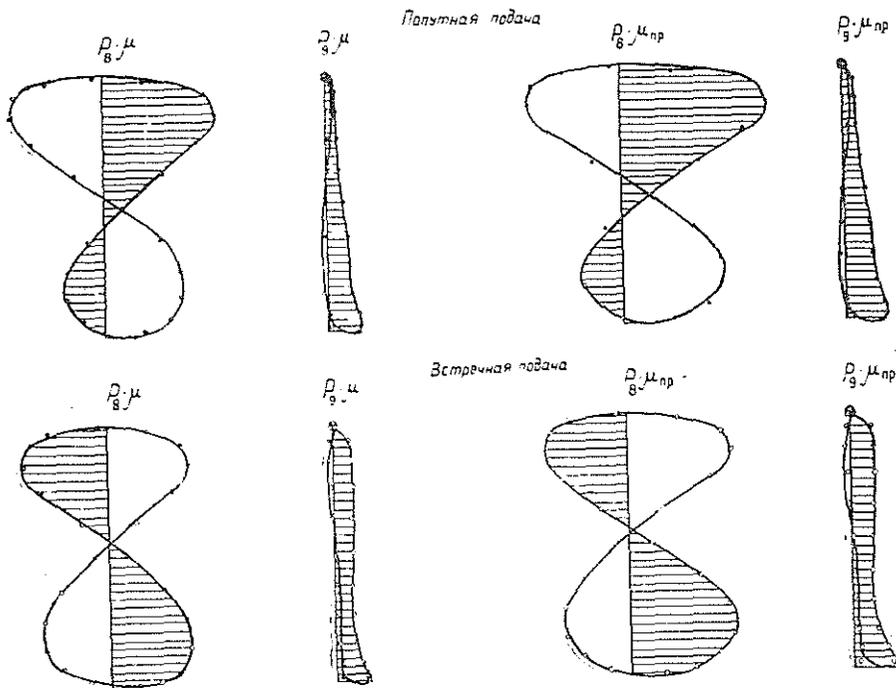


Рис. 1.

$$P_r = (P_2 + P_n) \pm P_6, \quad (8)$$

где знак «+» или «—» перед вторым членом берется в зависимости от того, совпадают ли направление действия горизонтальных сил и усилия подачи.

На рис. 1 приведены построенные по данным вычислений диаграммы сил трения ползунков о направляющие (масштабы $\mu_p = 10 \text{ кг/мм}$ и $\mu_s = 0,01 \text{ м/мм}$).

При расчете необходимо учитывать не столько силы трения, сколько затрачиваемую на его преодоление энергию. Работа, расходуемая на преодоление трения за двойной ход возвратно-поступательно движущейся пильной рамки, выражается площадью между соответствующей кривой и линией мертвых точек. Так как трение всегда является сопротивлением независимо от направления воспроизводящего его давления, то указанные площади для рабочего и холостого ходов необходимо суммировать арифметически.

Заштрихованная часть диаграмм (рис. 1) означает работу сил трения на участке рабочего хода пильной рамки. В начале холостого хода площади частично перекрывают друг друга. По построенным диаграммам определена работа сил трения в паре ползун — направляющая за один оборот кривошипа при работе лесопильной рамы под нагрузкой.

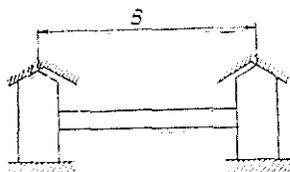
Результаты вычислений и представленные диаграммы показывают, что разница в результатах расчета обычным методом по сравнению с уточненным составляет (в сторону снижения) 20,3% при попутной подаче и 17,8% при встречной. Эти данные объясняют расхождение

ние (18%), полученное при определении мощности на трение в лесопильной раме теоретическим путем и фактическими замерами [4].

Следует, однако, отметить, что значения коэффициента трения пары текстолит—чугун, приводимые в справочниках, не сопровождаются характеристикой условий трения, поэтому использовать их нужно с большой осторожностью. Учитывая сложные условия трения пары ползун—направляющая, коэффициент трения этой пары нужно определять экспериментально.

Повышение точности расчета сил трения в направляющих дает возможность более точно определить массу маховиков и создать благоприятные условия работы лесопильной рамы. Приведенные диаграммы позволяют также установить целесообразность встречной подачи. Уменьшение плеча максимальной горизонтальной силы при встречной подаче по сравнению с попутной снижает горизонтальные колебания рамы и фундамента; нагрузка на плоские и призматические направляющие более равномерна. Хотя на это уже указывалось в одной из работ [3], однако до сих пор на лесопильных заводах применяют как попутную, так и встречную подачи.

Рис. 2. Конструктивная схема направляющих.



Рассматривая условия работы звена пильная рамка—направляющие при существующей в отечественных рамах конструктивной схеме направляющих (рис. 2), видим, что силы трения могут резко возрасти из-за температурных удлинений поперечин пильной рамки. При плотном первоначальном касании ползуну с противоположными плоскостями призматических направляющих изменение размера в результате нагрева поперечины приведет к дополнительному давлению ползуну на направляющие и возрастанию сил трения. Проведенные расчеты показывают, что при разнице температуры поперечины и станины рамы в 1°C дополнительные затраты мощности на трение в направляющих составят около 8 квт. Подобные явления можно исключить, применяя более рациональную конструктивную схему направляющих пильной рамки.

Таким образом, нами установлено, что применяемые методы расчета сил трения в лесопильных рамах занижают результат на 18—20%. Для повышения точности расчета необходимо экспериментально определить приведенный коэффициент трения ползуну о направляющие.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. С. Афанасьев. Деревообрабатывающие машины. Справочник, изд. 2, Машгиз, М., 1966. [2]. Н. Н. Балагуров. Расчет поперечин пильных рамок на прочность. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 9, 1969. [3]. М. А. Дешевой. Механическая технология дерева, ч. 3, ГЛТИ, Л., 1939. [4]. И. К. Малахов. Расчет, конструирование, производство и эксплуатация лесопильных рам. «Лесная промышленность», М., 1965. [5]. В. В. Свеженцев. Расчет лесопильной рамы РД-80-1. Вологда, КБ Вологодского совнархоза, 1962.

УДК 54-4 : 674.047

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ВСПЕНИВАЕМОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ, ИСПОЛЗУЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ АГЕНТОВ СУШКИ

Б. И. ТЕЛЯТНИКОВА, В. А. СУХАНОВ

ЦНИИМОД

В последнее время в Канаде, США и ряде других стран все большее распространение получает процесс совмещенной сушки и пропитки круглых лесоматериалов органическими жидкостями, в частности, маслами и другими продуктами нефтяного происхождения [4], [5], [6], [7].

В Советском Союзе технология сушки и пропитки лесоматериалов в одном цилиндре разрабатывается сотрудниками Сенежской лаборатории консервирования древесины ЦНИИМОДа*. Исследования проводятся в направлении разработки режимов процесса и его аппаратного оформления.

Одна из серьезных проблем, возникающих при сушке в жидких средах, — борьба со вспениваемостью сушильного агента при диспергировании в него паров влаги, удаляющихся из древесины.

Возможны два способа решения этой проблемы: механическое разрушение образующейся пены и снижение вспениваемости путем подбора сушильного агента с определенными свойствами и добавления к нему специальных присадок, уменьшающих вспениваемость.

В данной статье приводятся некоторые первичные материалы работ по изысканию слабо вспенивающегося сушильного агента. Рассмотрены вопросы, связанные с разработкой методики исследований, и даны некоторые результаты предварительных испытаний.

Пенообразующие свойства жидкостей обычно характеризуются высотой столба образующейся пены, объемом жидкости, превращенной в пену, отношением объема невспененной жидкости к общему ее объему и продолжительностью устойчивости определенного столба пены [1], [3].

Для проведения опытов, с учетом специфических условий пенообразования (вакуум глубины 500—600 мм рт. ст., «мокрый пар»), был разработан стеклянный прибор (рис. 1), принцип работы которого заключается в следующем. В градуированную колонку заливают испытываемую жидкость, нагревают ее до 80°C и создают вакуум 500—600 мм рт. ст. Через пористый стеклянный фильтр № 4, впаиванный в нижнюю часть колонки, в жидкость пропускают пары воды. В качестве источника пара используют нагретую до определенной температуры в химическом стакане дистиллированную воду, которую засасывают при заданном вакууме в U-образную трубку и в нижнюю обогреваемую часть колонки таким образом, чтобы в колонке между фильтром и уровнем воды оставалось пространство. Колонку и соединительную трубку обогревают при помощи термостата ТС-16А.

Вода, соприкасаясь с горячими стенками колонки, нагревается до температуры кипения при созданном вакууме. Выделяющиеся пары понижают вакуум в пространстве между фильтром и столбом воды, в результате чего возникает перепад давлений в нижней части колонки и правом колене U-образной трубки, и уровень воды в колонке понижается. По мере барботирования паров через фильтр в испытываемый продукт глубина вакуума в пространстве повышается, и процесс повторяется. Количество паров, попадающих в продукт, остается постоянным, и высота столба пены, образующейся в колонке при барботировании пара в жидкость, практически не меняется.

* Работы проводятся под руководством С. Н. Горшина.

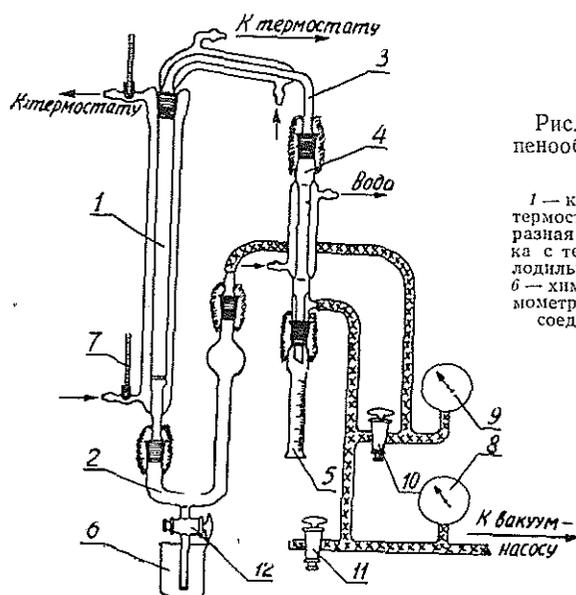


Рис. 1. Прибор для определения пенообразующих свойств органических жидкостей.

1 — колонка с впаивным фильтром и термостатирующей рубашкой; 2 — U-образная трубка; 3 — соединительная трубка с термостатирующей рубашкой; 4 — холодильник; 5 — измерительный цилиндр; 6 — химический стакан для воды; 7 — термометр; 8, 9 — вакуумметры; 10, 11, 12 — соединительные одноходовые краны.

Высоту столба пены и невспененной жидкости в опытах измеряли по шкале на колонке, а объем невспененной жидкости вычисляли по высоте ее столба и диаметру колонки.

Эффективность пеногасящих присадок оценивали по формуле В. А. Нагорной [1]

$$K_{\text{эф}} = \frac{K_{\text{пг}} \cdot K_{\text{пп}} \cdot K_{\text{син}}}{10^4}$$

где $K_{\text{эф}}$ — коэффициент эффективности пеногасителя, %;

$K_{\text{пг}}$ — коэффициент пеногашения, %;

$K_{\text{пп}}$ — коэффициент пенопредотвращения, %;

$K_{\text{син}}$ — коэффициент синерезиса, %;

$$K_{\text{пг}} = \left(1 - \frac{H_{\text{пг}}}{H}\right) \cdot 100;$$

$$K_{\text{пп}} = \left(1 - \frac{V_{\text{пг}}}{V}\right) \cdot 100;$$

$$K_{\text{син}} = \left(1 - \frac{T_{\text{пг}}}{T}\right) \cdot 100.$$

В этих формулах

$H_{\text{пг}}$ — высота столба пены в опыте с пеногасителем, см;

$V_{\text{пг}}$ — объем невспененной жидкости в опыте с пеногасителем, см³;

$T_{\text{пг}}$ — продолжительность устойчивости столба пены в опыте с пеногасителем, сек;

H, V, T — аналогичные параметры в опытах с жидкостью без пеногасителя.

Предварительным испытаниям были подвергнуты жидкости с различной вязкостью. Результаты опытов по определению пенообразующих свойств продуктов нефтяного и каменноугольного происхождения приведены в табл. 1, из данных которой видно, что способность органических жидкостей к вспениванию возрастает с увеличением вязкости. Значит, один из параметров сушильного агента — вязкость должна быть по возможности низкой.

Таблица 1

Испытываемый продукт	Вязкость кинематическая при 80°C, <i>сст</i>	Высота столба пены, <i>см</i>	Объем не-вспененной жидкости, <i>см³</i>	Устойчивость столба пены, <i>сек</i>
Топливо дизельное специальное . . .	1,6	1	9,8	—
Масло МК-8	5,1	8	0,5	8
Масло веретенное АУ	5,3	10	1,0	7
Масло каменноугольное пропиточное	6,7	—	0	25
Вакуумный отгон мазута	14,9	—	0	28

Примечание. При испытании каменноугольного пропиточного масла и вакуумного отгона мазута происходило вспенивание всего объема жидкости, вследствие чего нельзя было установить высоту столба пены.

При подборе пеногасящих присадок мы руководствовались литературными данными [1], [2], согласно которым эти присадки должны: 1) иметь более высокий адсорбционный потенциал, чем природные пенообразующие вещества; 2) понижать поверхностную вязкость жидкостей; 3) обладать низкой летучестью; 4) быть химически инертными по отношению к испытываемым жидкостям; 5) хорошо дозировать; 6) быть безвредными для людей; 7) не корродировать оборудование. Были учтены также стоимость присадок, оптимальный расход их на единицу объема продукта и затраты времени на приготовление.

Для испытаний нами были отобраны высшие спирты среднего молекулярного веса, высшие жирные кислоты и кремнеорганические соединения. Результаты предварительных опытов показали, что наиболее эффективны кремнеорганические соединения; положительно и то, что они препятствуют образованию стойких эмульсий нефтепродуктов с водой, снижают испаряемость нефтепродуктов и улучшают их термоокислительную способность.

В результате нами разработана методика исследований пенообразующей способности жидкостей при барботировании в них мокрого пара в условиях вакуума и сконструирован прибор для проведения испытаний. Проведены предварительные испытания ряда продуктов нефтяного и каменноугольного происхождения и установлена зависимость их пенообразующей способности от вязкости.

Испытана способность к пеногашению высших жирных спиртов, кислот среднего молекулярного веса и кремнеорганических жидкостей. Показана эффективность и перспективность последних для дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. В. Нагорная. Пенообразование и химический метод борьбы с ним в сахарном производстве. Автореферат диссертации, 1967. [2]. У. Л. Скальская. Исследование в области пеногашения промывочных жидкостей, 1968. [3]. П. Д. Торгашев. Исследование методов определения вспениваемости кипящих растворов. Автореферат диссертации, 1952. [4]. К. М. Ханмамедов. Ускоренная сушка древесины в безводных жидкостях с одновременной ее пропиткой. Баку, 1966. [5]. С. Е. Штейнберг. Высокотемпературная сушка древесины в петролатуме. Гослесбумиздат, 1962. [6]. Anonymous. Special methods of seasoning Wood. Boiling in oil. Rep. US Forest Products Laboratory Madison. R 1665 and R 1665—5, p. 11, 1947. [7]. С. М. Burpel. New process seasons ties overnight. Timber of Canada 1946, Vol 7, № 2, 3, 1946.

Поступила 8 февраля 1971 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 547.458.81 : 674.032.14

ЦЕЛЛЮЛОЗА ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ЛИСТВЕННИЦЫ

СВОЙСТВА БИСУЛЬФИТНОЙ ПОЛУЦЕЛЛЮЛОЗЫ
ИЗ ЛИСТВЕННИЧНОЙ И СМЕШАННОЙ ХВОЙНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Р. З. ПЕН, Э. М. МЕНЧЕР, Т. А. ПИСКУН

Сибирский технологический институт

В настоящее время бисульфитная полуцеллюлоза широко используется для выработки тарного картона и другой бумажной и картонной продукции. Сырьем при этом служит, как правило, елово-пихтовая и лиственничная древесина. В данном сообщении приведены результаты изучения бумагообразующих свойств бисульфитной полуцеллюлозы из лиственницы, сосны, ели, пихты и их смесей.

Для опытов* использовали воздушно сухую щепу лабораторной рубки из здоровой древесины лиственницы сибирской (содержание арабиногалактана 13,1%), сосны, ели и пихты. Варки проводили в ампулах из кислотоупорной стали, помещенных в глицериновый термостат. Состав варочного раствора и температурно-временной график варки были неизменными во всех опытах: основание магниевое; концентрация всей двуокиси серы в растворе 3,25%; pH варочного раствора 4,8; гидромодуль при варке 4,5; продолжительность подъема температуры от 20 до 115° — 90 мин; стоянка при 115° — 40 мин; подъем температуры от 115 до 165° — 60 мин; стоянка при 165° — 60 мин. По окончании варки твердый остаток сепарировали в шаровой мельнице и промывали в свеже. Массный размол осуществляли в мельнице ЦРА до 60° ШР. Отливки бумаги 100 г/м², изготовленные на аппарате Рипид-Кетен, испытывали по общепринятым методикам.

Переменными факторами были весовые доли лиственничной (x_1), сосновой (x_2) и елово-пихтовой (x_3) фракций в смеси (в пересчете на абс. сухую древесину). Елово-пихтовая фракция содержала равные количества еловой и пихтовой щепы.

Результаты варок и свойства полуцеллюлоз оценивали следующими параметрами: y_1 — выход полуцеллюлозы, %; y_2 — разрывная длина, м; y_3 — сопротивление излому, число двойных перегибов; y_4 — сопротивление продавливанию, кг/см²; y_5 — сопротивление раздираанию, Г.

Опыты проводили по плану Шеффе на «симплексной решетке» [3]. План включает десять экспериментальных точек, каждая из которых соответствует древесному сырью определенного состава. Все варки повторяли дважды с рандомизацией во времени.

Породные составы древесины, образующие матрицу планирования, и результаты экспериментов (средние значения для двух варок) приведены в табл. 1.

Результаты опытов аппроксимировались полиномами третьего порядка общего вида

$$\hat{y} = \sum_{1 \leq i \leq k} \beta_i x_i + \sum_{1 \leq i < j \leq k} \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{1 \leq i < j < k} \gamma_{ij} x_i x_j (x_i - x_j) + \sum_{1 \leq i < j < l \leq k} \beta_{ijl} x_i x_j x_l, \quad (1)$$

* Эксперименты выполнены с участием Т. В. Красильниковой и А. Н. Абросимовой.

Таблица 1

Весовая доля древесины в смеси			Выход полуцеллюлозы y_1 , %	Механические свойства полуцеллюлозы			
лиственница x_1	сосна x_2	ель и пихта x_3		разрывная длина y_2 , м	число двойных перги-бов y_3	сопротивление продавливанию y_4 , кг/см ²	сопротивление раздиранию y_5 , Г
1,00	0,00	0,00	55,12	6517	336	2,78	82,8
0,00	1,00	0,00	69,89	7784	218	3,60	57,3
0,00	0,00	1,00	68,61	9083	671	4,59	65,7
0,66	0,34	0,00	60,22	6507	278	2,99	82,1
0,34	0,66	0,00	66,37	8145	228	4,00	64,0
0,66	0,00	0,34	55,68	7462	328	3,30	76,0
0,34	0,00	0,66	56,91	8381	641	3,58	78,0
0,00	0,66	0,34	69,48	8791	166	3,86	64,0
0,00	0,34	0,66	68,63	7868	450	3,50	64,0
0,33	0,33	0,34	63,17	7824	301	3,65	67,0

где k — число факторов, включенных в исследование; в нашем случае $k = 3$.

Значения коэффициентов β_i , β_{ij} , β_{ijl} и γ_{ij} уравнения (1) для всех параметров $y_1 - y_5$ приведены в табл. 2. В эту же таблицу включены оценки дисперсий воспроизводимости параметров $s^2\{\bar{y}\}$. Доверительный интервал для каждого параметра задается выражением

$$\bar{y} \pm A\xi^{\frac{1}{2}},$$

в котором

$$A = t_{\alpha,q}(f) s\{\bar{y}\} n^{-\frac{1}{2}}, \quad (2)$$

где $t(f)$ — критерий Стьюдента;

α — выбранный уровень значимости;

q — число коэффициентов в уравнении (1);

n — число повторений опытов;

ξ — величина, зависящая только от состава смеси.

Значения A из уравнения (2) при $\alpha = 0,05$ также приведены в табл. 2. Выражение для вычисления ξ громоздко [2]. В необходимых случаях точное значение ξ можно вычислить или найти в литературе [1], [2]. На практике при оценке доверительного интервала без особого ущерба для точности можно принимать $\xi^{1/2} \approx 1$.

Таблица 2

Коэффициенты	\hat{y}_1	\hat{y}_2	\hat{y}_3	\hat{y}_4	\hat{y}_5
β_1	55,12	6517	336	2,78	82,8
β_2	69,89	7784	218	3,60	57,3
β_3	68,61	9083	671	4,59	65,7
β_{12}	3,56	730	-108	1,37	13,5
β_{13}	-25,07	547	-86	-1,10	12,4
β_{23}	-0,88	-468	-614	-1,87	11,3
γ_{12}	8,28	8206	-72	4,97	-64,8
γ_{13}	22,05	-430	-1359	2,18	-52,0
γ_{23}	2,86	9154	-898	4,66	18,0
β_{123}	31,40	-1813	-475	4,63	-154,6
$s^2\{\bar{y}\}$	0,319	$8,55 \cdot 10^4$	750	0,0435	2,88
A	1,43	7,43	70	0,53	4,3

Полученные результаты представлены изолиниями на треугольных диаграммах «состав — свойство». Рис. 1 иллюстрирует зависи-

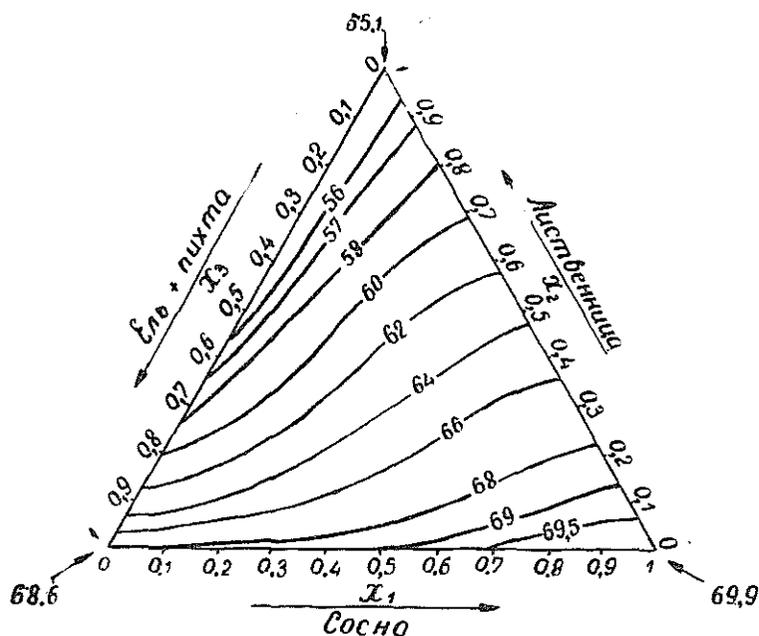
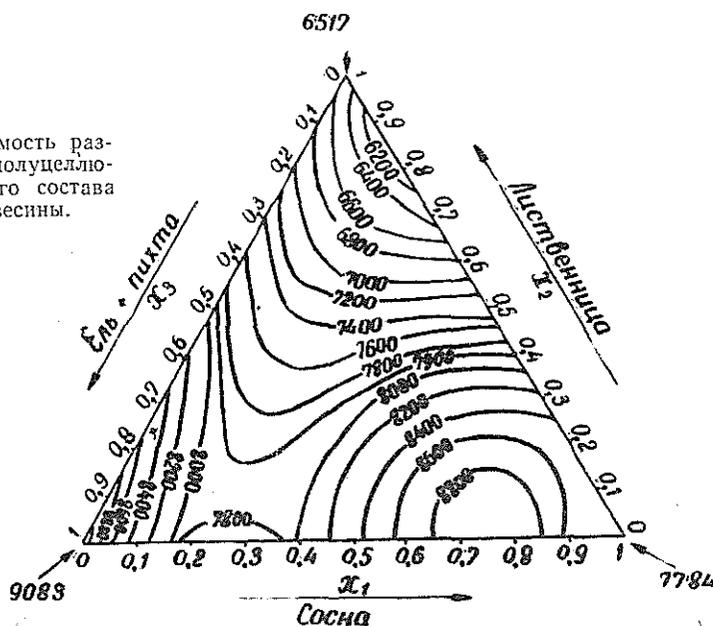


Рис. 1.

Рис. 2. Зависимость разрывной длины полуцеллюлозы от породного состава исходной древесины.



мость выхода полуцеллюлозы от породного состава исходной древесины. Нетрудно видеть, что из сосновой древесины и из елово-пихтовой смеси получается полуцеллюлоза с почти одинаковыми выходами. Увеличение доли лиственничной древесины в исходном сырье сопровождается монотонным снижением выхода, причем при варке только лиственничной щепы разница в выходах примерно соответствует содержанию арабиногалактана в древесине.

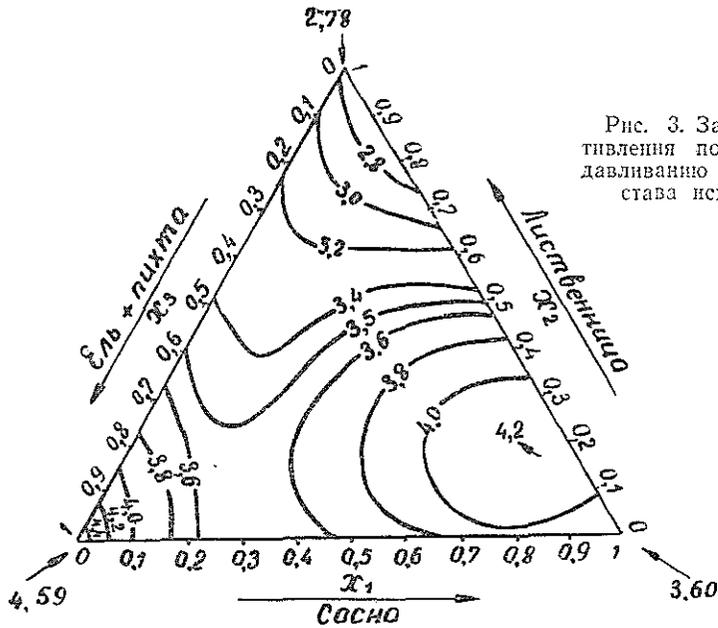
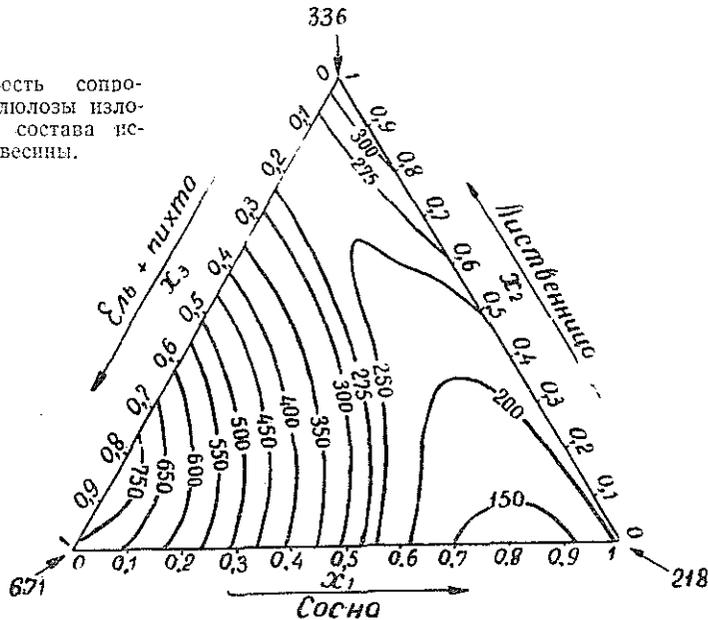


Рис. 3. Зависимость сопротивления полуцеллюлозы продавливанию от породного состава исходной древесины.

Рис. 4. Зависимость сопротивления полуцеллюлозы излому от породного состава исходной древесины.



Наибольшей разрывной длиной обладает полуцеллюлоза из елово-пихтовой смеси, наименьшей — полуцеллюлоза из смеси, содержащей 80—90% лиственничной и 10—20% сосновой древесины (рис. 2). Аналогично выглядит диаграмма изолиний сопротивления продавливанию (рис. 3). Наибольшее сопротивление излому также проявляется у полуцеллюлозы из елово-пихтовой смеси, а наименьшее — у

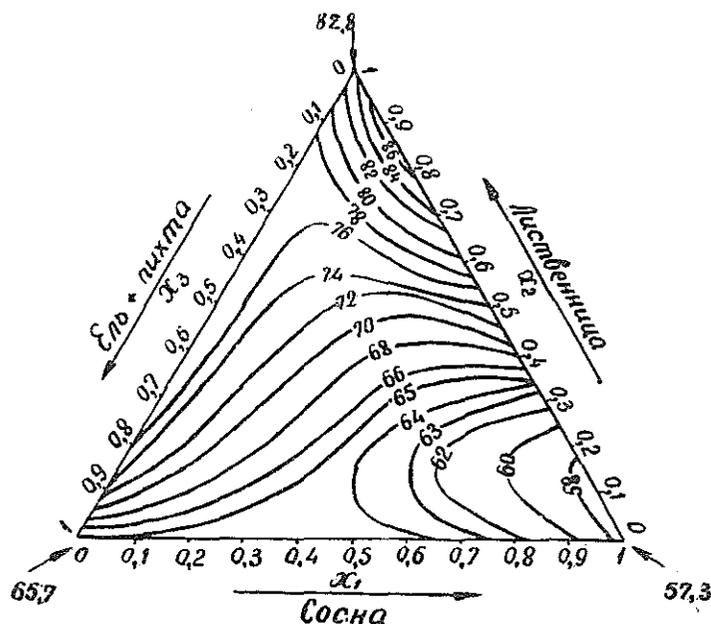


Рис. 5.

сосновой полуцеллюлозы (рис. 4), минимальным числом двойных перегибов обладают отливки бумаги, в состав которых входит полуцеллюлоза из 80% сосновой и 20% лиственничной древесины. Зависимость сопротивления раздиранию от породного состава показана на рис. 5. Наибольшим значением этого показателя обладает полуцеллюлоза из древесины лиственницы с примесью 10—20% сосны, наименьшим — полуфабрикат из сосновой древесины.

Таким образом, лиственницу можно успешно использовать совместно с другими хвойными породами для производства полуцеллюлозы бисульфитным способом. Показатели разрывной длины и сопротивления продавливанию у лиственничной полуцеллюлозы заметно ниже, чем у полуфабриката из других хвойных пород; по сопротивлению излому она занимает промежуточное положение между сосновой и елово-пихтовой полуцеллюлозами, а по сопротивлению раздиранию даже несколько превосходит эти полуфабрикаты.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Новые идеи в планировании эксперимента. Изд-во «Наука», М., 1969, стр. 193. [2]. J. W. Gorman, J. E. Hinman. *Technometrics* 4, 463, 1962. [3]. H. Scheffe. *J. Roy. Statist. Soc.*, B20, 344, 1958.

Поступила 22 сентября 1970 г.

УДК 547.992.3:[674.032.16 + 674.031.21]

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КАРБОНИЛЬНЫХ ГРУПП ДИОКСАНЛИГНИНА СОСНЫ И БЕРЕЗЫ ПРИ ЩЕЛОЧНЫХ ВАРКАХ

Б. Д. БОГОМОЛОВ, С. Б. ПАЛЬМОВА, Г. И. ПОПОВА

Архангельский лесотехнический институт

Ранее [2] нами было исследовано изменение содержания отдельных структурных типов карбонильных групп лигнина в процессе щелочных варок древесины. Однако при этом трудно получить наглядную картину, когда и в результате чего возникают карбонилы, так как нам неизвестно точное содержание функциональных групп лигнина древесины и, кроме того, приходится считаться с происходящим при выделении лигнина фракционированием.

Для решения этих вопросов мы провели серию щелочных варок диоксанлигнина сосны [4] и березы [5]. Химическая характеристика использованных образцов лигнинов приведена в табл. 1.

Таблица 1

Образец лигнина	Содержание групп, мг-экв/г						
	ОСН ₂	ОН общих	СООН	СО			
				общих	α-групп	хинонных	энолизир- рующихся кетонных
Диоксанлигнин сосны	4,92	4,54	0,40	1,61	0,22	0,24	0,76
Диоксанлигнин березы	6,10	5,42	0,45	1,91	0,22	0,16	0,92

Карбонильные группы играют важную роль в химических реакциях лигнина при щелочных варках. Количественное содержание и качественный состав этих групп в ходе варок существенно меняются.

Показатели изменения карбонильных групп диоксанлигнина сосны при натронных и сульфатных варках приведены в табл. 2, из данных которой видно, что после сульфатных варок при 120 и 140°C общее содержание карбонильных групп понижается очень незначительно. При повышении температуры варки от 160 до 180°C оно растет исключительно за счет хинонных карбонильных групп, содержание которых к 180° увеличивается по сравнению с исходным.

Содержание метоксильных групп в диоксанлигнине с повышением температуры варки уменьшается с 4,92 до 4,20 мг-экв/г. Последнее обстоятельство позволяет предположить, что возникшие вновь хинонные группы находятся в орто-положении.

Для проверки этого предположения мы восстановили гидросульфитом натрия образцы, выделенные в интервале температур 140—180°C, и определили в них пирокатехиновые единицы. Если бы хинонные группы этих образцов действительно были орто-хинонного типа, то при их восстановлении должно значительно увеличиться содержание пирокатехиновых единиц в образцах лигнина. На самом деле по данным анализа в образцах, полученных при 140, 160 и 180°, опреде-

Таблица 2

Температура, °С	Содержание карбонильных групп, мг-экв/г			
	общих	энолизрующихся	хинонных	α -кетонных, сопряженных со свободным фенольным гидроксилом

Натронные варки

120	0,70;0,75	0,23;0,18	0,00;0,00	0,20;0,23
140	0,75;0,82	0,23;0,18	0,10;—	0,25;0,27
160	0,81;0,77	0,06;—,10	0,41;—	0,21;0,22
180	0,89;0,90	0,05;—	0,52;0,53	0,22;0,25

Сульфатные варки

120	1,46;1,60	0,87;0,90	0,19;—	0,18;0,13
140	1,45;1,52	0,76;0,83	0,41;0,33	0,23;0,26
160	1,47;1,53	0,72;—	0,57;—	0,23;0,21
180	1,61;1,62	0,70;—	0,59;—	0,25;0,25

Примечание. Данные приведены для двух параллельных варок.

лено 1,90; 2,86 и 2,29% пирокатехиновых единиц, а после восстановления—соответственно 1,95; 2,86 и 3,56%. В образце, выделенном при 180°C, прирост этих единиц на 1,37% в пересчете на гидроксильные пирокатехиновые группы составляет всего 0,16 мг-экв. Следовательно, орто-хинонные группы возникают при данных условиях лишь к 180°C и прирост их составляет ~ 20%.

К 180°C несколько увеличивается содержание α -кетонных групп, сопряженных со свободным фенольным гидроксилом, а количество β -кетонных уменьшается.

При натронных варках диоксанлигнина уже к 120°C общее содержание карбонильных групп уменьшается почти в два раза по сравнению с первоначальным (табл. 2). Это происходит, возможно, из-за лабильности хинонных и β -кетонных групп в щелочной среде без восстановителя, а также в результате процессов конденсации, в которых эти группы участвуют. Начиная со 140°C в лигнине вновь возникают карбонильные группы, содержание которых увеличивается к 180°C. В интервале температур 160—180°C образуются хинонные группы, хотя содержание метоксидов при этом не меняется. Восстановление образца $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ не дало увеличения пирокатехиновых групп.

Показатели содержания карбонильных групп щелочных лигнинов, выделенных натронной и сульфатной варками диоксанлигнина березы, приведены в табл. 3, из данных которой видно, что, хотя содержание карбонильных групп в этих образцах несколько иное, характер изменения их аналогичен изменению в хвойных лигнинах.

Изменение количественного и качественного содержания карбонильных групп в натронных и сульфатных образцах диоксанлигнинов говорит о различии механизмов варок; значительно большее содержание хинонных групп в низкотемпературных сульфатных лигнинах можно объяснить реакцией расщепления лигнина по хиноиметидному механизму, тогда как в условиях натронной варки при низких температурах в лигнинах недостает свободных фенольных гидроксидов и, вероятно, преобладает эпоксидный механизм.

Известно [10], [11], что β -карбонильные группы способны вступать в реакции конденсации. Резкое уменьшение этих групп при повышении температуры в случае натронных варок можно объяснить более

Таблица 3

Температура, °С	Содержание карбонильных групп, мг-экв/г			
	общих	энолизирующихся	хинонных	α -кетонных, сопряженных со свободным фенольным гидроксильном
Натронные варки				
120	0,86; 0,87	0,49; 0,50	0,00; —	0,26; —
140	1,30; 1,31	0,67; 0,65	0,00; 0,00	0,31; 0,28
160	1,38; 1,35	0,37; 0,31	0,53; —	0,30; 0,31
180	1,36; 1,38	0,17; 0,26	0,67; 0,58	0,24; 0,26
Сульфатные варки				
120	1,66; 1,69	1,07; —	0,15; —	0,24; 0,15
140	1,70; 1,73	0,93; 0,90	0,21; —	0,3; 0,27
160	1,82; 1,86	0,78; 0,85	0,57; 0,61	0,23; 0,22
180	1,87; 1,90	0,82; 0,87	0,55; 0,50	0,22; 0,23

Примечание. Данные приведены для двух параллельных варок.

интенсивной конденсацией лигнина. Присутствие сульфида натрия способствует сохранению β -карбониллов, защищая их от конденсации. Отсутствие явного прироста α -кетонных групп, возможно, связано с потерей образующихся при реакции расщепления низкомолекулярных продуктов, которые удаляются при промывке лигнинов.

Экспериментальная часть

Щелочные варки диоксанлигнинов проводили под аргоном в автоклавах-ампулах емкостью 50 мл, помещаемых в глицериновую баню, разогретую до заданной температуры: модуль 6, сульфидность 30%, концентрация активной щелочи при всех варках 50 г/л в единицах NaOH. Варки проводили при 120, 140, 160 и 180°С с выдержкой при каждой температуре 3 часа.

Общее содержание карбонильных групп определяли методом оксимирования в присутствии триэаноламина [1]. Количество хинонных групп вычисляли по убыли общего содержания карбонильных групп в результате восстановления образцов гидросульфитом натрия [7]. Энолизирующиеся карбонилы определяли метилированием диазометаном в диоксане [3], α -кетонные — $\Delta\epsilon$ -методом на УФ-спектрофотометре СФ-4 [9], метоксильные группы — объемным методом Цейзеля в модификации Фибока и Шваппаха [6]. Пирокатехиновые единицы находили трилонометрическим и потенциометрическим методами [8].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, С. Б. Пальмова, Е. Д. Гельфанд. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1968. [2]. Б. Д. Богомолов, С. Б. Пальмова, Г. И. Попова. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1969. [3]. Б. Д. Богомолов, С. Б. Пальмова. Сб. «Химия древесины» № 4, 1969, 61—64. [4]. Б. Д. Богомолов, Г. И. Попова. Труды АЛТИ, XXIII, 1970. [5]. Б. Д. Богомолов, Г. И. Попова. Труды АЛТИ, XXV, 1971. [6]. П. Гаттерман, Г. Виланд. Практические работы по органической химии. Госхимиздат, 1948, 310—321. [7]. С. Б. Пальмова, Б. Д. Богомолов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1969, 102—105. [8]. Г. Ф. Прокшин. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1967. [9]. E. Adler, J. Marton. Acta Chem. Scand. 13, 75, 1959. [10]. H. Hergert. J. Org. Chem. 25, 3, 475, 1961. [11]. J. Marton. Paperi ja Puu. 43, 11, 655, 1961.

Поступила 27 мая 1970 г.

УДК 634.0.812

МЕТОД РАСЧЕТА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПИРОЛИЗА КОРЫ

Э. Д. ЛЕВИН, В. С. ПЕТРОВ

Сибирский технологический институт

До настоящего времени нет ясных представлений о развитии температурного поля и протекании теплофизических явлений при пиролизе древесных материалов, не выяснена зависимость периода карбонизации от размеров аппаратов.

Нами проделана работа, в результате которой выявлена закономерность развития температурного поля в слое пиролизуемой загрузки и установлена зависимость периода пиролиза при внешнем нагреве от диаметра реторты.

Для проведения исследований использовали установку, описанную нами ранее [5]. Применяли две реторты — малую, диаметром 250 мм, высотой 250 мм, и большую, диаметром 350 мм, высотой 350 мм. В качестве объекта исследования была взята кора лиственницы сибирской с одинаковой исходной влажностью 25%, дробленая на промышленной молотковой дробилке ДМ-431. Кору рассевали на фракции с крупностью 0—2; 2—5; 5—10; 10—25; 25—40; 40—80 мм. Интенсивность теплового потока была одинакова и равнялась $2,96 \times 10^3$ вт, что соответствует конечной температуре пиролиза 650°C.

Существующие формулы для вычисления продолжительности коксования, основанные как на эмпирических зависимостях, так и на попытках приложении теории теплопередачи, весьма приближенны [1], [2], [6]. Поэтому для выбора объективного критерия определения продолжительности прококсовывания должен быть принят момент достижения какого-то определенного физического состояния пиролизуемой массы, в данной работе — момент достижения постоянной температуры в центре осевой плоскости пиролизуемой загрузки. За начало процесса пиролиза был принят момент начала возрастания температуры от 100°C, за конец пиролиза — температура 600—650°C.

Динамика поля температур в обеих ретортах была одинакова. На интенсивность развития поля температуры в загрузке, а значит, и на продолжительность периода пиролиза, при прочих равных условиях, оказывают влияние и размеры реторты.

Мнения различных исследователей о степени зависимости продолжительности периода прококсовывания от толщины слоя расходятся. Имеются утверждения о квадратичной зависимости и о зависимости с показателем степени от единицы до двух, но это относится к вопросам коксования каменных углей [3], [4], [9]. Для пиролиза древесных материалов нужны специальные формулы.

Известно, что уравнение Фурье теории теплопроводности для неограниченного цилиндра с краевыми условиями третьего рода [8] можно преобразовать методами теории подобия в функциональную зависимость в критериальном виде [10]

$$\psi(F_0, B_i, T, X, P_0) = 0, \quad (1)$$

где F_0 — критерий Фурье;

B_i — критерий Био;

T — температурный критерий;

X — геометрический критерий,

$$T = \frac{t_{(r, \tau)} - t_0}{t_c - t_0},$$

здесь t_0 — начальная температура процесса прогрева при $\tau = 0$;

$$X = \frac{r}{R},$$

где r — нормаль по толщине слоя загрузки;

R — радиус реторты, м.

Суммарный тепловой эффект пиролиза, который входит в величину критерия Померанцева, зависит от природы материала. При пиролизе одного и того же материала, в частности коры, в одних и тех же условиях удельное значение этого внутреннего источника тепла одинаково, поэтому критерий Померанцева можно исключить из анализа.

Для температуры в осевой плоскости загрузки, по которой определяется степень прогрева и конец пиролиза, то есть при условии

$$\frac{r}{R} = X = 0$$

$$T = T_u = \frac{t_{(u, \tau)} - t_0}{t_c - t_0},$$

где t_c — температура греющей среды;

$t_{(u, \tau)}$ — температура в центре через промежуток времени τ .

Критериальное уравнение (1) по отношению к критерию Фурье принимает более простой вид

$$\frac{a \cdot \tau}{R^2} = f(Bi, T_u). \quad (2)$$

Чтобы определить зависимость периода пиролиза от радиуса реторты, нужно упростить уравнение (2). Критерий Био нельзя исключить из анализа произвольно даже при одинаковых температурах пиролиза T и коэффициенте температуропроводности a .

Однако при постоянном значении критерия Био $0 < Bi < \infty$, то есть при условии $Bi = \text{const}$, уравнение (2) можно представить в виде

$$\frac{a \cdot \tau}{R^2} = \varphi(T_u), \quad (3)$$

где Bi входит в величину $\varphi(T_u)$ в качестве коэффициента.

Вид этой функции неизвестен. Свести ее (при сравнении двух разных по диаметру реторт, имеющих идентичные температурные условия) к уравнению

$$\tau = A \cdot R^2, \quad (4)$$

предложенному ранее для коксования каменных углей, нельзя, так как нет основания считать, что при изменении диаметра реторты (при прочих равных условиях) критерий Био сохранится постоянным.

С учетом этого уравнение (4) преобразовали, используя предложенные ранее Д. М. Лисиным [7] математические преобразования. Для этого правую часть уравнения (4) умножили и разделили на одну и ту же величину R^n и полученное произведение величин AR^2R^{-n} обозначили через K .

Новое уравнение взаимосвязи между периодом пиролиза и диаметром реторты принимает вид

$$\tau = K \cdot R^n, \quad (5)$$

где K — постоянная, учитывающая условия пиролиза;
 n — показатель степени, величина которого связана также с условиями пиролиза.

Так как при одинаковых условиях пиролиза величина K постоянна, то для двух равных по диаметру реторт зависимость периода пиролиза от диаметра реторты выразится уравнением

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^n \quad (6)$$

Результаты опытов, полученные на большой и малой ретортах (τ_1 и τ_2), и расчетные величины, вычисленные по уравнениям (5) и (6), представлены в табл. 1, из данных которой видно, что значение K постоянно для каждого класса крупности коры. Величины показателя степени n у всех классов несколько различны, однако для инженерных расчетов его среднее значение можно принять равным 1,18.

Величины K были определены для нескольких уровней влажности коры и различных конечных температур пиролиза.

Таблица 1

Крупность, мм	Большая реторта ($R_1=0,175$ м)		Малая реторта ($R_2=0,125$ м)		
	τ_1 , час	K_1	τ_2 , час	K_2	n
0—2	5,5	41,7	3,75	42,0	1,16
2—5	5,08	40,0	3,42	39,8	1,18
5—10	4,58	33,5	3,12	33,4	1,14
10—25	4,0	30,4	2,7	30,4	1,16
25—40	3,46	26,2	2,33	26,2	1,16
40—80	4,03	32,2	3,75	32,0	1,18

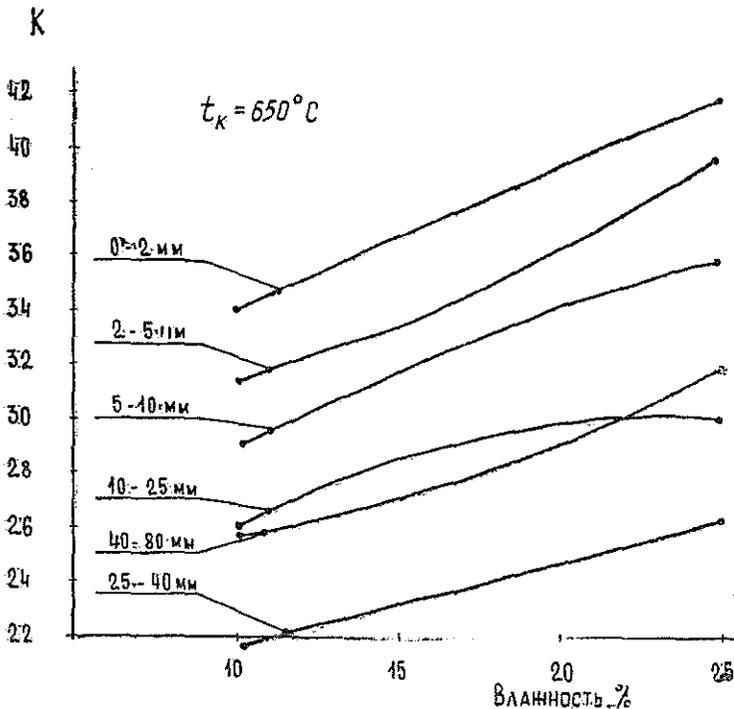


Рис. 1

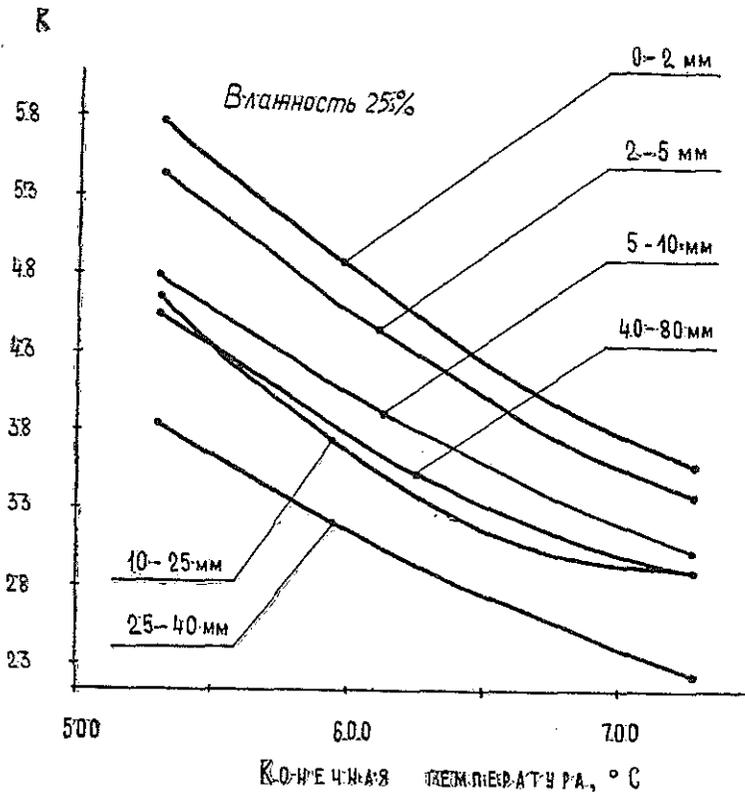


Рис. 2.

На рис. 1 и 2 представлены графики зависимости K для дробленой коры от влажности коры и конечной температуры пиролиза. Пользуясь приведенными графиками и уравнением (5), можно вычислить продолжительность пиролиза коры при различных условиях.

Предлагаемые в статье значения K , n и формулу (5) можно использовать для приближенных расчетов и в случае пиролиза древесины.

Пример расчета продолжительности пиролиза коры. Определяем продолжительность пиролиза коры влажностью 25% с размерами частиц 25—40 мм в реторте диаметром 1,8 м при конечной температуре пиролиза 650°C.

$$K = 26,2, \quad n = 1,18 \text{ (табл. 1), } R = 0,9 \text{ м;}$$

$$\tau = 26,2 \cdot 0,9^{1,18},$$

$$\lg \tau = \lg 26,2 + 1,18 \lg 0,9 = 1,364;$$

$$\tau = 23 \text{ часа.}$$

Таким образом, изучена динамика поля температур при слоевом пиролизе дисперсной коры в ретортах различных диаметров и установлена следующая зависимость периода пиролиза от диаметра реторты:

$$\tau = K \cdot R^n.$$

В инженерных расчетах показатель степени n в предлагаемой формуле независимо от крупности сырья может быть принят равным 1,18.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. В. Вирозуб. «Химия твердого топлива» № 7, 1936, стр. 664. [2]. Я. О. Габинский. «Кокс и химия» № 1, 1931, стр. 33. [3]. П. И. Куперман. Сталь, 1952, стр. 755. [4]. Б. И. Кустов. Сталь, № 12, 1951, стр. 1063; А. С. Кваша, там же, стр. 1071. [5]. Э. Д. Левин, В. С. Петров. «Гидролизная и лесохимическая промышленность», № 3, 1969. [6]. Л. Лекко. Коксовые печи. ГНТИ Украины, 1933. [7]. Д. М. Лисин. «Кокс и химия», № 12, 1958, стр. 18. [8]. А. В. Лыков. Теория теплопроводности. Изд-во «Высшая школа», М., 1967. [9]. А. М. Миросниченко, Б. И. Кустов. «Кокс и химия», № 2, 3, 1938, стр. 54. [10]. А. И. Пехович, В. М. Жидких. Расчеты теплового режима твердых тел. «Энергия», 1968.

Поступила 14 апреля 1971 г.

УДК 547.724.1 + 668.545

О МЕЖМОЛЕКУЛЯРНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ФУРФУРОЛА С ФЕНОЛОМ И НИТРОФЕНОЛАМИ

И. М. БОХОВКИН, Б. К. СЕМЕНОВ

Архангельский лесотехнический институт

Физико-химическое исследование фурфурола с фенолом и нитрофенолами методами определения плавкости, вязкости, плотности, удельной электропроводности проведено в нашей работе [3]. Было установлено, что фурфурол с фенолом образуют в твердой фазе инконгруэнтно плавящееся соединение состава $C_5H_4O_2 \cdot C_6H_5OH$, и в области, близкой к эквимолекулярному составу, наблюдалось стеклообразование.

В системе фурфурол — о-нитрофенол не было обнаружено соединения ни в твердой, ни в жидкой фазах. Система фурфурол — м-нитрофенол характеризуется инконгруэнтно плавящимся соединением состава $C_5H_4O_2 \cdot m-O_2NC_6H_4OH$, а в системе фурфурол — п-нитрофенол обнаружено два инконгруэнтно плавящихся соединения состава $2C_5H_4O_2 \cdot p-O_2NC_6H_4OH$ и $C_5H_4O_2 \cdot p-O_2NC_6H_4OH$.

Изучение жидкой гомогенной фазы показало, что соединения фурфурола с фенолом, м- и п-нитрофенолом проявляются в незначительной степени.

В статьях [4]—[7] представлены данные по исследованию устойчивости комплексов фурфурола с нитрофенолами, а в работе [2] изучена устойчивость комплекса фурфурола с фенолом. При этом было установлено, что способность к взаимодействию фурфурола с фенолом и с нитрофенолами возрастает в направлении о-нитрофенол, фенол, м- и п-нитрофенол. Полагая, что в бинарных системах фурфурола с фенолом и нитрофенолами может проявиться водородная связь, представляло интерес изучить их ИК спектры.

В настоящей работе представлены ИК спектры бинарных систем фурфурола с фенолом, о-, м- и п-нитрофенолами в области частот $1500-1800\text{ см}^{-1}$ и $3000-3600\text{ см}^{-1}$, где находятся полосы поглощения валентных колебаний групп $C=O$ и $O-H$, так как частоты этих полос испытывают смещения вследствие образования водородной связи при ассоциации молекул. ИК спектры получали на спектрофотометре UR-20.

Способы очистки и константы исходных веществ приведены в работе [3]. Образцы готовили в виде взвеси в вазелиновом масле. ИК спектры смесей для систем фурфурол — фенол и фурфурол — о-нитрофенол записывали при температуре 45° , а для систем фурфу-

рол — м-нитрофенол и фурфурол — п-нитрофенол — при 100°. Отнесение частот колебаний фурфурола проводили по работам [1], [9], [11], а фенола и нитрофенолов — по [8], [10].

Система фурфурол — фенол (рис. 1). Для изучения взаимодействия в системе сняты спектры чистых фурфурола и фенола и четырех их смесей. Анализ показал, что в области 1500—1800 см^{-1} , где находится дублетная полоса валентных колебаний $\text{C}=\text{O}$ фурфурола с частотами $\nu_1 = 1675$ и $\nu_2 = 1693$ см^{-1} , происходят изменения в спектре. С увеличением молярного содержания фенола в смесях интенсивность этой полосы уменьшается и рядом с ней появляется новая полоса с частотой 1667 см^{-1} , что указывает на участие кислорода $\text{C}=\text{O}$ группы фурфурола в водородной связи.

В области 3000—3600 см^{-1} , где находится полоса валентных колебаний OH фенола, заметного смещения полосы с увеличением молярного содержания фурфурола не наблюдается. Молекулы фенола в жидкой фазе находятся в состоянии ассоциации и, так как с прибавлением фурфурола заметного смещения полосы OH валентных колебаний не наблюдается, можно предполагать, что взаимодействие кислорода карбонильной группы с водородом OH группы происходит без разрушения полимерных ассоциатов фенола.

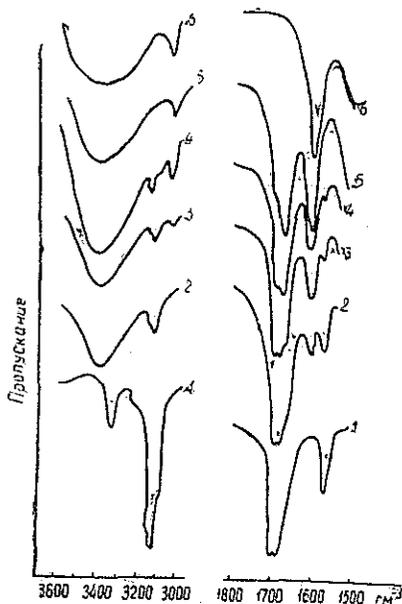


Рис. 1. ИК спектры системы фурфурол — фенол (жидкая фаза).

1 — фурфурол; 2 — содержание фенола 20 мол.%; 3 — 40; 4 — 50; 5 — 80 мол.%; 6 — фенол.

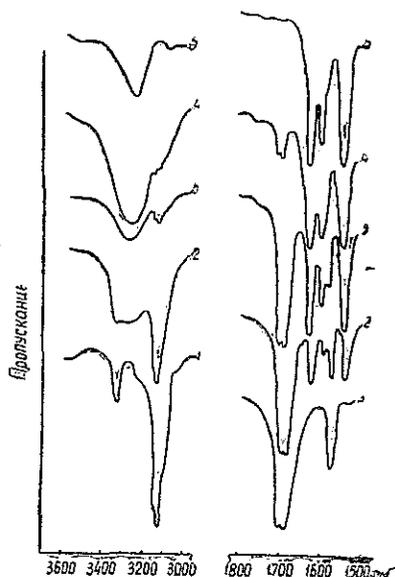


Рис. 2. ИК спектры системы фурфурол — о-нитрофенол (жидкая фаза).

1 — фурфурол; 2 — содержание о-нитрофенола 20 мол.%; 3 — 50; 4 — 80 мол.%; 5 — о-нитрофенол.

Система фурфурол — о-нитрофенол (рис. 2). Исследовали спектры чистых фурфурола и о-нитрофенола и трех их смесей. Сопоставление спектров смесей со спектрами чистых фурфурола и о-нитрофенола не позволяет сделать каких-либо заключений о комплексобразовании. В области карбонильного поглощения с увеличением concentra-

ции фенола дублетная полоса валентных колебаний фурфурола с частотами $\nu_1 = 1675$ и $\nu_2 = 1693$ см^{-1} не испытывает смещения и лишь уменьшается по интенсивности. Не наблюдается существенных изменений и в области валентных колебаний ОН и NO_2 групп о-нитрофенола.

Система фурфурол — м-нитрофенол (рис. 3). ИК спектры сняты для чистых фурфурола и м-нитрофенола и четырех их смесей. Спектры показывают, что с увеличением молярной доли м-нитрофенола наряду с дублетной полосой валентных колебаний $\text{C}=\text{O}$ фурфурола постепенно появляется новая полоса с меньшей частотой, и в спектре смеси 50 мол. % фурфурола + 50 мол. % м-нитрофенола она явно выражена и имеет частоту 1665 см^{-1} . Изменения происходят и в области валентных колебаний ОН м-нитрофенола. С увеличением молярного содержания фурфурола полоса валентных колебаний ОН м-нитрофенола при 3500 см^{-1} постепенно смещается в сторону меньших частот, и в спектре комплекса 50 мол. % фурфурола + 50 мол. % м-нитрофенола она имеет частоту 3400 см^{-1} . Смещение в сторону меньших частот составляет 100 см^{-1} .

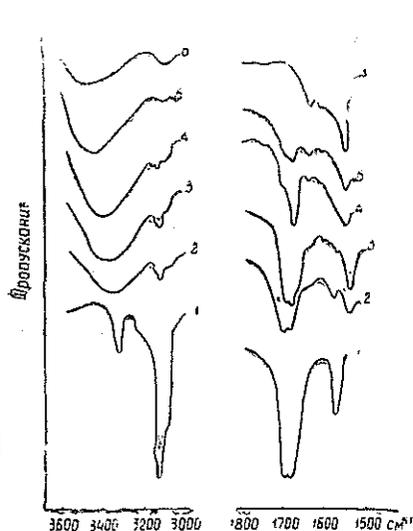


Рис. 3. ИК спектры системы фурфурол — м-нитрофенол (жидкая фаза).

1 — фурфурол; 2 — содержание м-нитрофенола 20 мол.%; 3 — 40; 4 — 50; 5 — 80 мол.%; 6 — м-нитрофенол.

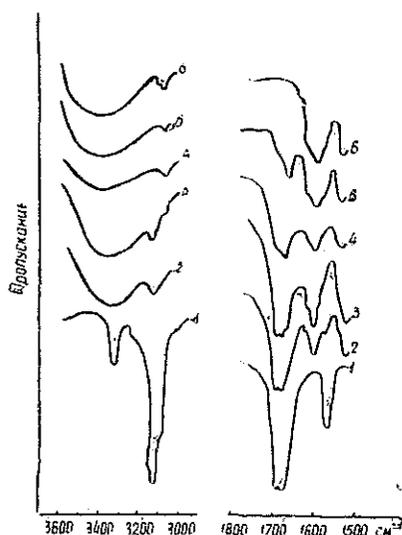


Рис. 4. ИК спектры системы фурфурол — п-нитрофенол (жидкая фаза).

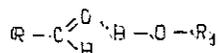
1 — фурфурол; 2 — содержание п-нитрофенола 20 мол.%; 3 — 33; 4 — 50; 5 — 80 мол.%; 6 — п-нитрофенол.

Система фурфурол — п-нитрофенол (рис. 4). Были исследованы спектры чистых фурфурола и п-нитрофенола и четырех их смесей. Изменения в характере этих спектров примерно одинаковы с изменениями в системе фурфурол — м-нитрофенол. С увеличением молярной доли п-нитрофенола в области 1600—1700 см^{-1} наряду с дублетной полосой валентных колебаний $\text{C}=\text{O}$ фурфурола появляется новая полоса с меньшей частотой, и в смеси 50 мол. % фурфурола + 50 мол. % п-нитрофенола она явно выражена и имеет частоту 1663 см^{-1} . Для смеси 67 мол. % фурфурола + 33 мол. % п-нитрофенола появляется лишь плечо полосы. По-видимому, только в процессе кристаллизации

образуется комплекс состава 2:1. Полоса валентных колебаний ОН п-нитрофенола (частота колебаний 3420 см^{-1}) смещается в сторону меньших частот с увеличением молярного содержания фурфурола до 3340 см^{-1} . Смещение в сторону меньших частот составляет 80 см^{-1} .

В области валентных колебаний нитрогрупп в системе фурфурол—п-нитрофенол и в системе фурфурол—м-нитрофенол существенных изменений не происходит.

Следовательно, в жидкой фазе фурфурол с о-нитрофенолом не образует комплексов. Это подтверждается и физико-химическим анализом [3]. По-видимому, о-нитрофенол инертен из-за наличия в нем сильной внутримолекулярной водородной связи [11]. С фенолом, м- и п-нитрофенолом фурфурол образует комплексы в жидкой фазе состава 1:1. Строение комплексов можно представить следующей схемой:



В системах фурфурола с фенолом, м- и п-нитрофенолом рядом с полосой валентных колебаний свободных карбонильных групп фурфурола в ИК спектрах появляется новая полоса комплекса, в то же время полоса валентных колебаний свободных карбонильных групп не исчезает, а лишь уменьшается ее интенсивность. Это указывает на идущие одновременно процессы ассоциации и диссоциации в жидкой фазе.

Равновесный процесс диссоциации и ассоциации можно представить схемой



Выводы

1. Изучены ИК спектры бинарных систем фурфурола с фенолом, о-, м- и п-нитрофенолами в области частот $1500-1800 \text{ см}^{-1}$ и $3000-3600 \text{ см}^{-1}$.

2. Установлено, что фурфурол образует комплексы в жидкой фазе с фенолом, м- и п-нитрофенолами по типу водородной связи $\text{C}=\text{O} \cdots \text{HO}$, а с о-нитрофенолом не образует комплекса.

3. Представлена схема строения комплексов фурфурола с фенолом, м- и п-нитрофенолами, исходя из наличия существования водородной связи.

4. В изученных системах сопоставлены данные физико-химического анализа и колебательных спектров. Выявленные на диаграммах состав—свойства соединения в твердой и жидкой фазах бинарных систем фурфурола с фенолом, м- и п-нитрофенолами подтвердились на ИК спектрах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Н. Багаев. ЖПХ 41, № 10, 1968, 2287—2292. [2]. И. М. Боховкин, Е. О. Витман. ЖОХ, 36, 1966, 573. [3]. И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1969, 100—105. [4]. И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1970, 108—111. [5]. И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1970, 96—100. [6]. И. М. Бохов-

жин, Б. К. Семенов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1971. [7]. И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. ЖОХ, 41, 1971, 959—962. [8]. Дж. Пиментел, О. Мак-Клеллан. Водородная связь. Изд. «Мир», 1964. [9]. Ю. И. Холькин, Л. С. Соловьев, А. В. Финкельштейн, Ю. С. Филиппчук. Спектроскопия. «Наука», М., 1964, 120—128. [10]. Dabrowska Urszula, Urbanski Tadeusz. Roczniki chemii Anni. Soc. chim, Polonomum, 37, 1963, 805—817. [11]. Suetaka Wataru. Gazz chim. itall. 86, № 8—9, 1956, 383—796.

Поступила 26 февраля 1971 г

УДК 634.0.813:43

О ВЗАИМОСВЯЗИ ПРОЦЕССОВ НАБУХАНИЯ И РАСТВОРЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В РАСТВОРАХ ЕДКОГО НАТРИЯ

В. И. ШАРКОВ, С. И. СУВорова

Ленинградская лесотехническая академия

Процессам набухания и растворения целлюлозы в растворах едкого натрия посвящено большое количество работ. Тем не менее в этой области имеется еще много нерешенных вопросов. В частности, не выяснен окончательно вопрос о взаимосвязи процессов набухания и растворения целлюлозы. Настоящая работа посвящена систематическому исследованию этих процессов и установлению связи между ними.

Известно, что степень набухания и растворимость целлюлозы изменяются с увеличением содержания едкого натрия в мерсеризованных растворах. Многие исследователи [1], [3], [4], [5] наблюдали максимум набухания отдельного волокна хлопковой целлюлозы (при комнатной температуре) в 18%-ном NaOH, то есть в растворе с концентрацией, соответствующей образованию щелочной целлюлозы, характеризующейся изменением рентгенограммы. Максимум же растворимости различных целлюлоз, в том числе и хлопковой, по данным ряда исследователей [2], лежит в области 10—12%-ного NaOH, то есть при концентрациях, не вызывающих образования щелочной целлюлозы.

Набухание полимера — это первая стадия его растворения. Несовпадение максимумов набухания и растворимости целлюлозы в щелочных растворах вызывает недоумение. Поэтому для установления зависимости между процессами набухания и растворения целлюлозы решено было уточнить местонахождение максимумов набухания отдельного волокна, набухания целлюлозного листа и растворимости целлюлозы.

Экспериментальная часть

Для изучения брали еловую сульфитную беленую целлюлозу для бумаг и хлопковую целлюлозу (в виде гигроскопической ваты). Изменяющиеся параметры мерсеризации — концентрация щелочных растворов и температура. Постоянными оставались модуль (1:25), продолжительность обработки (60 мин) и условия перемешивания.

Степень набухания отдельного целлюлозного волокна контролировали по изменению его толщины, которую определяли с помощью ланометра FM-02 марки 2-12-1/T (производство Венгерской Народной Республики); для получения средней величины производили 50—300 измерений при увеличении в 500 раз. Степень набухания целлюлозного листа контролировали по изменению его толщины, длины и ширины. Степень растворения целлюлозы, условно называемую «растворимостью», определяли по величине целлюлозного остатка после щелочной обработки, его промывки и сушки.

Влияние концентрации едкого натрия на набухание отдельного волокна и растворимость целлюлозы показано на рис. 1, из которого видно, что максимум набухания отдельного волокна при 20°C соответствует 14 г/100 мл NaOH для хлопка (кривая 1) и 12 г/100 мл

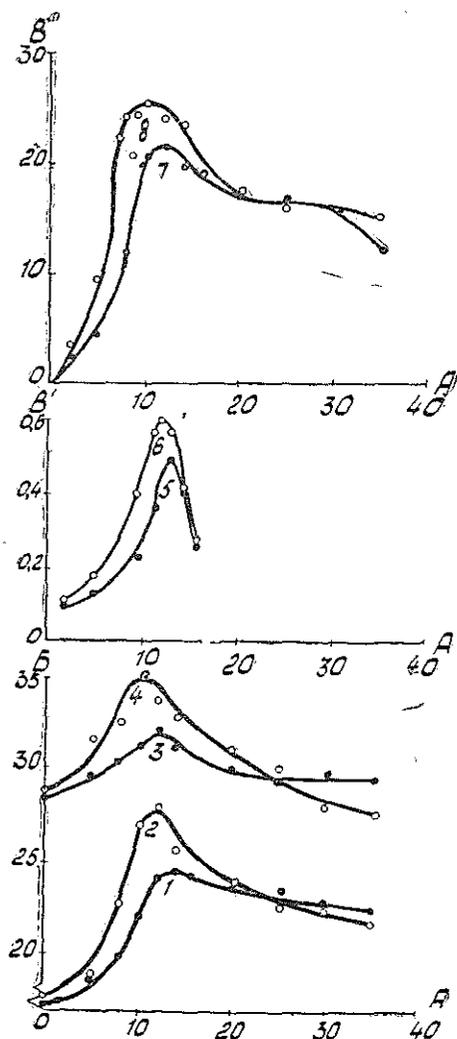


Рис. 1.

1 — концентрация NaOH, г/100 мл; B — толщина волокна, мк; B' и B'' — растворимость, %; 1 — изменение толщины хлопкового волокна при 20°C; 2 — то же при 0°C; 3 — изменение толщины волокна сульфитной целлюлозы при 20°C; 4 — то же при 0°C; 5 — изменение растворимости хлопка при 20°C; 6 — то же при 0°C; 7 — изменение растворимости сульфитной целлюлозы при 20°C; 8 — то же при 0°C.

NaOH для сульфитной целлюлозы (кривая 3). Эти концентрации гораздо ниже тех, которые указывались ранее другими исследователями. Видимо, применение более совершенной аппаратуры (ланометра) позволило уточнить местонахождение максимумов набухания. Максимумы растворимости этих целлюлоз наблюдались в растворах с тем же самым содержанием едкого натра (кривые 5 и 7). На основании этого сделан вывод о соответствии максимумов набухания отдельного волокна и растворимости целлюлозы одной и той же концентрации щелочи. Этот вывод подтвержден результатами изучения влияния температуры обработки на процессы набухания и растворения целлюлозы (кривые 2 и 6, а также 4 и 8).

Влияние концентрации едкого натрия на набухание листа сульфитной целлюлозы при 20°C показано на рис. 2, из которого (кривая 1) видно, что утолщение целлюлозного листа максимально в

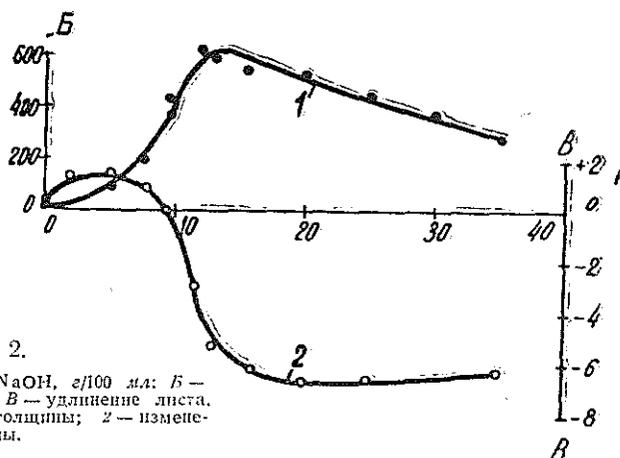


Рис. 2.

A — концентрация NaOH, г/100 мл; B — толщина листа, %; B — удлинение листа, %; 1 — изменение толщины; 2 — изменение длины.

растворе с концентрацией 12 г/100 мл NaOH. Исследование изменения длины целлюлозного образца (кривая 2) показало, что при обработке низкоконцентрированными щелочами длина его незначительно увеличивается, при обработке высококонцентрированными растворами она уменьшается. Точка пересечения кривой изменения длины целлюлозного листа с осью абсцисс (нулевая точка) соответствует приблизительно 9 г/100 мл NaOH. Укорочение имеет неярко выраженный максимум, соответствующий концентрации 20 г/100 мл NaOH.

При сопоставлении кривых 1 и 2 (рис. 2) трудно установить какую-нибудь связь между изменением толщины целлюлозного листа и изменением его длины. Максимум утолщения лежит в области концентраций едкого натрия, при которых укорочение еще весьма незначительно. Максимум же укорочения соответствует такому содержанию щелочи, при котором толщина образца уже значительно отличается от максимальной.

Корреляцию между характеристиками набухания целлюлозного листа и показателями процессов набухания отдельного волокна и растворения целлюлозы провести не удалось.

Выводы

1. Максимум набухания отдельного волокна соответствует максимальной растворимости целлюлозы и при 20°C отвечает концентрации едкого натрия, равной 12 г/100 мл для сульфитной целлюлозы и 13—14 г/100 мл для хлопка.

2. При понижении температуры мерсеризации до 0°C максимумы набухания отдельного волокна и растворения целлюлозы увеличиваются и перемещаются в сторону меньшего содержания едкого натрия, соответствуя концентрации, равной 10 г/100 мл для сульфитной целлюлозы и 12 г/100 мл для хлопка.

3. Процессы набухания отдельного волокна и растворения целлюлозы в низкоконцентрированных растворах едкого натрия симбатны.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Р. Бартунек. Химия и технология полимеров № 7, 77, 1967. [2]. Н. И. Никитин. Химия древесины и целлюлозы. М.—Л., 1962. [3]. З. А. Роговин, Н. Н. Шорыгина. Химия целлюлозы и ее спутников. Госхимиздат, 1953. [4]. В. И. Шарков. Химия вискозы. ОНТИ Химтеорет., Л., 1935. [5]. E. Heuser, R. Bartunek. Cellulosechemie. 22, 1926.

Поступила 26 мая 1971 г.

УДК 676.16.022.168

О ПОВЕДЕНИИ ЛИГНОСУЛЬФОНОВЫХ КИСЛОТ ПРИ НАГРЕВАНИИ

В. М. НИКИТИН, В. А. ДОЛМАТОВ, Т. М. КРОШИЛОВА

Ленинградская лесотехническая академия

В литературе существуют противоречивые сведения о поведении лигносульфоновых кислот при нагревании. В одних работах указывается на способность лигносульфоновых кислот образовывать твердые полимеры, обладающие сшитой структурой, причем считается, что для образования трехмерных структур не требуется сшивающих агентов или катализаторов [2]. В других работах, а их большинство, гово-

рится, что нагревание водных растворов лигносульфоновых кислот, а также лигносульфоновых кислот с сульфитной варочной кислотой или с соляной кислотой приводит к деполимеризации лигносульфоновых кислот [1], [4], [5], [6], [7].

Чтобы выяснить характер и глубину деполимеризации лигносульфоновых кислот при нагревании их водных растворов, мы использовали метод гельфилтрации.

Лигносульфовую кислоту, выделенную из сульфитного щелока Светогорского сульфитцеллюлозного завода по методу осаждения кобальтихлоридом [3], растворяли в воде и в виде 4%-ного водного раствора нагревали в стальных автоклавах при температуре 170° в течение различного времени.

Лигносульфовая кислота, выделенная из промышленного щелока, содержала 10,42% OCH_3 , 4,72% серы и 1,2% сахаров (глюкоза, манноза, ксилоза).

В табл. 1 приведены результаты нагревания лигносульфоновых кислот при температуре 170° в течение разного времени.

Таблица 1

Навеска, г	Продолжительность нагревания, мин	Количество осадка, г	Осадок, % от навески	Вязкость η
2,00 2	0	—	—	0,330
2,0 01	30	0,0010	0,055	0,414
1,9900	60	0,0020	0,100	0,288
2,0004	90	0,0043	0,210	0,264
2,0004	120	0,0055	0,260	0,200
1,9997	180	0,0055	0,275	0,118

Нагревание лигносульфоновой кислоты при 170° приводит к образованию твердых полимерных осадков, не превышающих при этой температуре 0,1—0,2% от веса взятой кислоты. Образование твердых полимеров можно объяснить тем, что лигносульфоновые кислоты, получаемые из сульфитного щелока по методу осаждения кобальтихлоридом, загрязнены полисахаридами. Это причина возникновения фурфурола или других продуктов распада сахаров, способных с лигносульфоновыми кислотами вступать в реакцию поликонденсации. Полученные осадки представляют собой полимеры линейного и сетчатого строения с разной степенью поликонденсации. Чистые лигносульфоновые кислоты, полностью лишенные полисахаридов, при температуре 170° таких осадков, вероятно, не образуют.

Растворенные в воде и не выпавшие в осадок лигносульфоновые кислоты могут представлять собой полимеры, растворимые в воде, неизменные лигносульфоновые кислоты или деструктурированные лигносульфоновые кислоты.

Настоящее исследование посвящено лигносульфовым кислотам, не выпавшим в осадок после нагревания. Задача исследования — выяснить природу процессов, протекающих при нагревании водных растворов лигносульфоновых кислот. Для этого использовали метод гельфилтрации через сефадекс марки q-100.

Водные растворы лигносульфоновых кислот, полученные после фильтрации твердого остатка, образовавшегося при нагревании водных растворов, упаривали на воздухе досуха (без нагревания). Сухие лигносульфоновые кислоты растворяли в диметилсульфоксиде с получением 4%-ного раствора, который пропускали через колонку, наполненную набухшим сефадексом. Были использованы колонки высотой 400 мм, диаметром 18 мм. Скорость истечения принимали равной 4 мл в час.

Отбор фракций производили с помощью автоматического коллектора.

Результаты гельфилтрации оформлены в виде дифференциальных кривых изменения оптической плотности в зависимости от вытекшего объема и номера фракции.

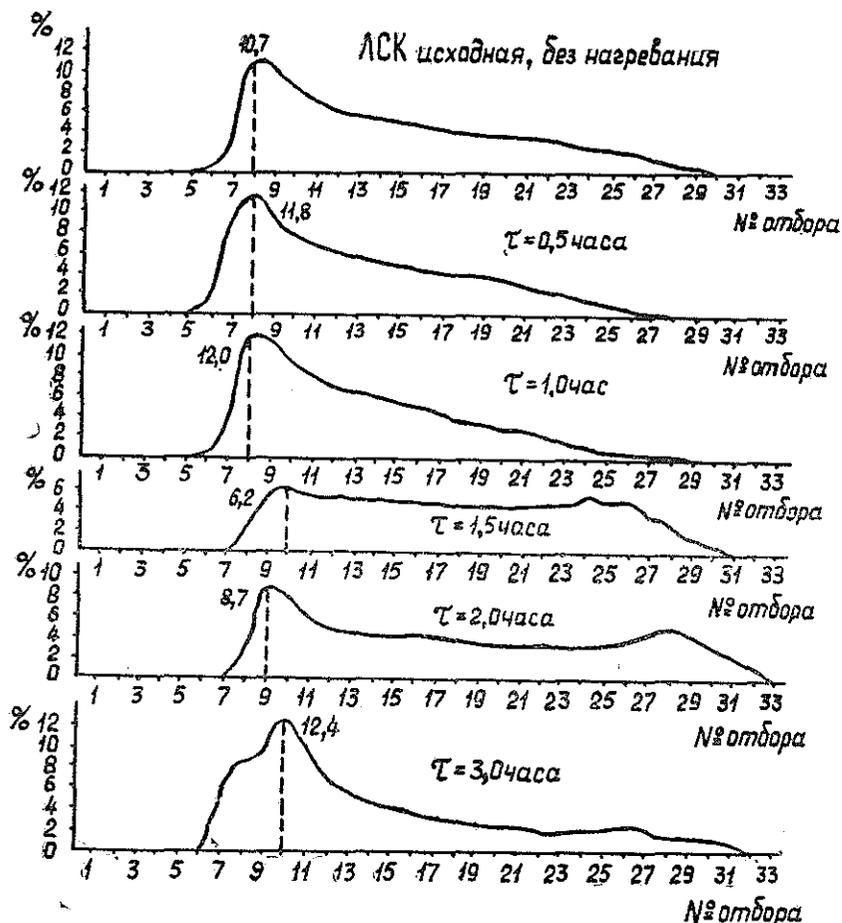


Рис. 1. Изменение кривых гельфильтрации лигносульфоновой кислоты в процессе нагревания.

Сравнение кривых дает представление о ходе процесса изменения величины молекул в процессе нагревания. Дифференциальные кривые пропорциональны кривым молекулярного равновесия и указывают, в каком направлении идет процесс, то есть в сторону увеличения или уменьшения молекулярных весов.

Кривые гельфильтрации (рис. 1) показывают изменения, протекающие с лигносульфовыми кислотами после их нагревания в течение 0,5; 1; 1,5; 2 и 3 час. При 0,5-часовом нагревании лигносульфоновой кислоты несколько повышается содержание высокомолекулярной фракции. Причина увеличения молекулярного веса в начале нагревания — присутствие углеводов (1,2%) в самой лигносульфоновой кислоте, которые и участвуют в процессе сшивки фрагментов лигносульфоновой кислоты.

По мере нагревания растворов лигносульфоновой кислоты уменьшается доля высокомолекулярных фракций и накапливаются низкомолекулярные фракции. На процесс деполимеризации указывает и падение вязкости растворов после отделения осадков.

Подтвержден процесс деполимеризации водных растворов лигносульфоновых кислот при нагревании.

Некоторое увеличение количества высокомолекулярных фракций, наблюдавшееся за первые полчаса нагревания, свидетельствует о загрязнении исходных лигносульфоновых кислот полисахаридами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Я. В. Никитин, М. Г. Элиашберг. Журн. «Бумажная промышленность» № 1, 1965, стр. 4. [2]. В. В. Сергеева, М. Н. Цыпкина. «Химия древесины» № 1. Рига, 1968, стр. 223. [3]. М. Н. Цыпкина, И. М. Балашова. ЖПХ, 23, 1959. 166. [4]. V. Felicetta, J. Mc. Carthy. J. Am. Chem. Soc. 79, 4495, 1957. [5]. D. Goring, A. Rezanovich. Canad. J. Chem. 36, 1953, 1958. [6]. W. Jean, D. Goring. Pulp and Paper. Mag. Can., T-127, 1964. [7]. A. Rezanovich, W. Jean, A. Goring. Svensk papperstidn., 66, 191, 1963.

Поступила 15 сентября 1970 г.

УДК 634.0.813

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СМОЛИСТЫХ ВЕЩЕСТВ НА ВЫДЕЛЕНИЕ СУЛЬФАТНОГО МЫЛА

Б. С. ФИЛИППОВ

Архангельский лесотехнический институт

Литературные данные о влиянии состава смолистых веществ на выделение сульфатного мыла ограничены, а имеющиеся, в основном, относятся к характеристике поведения окисленных веществ в процессе отстаивания черных щелоков. В работах Б. Д. Богомолова [1], В. Зандерманна [3] и ряда других авторов [2], [4], [9] отмечается, что выход сульфатного мыла зависит от количества окисленных веществ в сырье, которые с большим трудом выделяются из черных щелоков. Это подтверждается снижением выхода сульфатного мыла при использовании сырья после длительного хранения, сравнением состава смолистых веществ щелоков до и после отстаивания, а также сопоставлением содержания окисленных продуктов в щелоках и талловом масле [1], [2], [4], [5]. Пониженная способность продуктов окисления к коагуляции подтверждается также данными Ф. Т. Солодкого [6], который указывал на трудность отсолки окисленных смолистых веществ пневого осмола из мыльных щелоков даже крепкими растворами поваренной соли.

Известно также, что при небольшом выходе сульфатное мыло содержит преимущественно соли насыщенных жирных кислот [1], [3]. Эти данные, полученные Т. Хассельстромом при выделении жирных кислот из раствора сульфатного мыла, и данные о процессах мицеллообразования и коагуляции в растворах поверхностноактивных веществ, которыми являются и натриевые соли жирных и смоляных кислот, позволяют заключить, что увеличение содержания жирных кислот в смолистых веществах должно улучшить условия выделения сульфатного мыла.

При изучении выделения сульфатного мыла из черных щелоков отстаиванием нами [7], [8] было показано, что из смолистых компонентов наиболее полно высаливаются жирные кислоты. При этом происходит как абсолютное увеличение их содержания в смолистых веществах мыла по сравнению со смолистыми щелока, так и увеличение доли жирных кислот в кислотной части смолистых веществ сульфатного мыла. Окисленные смолистые вещества с большим трудом выде-

ляются из черных щелоков. Содержание неомыляемых веществ в смолистых щелоках и сульфатного мыла примерно одинаково. Расчеты, проведенные по результатам этих экспериментов с различными черными щелоками, показали, что коэффициент извлечения жирных кислот из упаренных черных щелоков в среднем составляет 88,4%, смоляных кислот 66,4%, неомыляемых веществ 51,4% и окисленных веществ 7,8%.

Значения коэффициентов извлечения групповых компонентов смолистых веществ, рассчитанные на состав смолистых слабых черных щелоков, полученных при лабораторных варках сульфатной целлюлозы, представлены в табл. 1. Сравнение коэффициентов извлечения сульфатного мыла, найденных экспериментально и рассчитанных по установленным значениям коэффициентов извлечения групповых компонентов, показало, что они достаточно близки. Среднее отклонение расчетной величины от практически найденной составило $\pm 3\%$, а максимальное $\pm 5\%$. Относительная ошибка не превышала 7—8%.

Таблица 1

Сырье	Количество опытов в каждой серии экспериментов	Коэффициент извлечения групповых компонентов смолистых веществ, %, отнесенный к составу смолистых слабого черного щелока			
		неомыляемые вещества	окисленные вещества	жирные кислоты	смоляные кислоты
Смеси двойной древесины	10	50,9	7,9	88,9	65,1
	4	58,9	14,4	76,6	65,6
Древесина сосны	6	59,6	8,9	81,1	62,6
	6	60,5	13,8	76,2	54,0
Среднее		56,1	10,5	82,3	62,0

Следует, однако, отметить, что оценка возможных коэффициентов извлечения сульфатного мыла и его выходов на основании коэффициентов извлечения групповых компонентов из щелоков затруднена в связи с тем, что необходимо знать составы смолистых веществ черных щелоков. Этот вопрос можно решить значительно проще, если эти коэффициенты отнести к составу смолистых веществ сырья. Чтобы установить такую зависимость, мы провели ряд опытов, по результатам которых были рассчитаны коэффициенты извлечения групповых компонентов смолистых веществ древесины. Величину коэффициентов находили как выраженное в процентах отношение количества данного группового компонента в смолистых веществах сульфатного мыла к соответствующему количеству его в смолистых веществах сырья. Результаты представлены в табл. 2, где приведенные коэффициенты являются, по сути дела, коэффициентами использования смолистых веществ древесины в рассматриваемом процессе.

Полученные в опытах коэффициенты извлечения групповых компонентов, как правило, достаточно близки, несмотря на различный характер сырья, содержание и состав смолистых веществ. Однако это справедливо лишь в том случае, когда содержание смолистых веществ в древесине не ниже 3—4%. При меньшей смолистости сырья на коэффициент извлечения сульфатного мыла и групповых компонентов существенное влияние оказывает содержание смолистых веществ в черных щелоках.

На основании данных табл. 2 для проверочных расчетов принят коэффициент извлечения жирных кислот 70%, смоляных кислот и

Таблица 2

Сырье	Количество опытов в каждой серии экспериментов	Коэффициент извлечения групповых компонентов смолистых веществ, %, отнесенный к составу смолистых веществ сырья			
		неомыляемые вещества	окисленные вещества	жирные кислоты	смоляные кислоты
Смеси хвойной древесины	4	58,6	23,0	73,4	56,5
	5	54,7	25,4	65,8	53,6
Отходы лесопиления	4	56,0	18,6	58,8	58,9
	12	56,8	18,3	72,6	54,7
Древесина сосны	5	52,5	19,6	72,7	52,5
	Среднее	55,4	20,0	69,7	54,9
Принято для расчетов		55	20	70	55

неомыляемых веществ 55% и окисленных веществ 20%. Найденные по этим значениям коэффициенты извлечения сульфатного мыла сравнивали с определенными в опытах по данным 35 сульфатных варок различных видов хвойного и смешанного сырья. Установленные расчетом величины коэффициентов извлечения сульфатного мыла были в пределах 44,6—60,6%, а определенные экспериментально — в пределах 45,0—61,5%.

Результаты сравнения приведены на рис. 1, причем увеличению порядкового номера опыта соответствует повышение расчетного коэффициента извлечения сульфатного мыла.

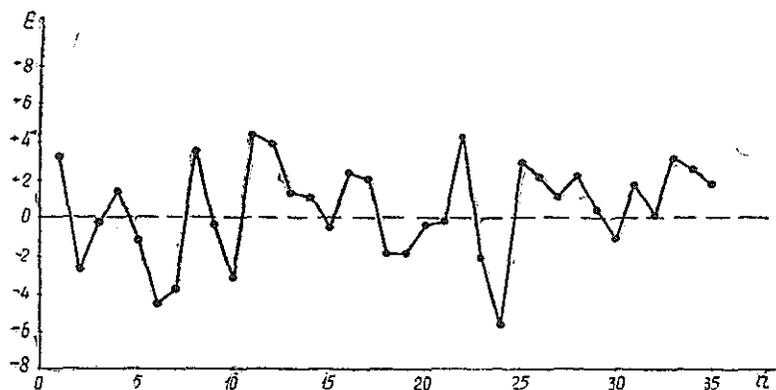


Рис. 1. График зависимости абсолютной ошибки определения коэффициента извлечения сульфатного мыла E от номера эксперимента n .

Из данных рис. 1 следует, что примерно в 45% случаев расчетная величина оказалась меньше найденной экспериментально и в 55% случаев больше ее. Средняя ошибка при расчете коэффициента извлечения сульфатного мыла составила около $\pm 2\%$ при средней относительной величине не более $\pm 5\%$, а максимальная абсолютная ошибка не превышала $\pm 5\%$. Отсюда видно, что рассчитанные и найденные в опытах коэффициенты извлечения сульфатного мыла вполне удовлетворительно совпадают.

Установленные на основании опытных данных коэффициенты извлечения групповых компонентов смолистых веществ древесины, равные 70% для жирных кислот, 55% для смоляных кислот и неомыляемых веществ и 20% для окисленных веществ, позволяют с достаточной для практических целей точностью рассчитать коэффициент извлечения сульфатного мыла при известном групповом составе смолистых веществ исходного сырья и оценить выход сульфатного мыла. Предлагаемый метод можно использовать для определения выхода сульфатного мыла при смолистости сырья не ниже 3—4%. При меньшей смолистости древесины необходимо учитывать влияние содержания смолистых веществ в черных щелоках перед отстаиванием.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства. Гослесбумиздат, М., 1962. [2]. А. Я. Гольдштейн. Обобщение опыта сбора и переработки сульфатного мыла. Л., 1956. [3]. В. Зандерманн. Природные смолы, скипидары, талловое масло. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964. [4]. С. К. Кахила. Влияние условий и продолжительности хранения сосновой древесины на качество и количество химических продуктов, получаемых при ее сульфатной варке. Журн. «Химическая переработка древесины» № 10, 1965. [5]. А. Я. Плотников. Получение таллового масла методом флотации. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 1, 1962. [6]. Ф. Т. Солодкий. Причины загара канифольного мыла и данные к характеристике отдельных частей канифоли. Журн. «Лесохимическая промышленность» № 7, 1934. [7]. Б. С. Филиппов, А. Е. Соснин. Использование стволового осмола в сульфат-целлюлозном производстве. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1963. [8]. Б. С. Филиппов. О выделении сульфатного мыла из черных щелоков. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1964. [9]. В. Д. Худовеков. Сульфатное мыло и талловое масло (получение и переработка). Гослесбумиздат, М.—Л., 1952.

Поступила 18 декабря 1970 г.

УДК 674.032.16

ИССЛЕДОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ СОСНОВОГО СУХОСТОЯ

А. П. МАТЮШКИНА, М. И. АГЕЕВА

Институт леса Карельского филиала АН СССР

По данным Института леса в Карелии на каждом гектаре лесных площадей имеется 15—60 м³ сухостоя, что составляет 10—30% запасов древесины. Древесина сухостойных деревьев поражена заболонной и периферической комлевой гнилью (79% стволов), внутренней напенной гнилью (55%). На всех без исключения стволах сухостоя имеются трещины, края которых бывают загнившими. Заболонь сухостоя имеет синеву, часто со следами гнили*.

В настоящее время древесина сухостойных деревьев используется только как топливо. Наша задача заключалась в изучении химического состава древесины соснового сухостоя и происходящих в нем изменений в зависимости от продолжительности пребывания дерева в усохшем виде и от типа образовавшейся в нем гнили.

Образцы деревьев были отобраны в Пеломозерском лесопункте Кондопожского леспромхоза. Древесина, пораженная гнилью, в отдельных деревьях занимает от 4 до 31% площади торца. Гниль встре-

* А. А. Иванчиков. Отчет по теме «Лесоводственная оценка и экономическое обоснование выборочных рубок в сосняках северной Карелии». Институт леса КФ АН СССР, 1969.

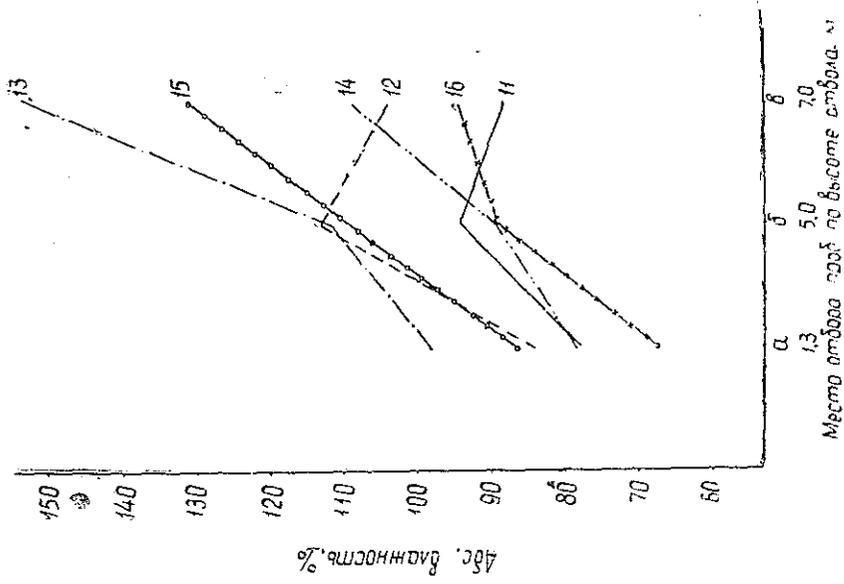


Рис. 2. Изменение влажности в стволе растущего дерева.
11-16 — номера деревьев.

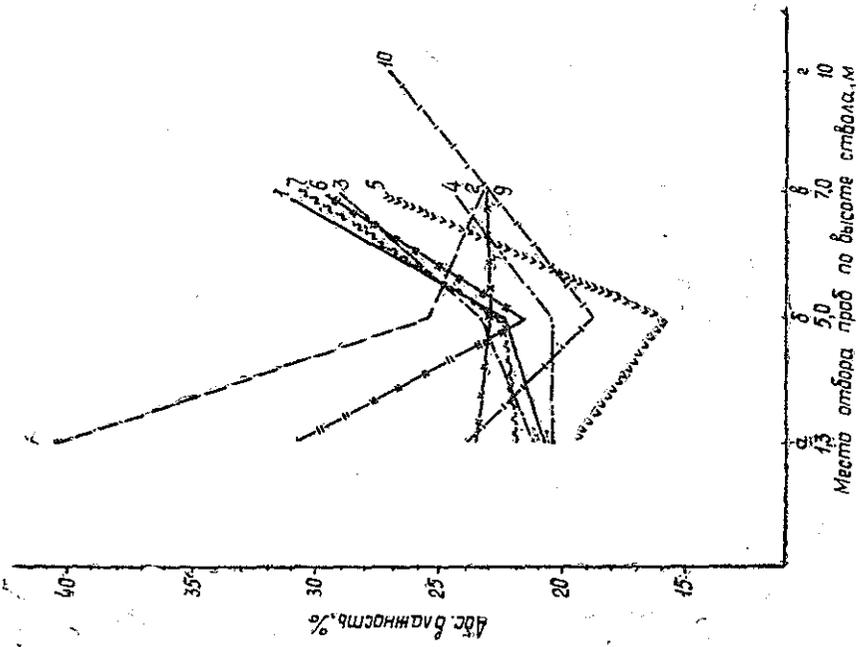


Рис. 1. Изменение влажности в стволе сухостойного дерева.
1-10 — номера деревьев.

чается не только в комлевой части, но и по высоте ствола. Средняя часть ствола (б) сухостойного дерева сосны поражена гнилью меньше, чем комлевая (а) и вершинная (в). Такая же закономерность наблюдается в содержании влаги в различных частях ствола по высоте, что видно из рис. 1 и 2. Средняя часть ствола более сухая, чем комлевая и вершинная.

В здоровых растущих деревьях количество влаги нарастает вверх по стволу ($a = 82,5\%$; $b = 100,8\%$; $v = 114,4\%$), средняя абсолютная величина $99,2\%$. На уровне 1,3 м во всех образцах сухостойных деревьев нет различия по содержанию влаги в ядре и заболони ($24,5—24,4\%$), тогда как в растущем дереве абсолютная влажность ядра составляет 33% , а заболони $120,8\%$.

По высоте ствола каждого дерева на уровнях 1,3; 5,0 и 7,0 м отобраны образцы древесины в виде шайб, из которых составлены средние пробы для каждого уровня в виде опилок по торцовому срезу. Для анализа использовали фракцию опилок, оставшуюся на сите $0,5$ мм. Химический состав определен по общепринятым методам и ГОСТам. За результат принимали среднеарифметические данные из двух определений.

Результаты сравнительных анализов химического состава сухостойной и растущей древесины в зависимости от места отбора проб по высоте ствола представлены в табл. 1.

Таблица 1

Компоненты древесины	Количество компонентов, % к абс. сухому веществу, при высоте отбора проб, м		
	1,3 (а)	5,0 (б)	7,0 (в)
Целлюлоза	50,5	50,1	48,2
	<u>52,9</u>	<u>52,5</u>	<u>50,1</u>
Пентозаны	9,0	10,3	10,6
	<u>9,5</u>	<u>9,7</u>	<u>10,1</u>
Пентозаны в целлюлозе . . .	4,5	4,8	5,1
	<u>4,7</u>	<u>4,7</u>	<u>4,1</u>
Лигнин	28,3	28,6	28,6
	<u>27,0</u>	<u>27,3</u>	<u>27,0</u>
Растворимые в горячей воде	3,9	3,4	5,1
	<u>2,8</u>	<u>3,3</u>	<u>3,3</u>
Смолистые	3,1	2,4	2,7
	<u>2,9</u>	<u>2,8</u>	<u>4,3</u>
Растворимые в 1%-ной щелочи	15,7	14,0	16,1
	<u>12,5</u>	<u>12,9</u>	<u>15,3</u>
Зольность	0,211	0,278	0,288
	<u>0,233</u>	<u>0,266</u>	<u>0,406</u>

Примечание. В числителе данные для сухостойных деревьев, в знаменателе — для растущих.

Как в сухостойных, так и в растущих деревьях содержание целлюлозы в древесине снижается в направлении от комля к вершине, а количество пентозанов и веществ, растворимых в горячей воде и щелочи, повышается к вершине.

Различия химического состава древесины сухостойных и свежесрубленных растущих сосновых деревьев состоят, главным образом,

в разном содержании веществ, растворимых в горячей воде и в растворах щелочи; в сухостое этих веществ больше.

Время образования сухостоя и продолжительность его стояния в усохшем виде определены по методике, основанной на дендрохронологической характеристике древостоев. Результаты анализов проб, отобранных на уровне 1,3 м, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Продолжительность усыхания, лет	Химический состав, % к абс. сухой древесине								рН водного экстракта
	целлюлоза без пентозанов	пентозаны	пентозаны в целлюлозе	лигнин	зола	экстрагируемые вещества			
						горячей водой	1%-ной щелочью	эфиром	

Сухостойные деревья

1	45,1	10,5	4,4	26,5	0,208	2,3	11,5	5,6	5,02
20	44,0	9,3	4,3	25,5	0,379	3,5	14,8	7,9	4,61
30	45,3	9,8	5,1	26,8	0,260	2,4	13,1	4,4	4,17
40	44,1	10,4	5,1	27,8	0,228	2,4	15,9	4,7	4,39
50	43,0	10,2	5,7	25,7	0,226	4,2	14,6	8,0	4,40
60	42,5	8,8	4,7	26,3	0,334	4,6	16,9	10,2	4,50
70	44,2	8,8	4,3	26,9	0,259	4,4	11,8	4,5	4,57
80	46,2	9,7	5,1	27,6	0,213	3,8	12,1	3,4	4,79
86	45,1	8,6	4,7	25,9	0,219	4,9	15,4	5,1	4,00
100	39,3	10,5	5,3	25,4	0,363	6,6	21,7	12,8	4,22

Растущие деревья

0	49,4	9,8	4,4	27,1	0,268	3,1	10,4	3,3	0,6
---	------	-----	-----	------	-------	-----	------	-----	-----

Чем дольше стоит дерево, тем больше в нем образуется растворимых веществ, но точную зависимость установить трудно, так как деревья повреждены разного вида гнилями.

Косвенным показателем степени разрушения древесины может служить рН водного экстракта. Для растущего здорового дерева рН находится в пределах 5,5—6,0; для сухостоя—4,0—5,0; в заболони ствола, сильно пораженной гнилями, рН = 3,7—3,8.

Учитывая, что разного вида гниль по-разному меняет химический состав древесины, мы изучили влияние синевы и коррозийной гнили (с примесью деструктивной) на химический состав сухостоя сосны.

Таблица 3

Зона взятия образца древесины	Химический состав древесины, %						
	целлюлоза без пентозанов	пентозаны	лигнин	зола	вещества, растворимые в		
					горячей воде	1%-ной щелочи	эфире

Растущие деревья

Ядро	45,1	10,4	27,5	0,198	3,2	12,9	3,3
Заболонь	52,1	8,7	26,3	0,194	2,4	11,8	2,7

Сухостой, пораженный синевой

Ядро	45,9	9,9	28,7	0,218	2,5	12,1	3,5
Заболонь	50,1	10,1	27,4	0,284	2,8	11,7	2,6

Сухостой, пораженный гнилью

Ядро	46,3	9,5	28,9	0,240	3,3	15,1	3,5
Заболонь	45,1	8,8	31,4	0,413	10,1	30,7	1,8

В сухостое сосны гниль сосредоточена, главным образом, в заболони, поэтому образцы были отобраны от ядровой части ствола и заболони. Результаты приведены в табл. 3.

По химическому составу ядровая часть сухостоя не отличается от ядровой части растущей древесины. Присутствие синевы в заболони практически не оказывает влияния на химический состав, а гниль коррозионная (с примесью деструктивной) вносит значительные изменения, зависящие как от вида гнили, так и от степени поражения ею. В наших опытах содержание веществ, растворимых в горячей воде, в сухостое с гнилью в четыре раза выше, чем в растущем дереве; количество веществ, растворимых в 1%-ной щелочи, в 2,6 раза больше, минеральных веществ — в 2 раза больше. Наблюдается более высокое содержание лигнина.

При использовании сухостоя сосны, пораженного гнилью, в производстве сульфатной целлюлозы значительная часть древесины переходит в раствор щелока; выход целлюлозы низкий. Присутствие гнили в сырье для целлюлозно-бумажного производства вредно, так как повышает удельные нормы расхода древесины и содопродуктов. В таком случае древесину необходимо облагораживать, удаляя из нее гниль.

Поступила 12 апреля 1971 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 621.317

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ ШТОРОЧНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ДИАМЕТРОВ БРЕВЕН

Н. Г. ШТОЛЬЦЕР

Ленинградская лесотехническая академия

В данной статье рассматривается влияние конструкции измерителей и их размеров на величину ошибки, возникающей при измерении диаметра бревна относительно оси симметрии измерителя. Рассмотрены две системы измерителей — с суммированием углов поворота шторок и с относительным смещением тяг, моделирующим раздвижение концов шторок; в обеих системах измерение осуществляется при контакте концов шторок с поверхностью бревна.

На рис. 1, а показаны углы поворота шторок, соответствующие положениям концов шторок при симметричном расположении бревна и при его смещении на величину δ . При симметричном расположении бревна, диаметр которого d , сумма углов поворота шторок равна 2α , при смещенном $2\alpha + (\gamma'' - \gamma')$; величину ошибки ε можно определить по формуле

$$\varepsilon = (\gamma'' - \gamma') = \beta' - \beta'' - 2\beta$$

$$\text{при } \cos \beta' = \frac{H-d+2\delta}{2L}; \quad \cos \beta'' = \frac{H-d-2\delta}{2L}; \quad \cos \beta = \frac{H-d}{2L};$$

относительная ошибка

$$\varepsilon\% = \frac{\varepsilon}{2\alpha} \cdot 100\%,$$

где $2\alpha = 2\beta - 2\beta_0$;

абсолютная ошибка размера (см)

$$\lambda = d \frac{\varepsilon\%}{100}.$$

По приведенным формулам рассчитаны значения ошибок, возникающих при смещении бревна на величину $\delta = 10$ см. Полученные зависимости ошибок от диаметра бревна представлены на рис. 2.

Чтобы выявить влияние на величину ошибки размеров измерителя, расчеты выполняли для разных комбинаций двух длин шторок и двух расстояний между осями их вращения H . На рис. 1, б показана возможность конструктивной реализации уменьшенного расстояния между осями поворота шторок.

Расчеты показывают, что в конструкции измерителя с суммированием углов ошибка от смещения бревна имеет приемлемое значение только при малом расстоянии H и достаточной длине шторок L *.

* Следует отметить, что в книге Г. А. Вильке «Основы автоматизации и автоматизация производственных процессов лесопромышленных предприятий» (ч. II, изд-во «Лесная промышленность», М., 1964) формула расчета (369) дает существенно искаженные результаты.

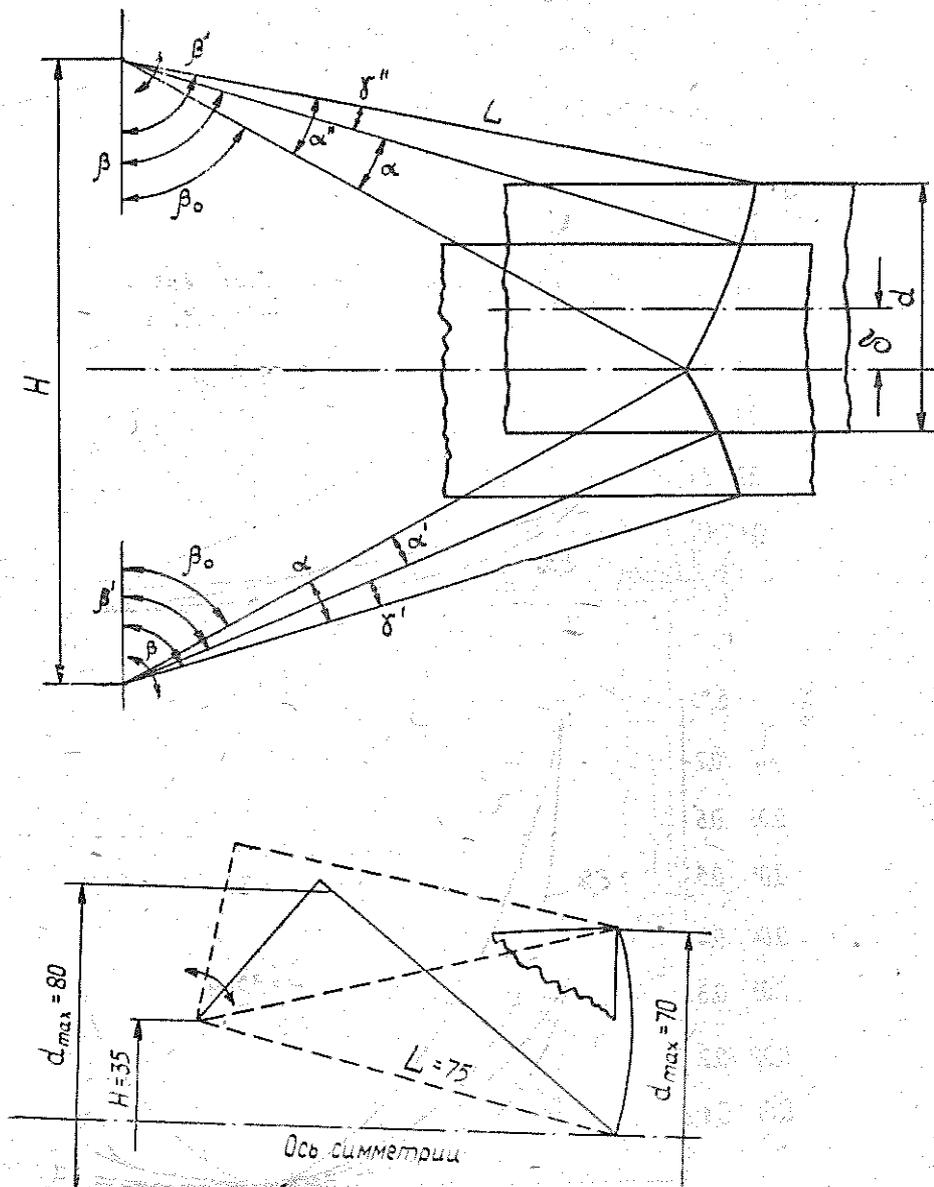


Рис. 1. Схемы изменения положения измерительных элементов при смещении оси бревна — вариант суммирования углов поворота.
 а — при расстоянии между осями $H = 80$ см; б — при $H = 35$ см.

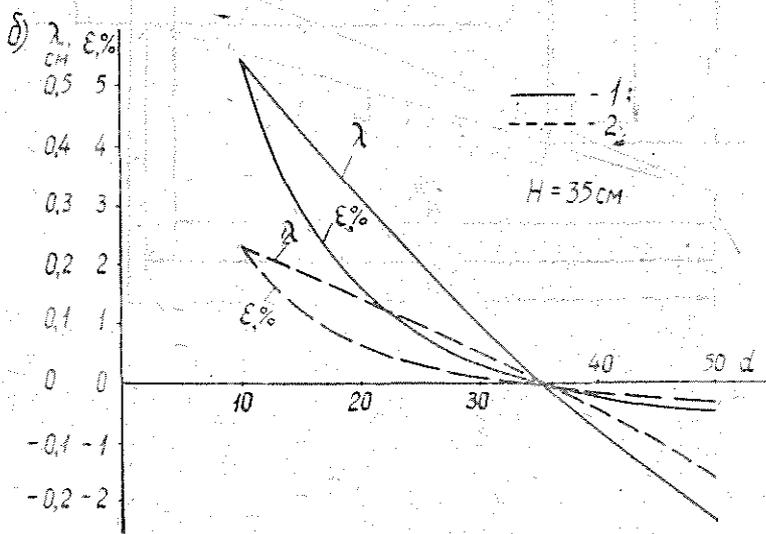
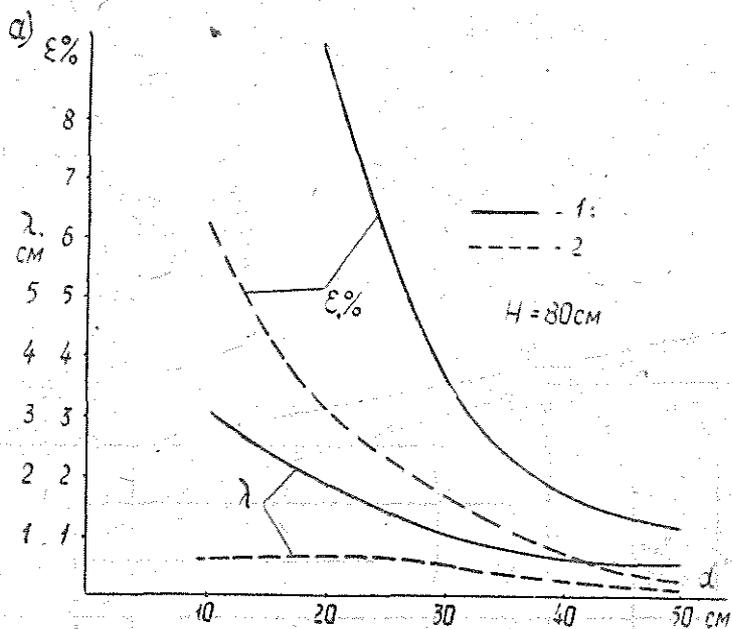


Рис. 2. Графики ошибок измерения при сложении углов поворота шторок.
1 — $L = 60 \text{ cm}$; 2 — $L = 75 \text{ cm}$.

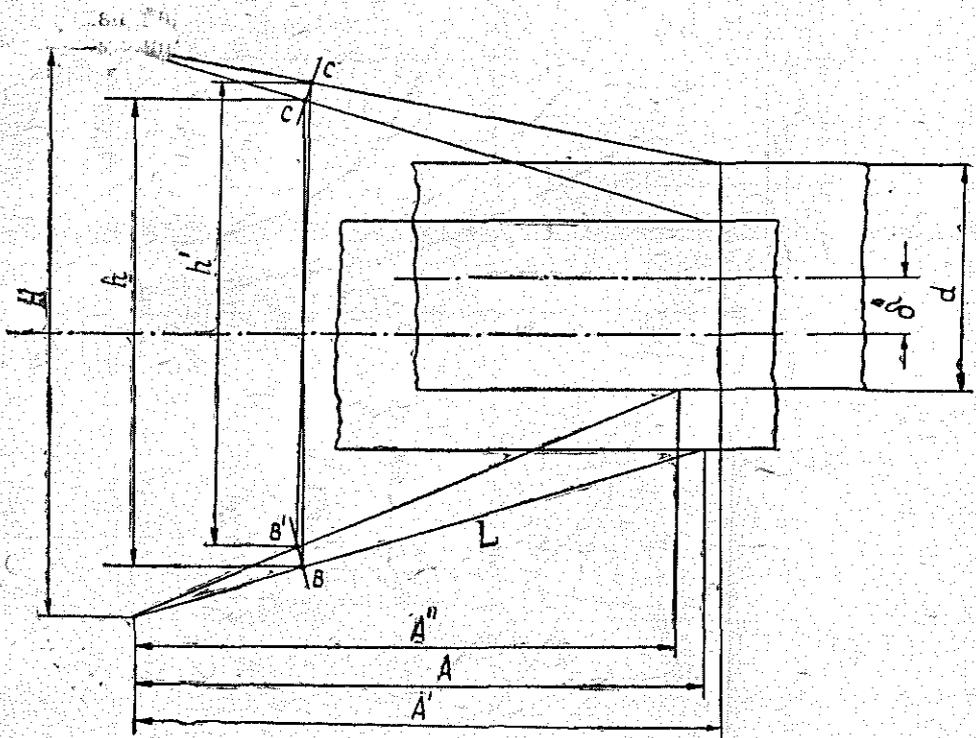


Рис. 3. Схема изменения положения измерительных элементов при смещении оси бревна — вариант моделирования размера.

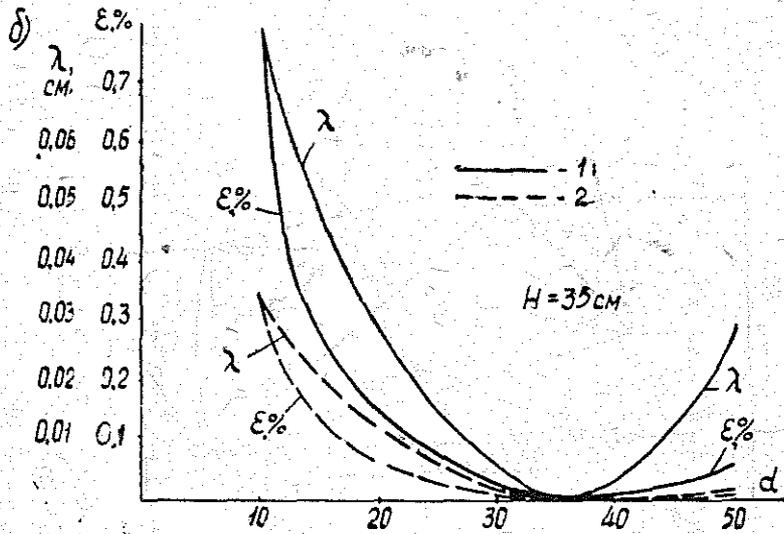
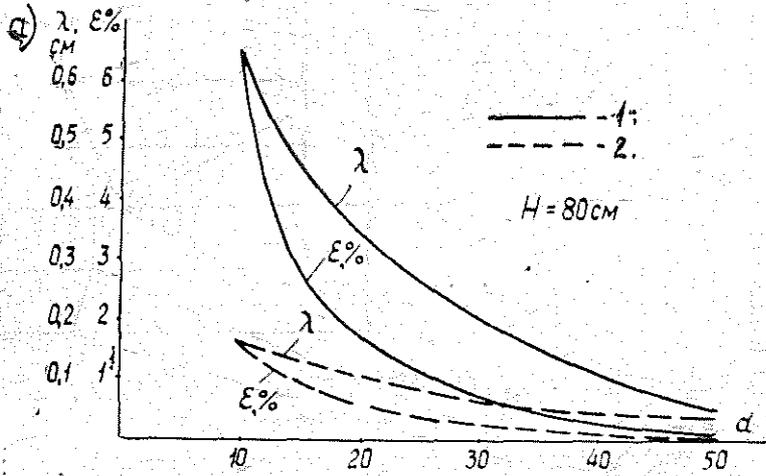


Рис. 4. Графики ошибок измерения при моделировании размера с коэффициентом $m = 0,2$.
 1 — $L = 50 \text{ см}$; 2 — $L = 75 \text{ см}$.

На рис. 3 представлена схема измерительного устройства моделирующего типа, в котором перемещение концов шторок моделируется перемещением точек шторок B и C и изменению диаметра на величину Δd соответствует изменение размера h на величину $\Delta h = \Delta d m$ (m — масштаб моделирования). Этот вариант измерителя обеспечивает зависимость h от d , чем выгодно отличается от варианта рис. 1. Однако и при этой конструкции имеет место ошибка при смещении бревна относительно оси симметрии. Очевидно (рис. 3), при смещении бревна размер d сохраняется, а расстояние между концами шторок увеличивается, вместе с тем в соответствующей степени возрастает и размер h до h' (между точками B' и C').

Нетрудно доказать, что

$$h' = \sqrt{h^2 + m^2 (A'' - A')^2} \approx h + \frac{m^2 (A'' - A')^2}{2h},$$

$$\text{где } A'' = \sqrt{L^2 - \left(\frac{H-d-2\delta}{2}\right)^2}; \quad A' = \sqrt{L^2 - \left(\frac{H-d+2\delta}{2}\right)^2}.$$

Ошибка, возникающая при смещении δ ,

$$\varepsilon = h' - h \approx \frac{m^2 (A'' - A')^2}{2h},$$

$$\text{где } h = H(1-m) + md = h_0 + md.$$

Окончательно величина ошибки измерения

$$\varepsilon = \frac{m^2 (A'' - A')^2}{2H(1-m) + 2md}.$$

Относительная ошибка измерения

$$\varepsilon\% = \frac{\varepsilon}{h - h_0} \cdot 100 = \frac{\varepsilon}{md} \cdot 100.$$

Абсолютная ошибка, приведенная к диаметру бревна,

$$\lambda = \frac{\varepsilon\%}{100} d = \frac{\varepsilon}{m}.$$

Чтобы показать влияние размеров измерительного устройства на величину ошибки, возникающей при смещении бревна, нами проведены расчеты при частном значении коэффициента моделирования $m = 0,2$.

Для сравнения с конструкцией, представленной на рис. 1, расчеты выполнены для измерителей тех же размеров. По полученным расчетным данным построены графики ошибок (рис. 4).

Из сопоставления данных следует, что лучшие результаты достигаются при уменьшенном расстоянии между осями поворота шторок ($H = 35$ см) и что принцип измерения с моделированием обеспечивает большую точность, чем принцип измерения со сложением углов поворота шторок.

УДК 621.317

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ
ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЕФИБРЕРА ТИПА ДЦ-03**

Г. П. БУЙЛОВ

Ленинградский технологический институт ЦБП

Блочно-структурная схема системы автоматического регулирования мощности электропривода дефибреров типов ДЦ-01 и ДЦ-03 представлена на рис. 1.

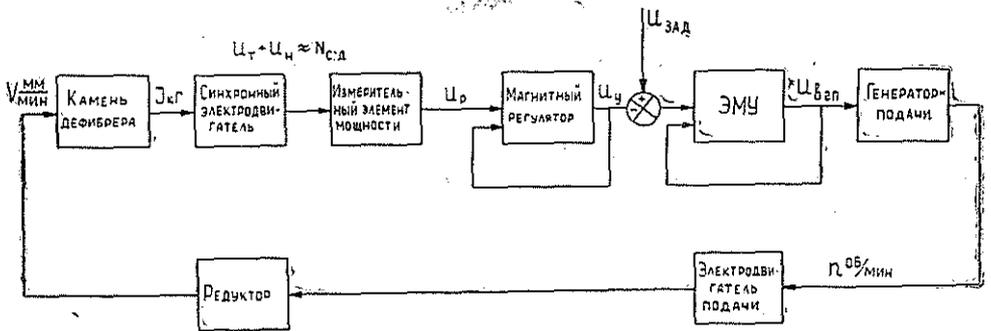


Рис. 1.

Система автоматического регулирования мощности работает следующим образом. Отклонение мощности синхронного электродвигателя привода камня дефибрера от заданной (например, увеличение) в результате изменения нагрузки на камень дефибрера приводит к увеличению напряжения U_p , подаваемого на вход магнитного регулятора. Магнитный регулятор мощности состоит из измерительного нелинейного моста и магнитного усилителя. Увеличение напряжения U_p вызывает разбаланс нелинейного моста. В результате возрастает напряжение на выходе магнитного усилителя U_y . Устойчивая работа магнитного регулятора достигается вследствие действия жесткой обратной связи по току.

На выход магнитного регулятора включается управляющая обмотка электромашинного усилителя (ЭМУ), на якорь которого включена обмотка генератора подачи. Напряжение ЭМУ определяется результирующим действием его задающей ($U_{зад}$) и управляющей (U_y) обмоток управления. Повышение напряжения на выходе магнитного регулятора приводит к увеличению тока в цепи управляющей обмотки ЭМУ. Вследствие этого напряжение на якоре ЭМУ уменьшается. Соответственно снижается и подводимое напряжение к электродвигателю подачи $U_{в.п.п.}$. В результате уменьшается число оборотов электродвигателя подачи n , скорость подачи рабочих цепей V и ток нагрузки $I_{нг}$. Мощность приводного электродвигателя также снижается, то есть восстанавливается до первоначального значения.

Для моделирования системы автоматического регулирования (САР) мощности электропривода дефибрера были выведены уравнения в приращениях всех элементов, входящих в САР.

Уравнение синхронного электродвигателя СД [2]

$$\Delta I_{нг} = 0,308 \Delta n, \quad (1)$$

где $I_{нг}$ — ток, потребляемый электродвигателем дефибрера из сети;
 n — число оборотов двигателя подачи.

Уравнение связи мощности электродвигателя дефибрера N с током статора

$$\Delta N = 10,3 \Delta I_{нг}. \quad (2)$$

При установке задатчика на номинальную мощность, равную 2500 *квт*, уравнение измерительного элемента мощности

$$\Delta U_p = 0,216 \Delta I_{нг}, \quad (3)$$

здесь U_p — результирующее напряжение на выходе измерительного элемента.

Уравнение нелинейного моста магнитного регулятора [3]

$$T_{нм} \frac{d\Delta U_{нм}}{dt} + \Delta U_{нм} = K_{нм} \Delta U_p, \quad (4)$$

где $U_{нм}$ — напряжение на выходе нелинейного моста;
 $T_{нм}$ — постоянная времени, обусловленная теплоемкостью и теплоотдачей нелинейных сопротивлений;
 $K_{нм}$ — коэффициент усиления для линейного участка характеристики нелинейного моста.

Уравнение магнитного усилителя МУ [1], [4]

$$T_y \frac{d\Delta U_y}{dt} + \Delta U_y = K_y \Delta U_{нм}, \quad (5)$$

здесь U_y — напряжение на сопротивлении нагрузки МУ;
 K_y — коэффициент усиления МУ по напряжению;
 T_y — постоянная времени МУ.

Уравнение двухкаскадного электромашинного усилителя ЭМУ [3]

$$T_1 T_2 \frac{d^2 \Delta U_{вгп}}{dt^2} + (T_1 + T_2) \frac{d\Delta U_{вгп}}{dt} + \Delta U_{вгп} = -K_{ЭМУ} \Delta U_y + \Delta U_{зад}, \quad (6)$$

где T_1 и T_2 — постоянные времени соответственно 1- и 2-го каскадов усиления ЭМУ;

$U_{зад}$ — напряжение на задающей обмотке управления, причем $\Delta U_{зад} = 0$;

$U_{вгп}$ — напряжение на выходе 2-го каскада усиления ЭМУ или напряжение возбуждения генератора подачи;

$K_{ЭМУ}$ — коэффициент усиления ЭМУ по напряжению.

Уравнение генератора постоянного тока [3]

$$T_r \frac{d\Delta U_r}{dt} + \Delta U_r = K_r \Delta U_{вгп}, \quad (7)$$

здесь T_r — постоянная времени обмотки возбуждения генератора;
 U_r — напряжение на выходе генератора;
 K_r — коэффициент усиления генератора по напряжению с учетом нагрузки.

Уравнение двигателя постоянного тока (электродвигателя подачи) с независимым возбуждением [3]

$$T_m T_n \frac{d^2 \Delta n}{dt^2} + T_n \frac{d \Delta n}{dt} + \Delta n = K \Delta U_r, \quad (8)$$

где T_m — электромеханическая постоянная времени двигателя подачи;
 T_n — постоянная времени якоря двигателя подачи;
 K — коэффициент усиления двигателя подачи.

После статического расчета элементов САР мощности при номинальной производительности дефибрера, равной 45 т воздушно-сухой древесной массы в 1 сутки, после определения постоянных времени и коэффициентов усиления всех звеньев, а также после соответствующих преобразований была получена система уравнений САР в численном виде

$$\begin{aligned} \Delta N &= 3,23 \Delta n \\ \Delta U_p &= 0,0208 \Delta N \\ 0,6 \frac{d \Delta U_{\text{им}}}{dt} + \Delta U_{\text{им}} &= 0,0451 \Delta U_p \\ 0,0199 \frac{d \Delta U_y}{dt} + \Delta U_y &= 1,772 \Delta U_{\text{им}} \\ 0,00604 \frac{d^2 \Delta U_{\text{врг}}}{dt^2} + 0,1604 \frac{d \Delta U_{\text{врг}}}{dt} + \Delta U_{\text{врг}} &= -2,83 \Delta U_y \\ 0,198 \frac{d \Delta U_r}{dt} + \Delta U_r &= 1,11 \Delta U_{\text{врг}} \\ 0,00129 \frac{d^2 \Delta n}{dt^2} + 0,108 \frac{d \Delta n}{dt} + \Delta n &= 4,82 \Delta U_r. \end{aligned} \quad (9)$$

Затем на аналоговой вычислительной машине (АВМ) типа МНБ-1 была решена система уравнений (9), описывающая поведение САР мощности электропривода дефибрера, при набросе нагрузки

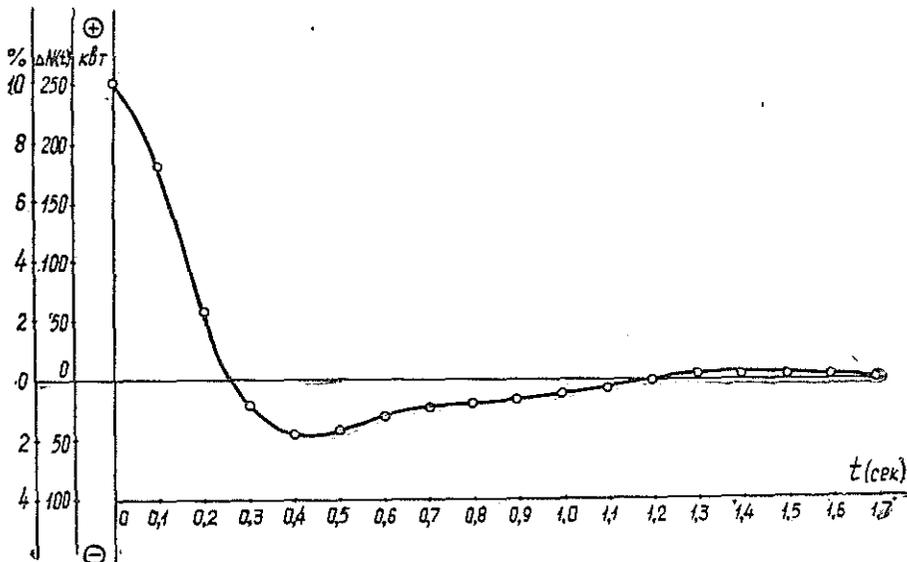


Рис. 3.

10%. Кривая переходного процесса отклонения мощности электродвигателя дефибрера типа ДЦ-03 $\Delta N(t)$ представлена на рис. 2.

Таким образом, нами разработана математическая модель САР мощности электропривода дефибрера типа ДЦ-03. Результаты моделирования САР мощности на АВМ типа МНБ-1 показали ее работоспособность и быстроедействие.

Известно, какое большое значение для получения белой древесной массы однородного качества имеет регулирование нагрузки дефибрера. С этой точки зрения весьма полезно и необходимо предварительно исследовать методом математического моделирования на АВМ разрабатываемую САР мощности для выявления качественных показателей переходных процессов и корректирования параметров САР на стадии проектирования. Результаты исследования и разработанную математическую модель САР мощности можно использовать при разработке и проектировании САР мощности для новых дефибреров.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. Ф. Корндорф. Основы электронизмерений, электронной техники и электроавтоматики в приборостроении, Машгиз, 1959. [2]. П. К. Куликовский, А. Д. Шустов. Электропривод машин целлюлозно-бумажной промышленности. ГЭИ, 1962. [3]. М. В. Мееров. Введение в динамику автоматического регулирования электрических машин. АН СССР, 1956. [4]. А. А. Сиротин. Автоматическое управление электроприводами. ГЭИ, 1959.

Поступила 19 февраля 1971 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.6

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВУХПРИЕМНЫХ ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК В СОСНЯКАХ

М. Д. НЕКРАСОВ

Карельский филиал АН СССР

Проведенные Карельским институтом леса и Карельской конторой В/О «Леспроект» исследования сосновых насаждений, пройденных выборочной рубкой 30—40 лет назад, показали, что при интенсивности выборки в I прием не более 50—60% по массе вырубленный запас восстанавливается через 20—40 лет, обеспечивая формирование полноценного насаждения, благодаря увеличению прироста сохранившихся на корню деревьев в 1,5—2 раза, причем кульминация прироста наступает по истечении 20—40 лет [2]. К этому времени целесообразен II прием постепенных или выборочных рубок. В разновозрастных сосновых насаждениях рекомендуется проводить, в основном, двухприемные постепенные рубки, осуществляя II прием сплошным способом.

Экономическая эффективность двухприемных постепенных рубок рассчитана для наиболее типичных насаждений Карелии — сосняков — черничных и брусничных, состав их 8С2Е + Б, IV класс бонитета, полнота 0,6—0,7, объем хлыста 0,40—0,49 м³, запас на I га — 160 м³ ликвида, технология лесосечных работ общепринятая, расстояние вывозки 20 км, подвозки 300 м, лесовозный транспорт — МАЗ-501, мощность предприятия 101—200 тыс. м³/год. Исследуются два варианта постепенных рубок: рубки в насаждениях с наличием и сохранением подроста и рубки в насаждениях со 2-м ярусом хвойных пород. Каждый вариант дифференцирован на подварианты в зависимости от интенсивности выборки деревьев по массе: 20, 30, 40% (с учетом выборки 10—12% на волоках). Для сравнения рассматриваются два варианта сплошных рубок в сосняках: I — в насаждениях с подростом, II — с наличием 2-го яруса (с аналогичными параметрами).

Экономические показатели I приема постепенных рубок определены на основе фактически полученных при проведении их с различной степенью выборки в ряде леспромхозов Карелии [2], [5]. Показатели II приема рассчитаны путем прогнозирования с учетом показателей I приема.

Себестоимость и капиталовложения на производство лесных культур и на рубки ухода установлены по методике ЛенНИИЛХа и методике, применяемой при главных рубках. Комплексные капиталовложения для главных рубок рассчитаны на основе нормативов Гипролестранса.

Среднесложившаяся оптовая цена древесины найдена на основе фактического выхода сортиментов при разных рубках по прейскуранту 07—03.

Выход сортиментов при II приеме постепенных рубок получен по товарным таблицам Н. В. Третьякова. Расчет себестоимости, оптовой цены, удельных и комплексных капиталовложений по вариантам произведен на ЭВМ.

Затраты на клеймение деревьев, сохранение подроста и содействие лесовозобновлению учтены по данным Министерства лесного хозяйства КАССР.

Количество древесины, получаемой с единицы площади от двух приемов постепенных рубок, определяли в зависимости от интенсивности выборки и прироста древостоя после I приема рубки. Поскольку II прием будет проведен через 20—40 лет, то к этому времени на площадях, пройденных сплошной рубкой, появится запас около 56 м³/га (средний прирост 1,6 м³ умножаем на 35 лет). В целях сопоставимости условно примем, что лес, выросший на сплошных вырубках, к началу II приема постепенной рубки также будет вырублен сплошь (будущий оборот рубки). В таком случае при рубках текуще-

го и будущего оборотов выход древесины с 1 га составит: при I приеме постепенной рубки интенсивностью 20, 30 и 40% соответственно 32, 48, 64 м³, при II приеме — по 160 м³. При текущем обороте сплошных рубок выбирается 160 м³ с 1 га, при будущем — 56 м³; при рубках ухода (по данным Минлесхоза КАССР) в насаждениях, где будут проведены постепенные рубки, 41—45 м³/га, сплошные — 45—64 м³/га.

Эффективность способов рубок (Э) определяем по формуле.

$$\text{Э} = (\text{ПЗ}_c + \text{ПЗ}_л + \text{ПЗ}_p + \text{З}_п) - (\text{ПЗ}_{\text{пн}} + \text{ПЗ}_p + \text{З}_п + \text{З}_к),$$

где ПЗ_c , $\text{ПЗ}_л$, ПЗ_p — приведенные затраты при сплошной рубке (текущий и будущий обороты), лесокультурных работах, рубках ухода;

$\text{ПЗ}_{\text{пн}}$ — приведенные затраты при двух приемах постепенной рубки определенной интенсивности выборки;

$\text{З}_п$, $\text{З}_к$ — затраты на сохранение подроста и клеймение.

Практически на площади годичной лесосеки возрастной состав насаждений неоднороден. Поэтому следует применять в сочетании постепенные, выборочные и сплошные рубки, что положительно скажется на результатах хозяйственной деятельности.

Экономические показатели по всем вариантам рубок, полученные при расчетах, сгруппированы в табл. 1. В сосновых насаждениях со 2-м ярусом эксплуатационные затраты при постепенных рубках в расчете на 1 м³, в зависимости от интенсивности выборки, меньше, чем при сплошных, на 2,6—3,6%. Однако в насаждениях с наличием и сохранением подроста эти затраты повышаются на 1,8—2,7%.

При интенсивности выборки 20, 30 и 40% прибыль при постепенных рубках в сосняках со 2-м ярусом больше, чем при сплошных рубках, на 78,6—114,1%. В то же время в насаждениях с подростом прибыль при сплошных рубках на 5,7—17,6% больше, чем при постепенных. Сплошные рубки при I варианте (в насаждениях с подростом) дают прибыль на 90—100% больше, чем при II. Расход капиталовложений при постепенных рубках в сосняках с подростом интенсивностью выборки 30—40% меньше, чем при сплошных, на 0,4—1,5%, при интенсивности 20% — больше при сплошных на 13,1%. В насаждениях со 2-м ярусом и без подроста капиталовложения при постепенных рубках больше, чем при сплошных, на 4,2—19,9%.

Приведенные затраты при постепенных рубках в насаждениях со 2-м ярусом при интенсивности 30—40% меньше, чем при сплошных, на 1,6% в расчете на 1 м³ и на 1,5—13,5% в расчете на 1 га, при выборке 20% больше на 0,6%. В сосняках с подростом приведенные затраты на 1 м³ меньше при сплошных рубках на 1,6—5%, на 1 га меняются от —4,8 до 15,6%. Наименьшие приведенные затраты имеют рубки с максимальной интенсивностью выборки. При изменении интенсивности с 20 до 40% эти затраты уменьшаются на 3,2% в расчете на 1 м³ и возрастают на 11,0% в расчете на 1 га.

У сплошных рубок приведенные затраты минимальны при I варианте. Разница со II вариантом 3,6% (на 1 м³) и 12,1% (на 1 га).

Рентабельность определили как отношение прибыли, полученной от реализации древесины, заготовленной рубками главного и промежуточного пользования, к приведенным затратам на все приемы и способы рубок и лесокультурные работы. При постепенных рубках в сосняках со 2-м ярусом рентабельность на 6,7—8,2% больше, чем при сплошных рубках в таких же насаждениях и насаждениях без подроста. Рентабельность постепенных рубок в сосняках с подростом

Таблица 1

Показатели	Постепенные рубки						Сплошные рубки	
	насаждения со 2-м ярусом			насаждения с подростом			подрост сохранен	сохранен 2-й ярус
	интенсивность выборки, %							
	20	30	40	20	30	40		
Сформированный запас, м ³ /га	233	249	265	237	253	269	261	280
Затраты, руб./га								
на клейменные деревья и сохранение подроста	8	8	8	8	8	8	5	—
на лесоэксплуатацию, I прием	297	431	552	297	431	552	1286	1297
на лесные культуры	—	—	—	—	—	—	—	58
на рубки ухода	280	280	280	318	318	318	318	501
на лесоэксплуатацию, II прием	1286	1286	1286	1286	1286	1286	450	460
Всего, руб./га	1871	2005	2126	1909	2043	2164	2059	2316
То же, р.-к./м ³	8-03	8-05	8-02	8-05	8-07	8-03	7-89	8-27
Прибыль, руб./га								
от I приема рубки	1	14	40	1	14	40	260	196
от II приема	303	279	263	303	279	263	93	83
от рубок ухода	59	59	59	21	28	28	28	-75
Всего, руб./га	365	354	364	327	321	331	381	204
То же, р.-к./м ³	1-56	1-42	1-37	1-38	1-27	1-24	1-46	0-73
Капиталовложения, руб./га								
на текущую главную рубку	409	614	791	409	614	791	1848	1848
на лесные культуры	—	—	—	—	—	—	—	12
на рубки ухода	109	109	109	112	112	112	112	171
на будущую главную рубку	2158	1808	1808	2158	1763	1763	647	647
Всего, руб./га	2676	2531	2708	2679	2489	2666	2607	2678
То же, р.-к./м ³	11-48	9-98	10-04	11-30	9-84	9-91	9-99	9-56
Приведенные затраты, руб./га								
на I прием главной рубки	386	562	716	387	562	716	1651	1678
на II прием	1718	1648	1648	1718	1639	1639	579	579
на рубки ухода	302	302	302	340	340	340	340	535
на лесокультуры	—	—	—	—	—	—	—	59
Всего, руб./га	2406	2512	2666	2445	2541	2705	2570	2851
То же, р.-к./м ³	10-32	10-04	10-03	10-31	10-04	10-02	9-84	10-18
Рентабельность, %	15,2	14,1	13,7	13,1	12,4	12,0	14,8	7,2

на 1,7—2,8% меньше, чем при сплошных рубках. При интенсивности выборки 20% она выше, чем при интенсивности 30 и 40%, что связано с ростом оптовой цены, вызванным большим выходом крупномерных сортиментов.

Сплошные рубки наиболее рентабельны в насаждениях с наличием подроста (на 7,6% выше, чем в насаждениях со 2-м ярусом).

Об увеличении рентабельности при постепенных и выборочных рубках свидетельствуют исследования О. Н. Анцукевича [1], С. М. Марукяна [3], Н. А. Моисеева [4], Н. Ф. Петрова [6], М. В. Рубцова [7] и др.

Расчеты эффективности, проделанные с учетом фактора времени (типовая методика Госплана, Госстроя и АН СССР, 1969), ввиду разновременности затрат в лесном хозяйстве, свидетельствуют о большей эффективности постепенных рубок, в сравнении со сплошными, в насаждениях со 2-м хвойным ярусом и в насаждениях без подроста.

Таким образом, в условиях Карелии двухприемные постепенные рубки экономически наиболее эффективны в сосняках с наличием 2-го яруса хвойных пород. Прибыль при их проведении может быть, в зависимости от интенсивности выборки, в 1,5—2 раза больше, чем при сплошных рубках, рентабельность выше на 6—10%. Максимальный эффект дают рубки с интенсивностью выборки по запасу в I прием 20 и 30%.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. О. Н. Анцукевич. Об экономической эффективности постепенных рубок в лиственно-еловых лесах. Журн. «Лесное хозяйство» № 3, 1965. [2]. Т. И. Кищенко, М. И. Вилкайнен, С. С. Зябченко, А. А. Иванчиков, М. Д. Некрасов. Механизированные постепенные и выборочные рубки в Карелии. Карельское книжное изд-во, Петрозаводск, 1969. [3]. С. М. Марукян. Вопросы методики определения экономической эффективности различных систем рубок главного пользования. Сб. «Вопросы экономики и организации лесохозяйственного производства», изд-во «Лесная промышленность», М., 1965. [4]. Н. А. Моисеев, Г. Н. Дядицын, И. В. Волосевич, В. Я. Казаков. Сравнительная экономическая эффективность выборочных и сплошных рубок в лесах Севера. Сб. «Вопросы экономики лесного хозяйства СССР», изд-во «Лесная промышленность», М., 1968. [5]. М. Д. Некрасов. Эффективность различных способов рубок главного пользования в Карельской АССР. ЦБНТИ лесхоз, лесохозяйственная информация № 19, 1970. [6]. Н. Ф. Петров. Методические приемы определения эффективности выборочных рубок. Сб. «Леса Урала и хозяйство в них», вып. 5, Свердловск, 1970. [7]. М. В. Рубцов. Экономическая оценка способов рубок главного пользования. ОНТИ лесхоз, М., 1968.

Поступила 10 февраля 1971 г.

УДК 634.0.79

ЗАВИСИМОСТЬ ФОНДОУДАЧИ ОТ СТРУКТУРЫ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А. Ф. ГАВРИЛОВ

Кавказский филиал ЦНИИМЭ

Исследование сдвигов в структуре, изучение взаимосвязей отдельных видов основных производственных фондов практически необходимо для совершенствования методов перспективного планирования и достижения высоких технико-экономических показателей. В табл. 1 приведены данные об изменении структуры основных производственных фондов и технико-экономических показателей лесозаготовительных предприятий Краснодарского края.

Как видно из таблицы, увеличение доли активной части фондов обусловило повышение машинооруженности и производительности труда рабочего, а также уровня фондоотдачи.

Важность определения рациональной структуры основных производственных фондов обуславливается намеченными на предстоящее пятилетие (1971—1975 гг.) мероприятиями по значительному росту машинооруженности труда леспромхозов и лесокombинатов края.

Для выявления влияния доли активной части основных фондов и их отдельных видов на уровень фондоотдачи мы применили корреляционный анализ. При построении модели в основу отбора факторов положена действующая классификация видов основных фондов. В состав исследуемых факторов-аргументов включены: здания—Зд; сооружения, включая лесовозные дороги—С; силовые машины и оборудование—См; рабочие машины и оборудование—Рм; транспорт-

Таблица 1

Показатели	1961 г.	1969 г.	
		абсолютный уровень	% к 1961 г.
Стоимость основных производственных фондов, %	—	$\frac{100}{100}$	$\frac{137,5}{126,0}$
в том числе активная часть, %	$\frac{33,9}{34,2}$	$\frac{31,8}{37,7}$	$\frac{93,8}{110,2}$
Машиновооруженность труда рабочего, %	—	$\frac{100}{100}$	$\frac{98,7}{114,6}$
Производительность труда рабочего, % .	—	$\frac{100}{100}$	$\frac{128,2}{133,6}$
Выпуск товарной продукции на 1 руб. активной части фондов, %	—	$\frac{100}{100}$	$\frac{101,4}{113,2}$

Примечание. В числителе данные для предприятий без повышения удельного веса активной части фондов; в знаменателе — для предприятий с повышением.

ные средства — Тс; передаточные устройства, измерительные и регулирующие приборы, инструменты, производственный и хозяйственный инвентарь — Пф. В качестве исходной информации взяты отчетные данные 224 леспромхозов и лесокомбинатов края за 1961—1969 гг.

Расчеты показали, что экономико-статистические модели влияния структуры основных производственных фондов на уровень фондоотдачи Y выражаются параболой второго порядка

$$Y = a + bx + cx^2, \quad (1)$$

где a, b, c — статистические коэффициенты;

x — доля каждой из групп основных фондов в их общей стоимости.

Параметры корреляционных уравнений вида (1) определены на ЭВМ «Минск»-22.

Экономико-статистические модели зависимости выпуска товарной продукции на 1 руб. стоимости основных производственных фондов от удельного веса зданий, сооружений и активной части фондов для горных леспромхозов Краснодарского края имеют вид:

$$Y_{зд} = 1,737 - 0,131 Zд + 0,0022 Zд^2;$$

$$Y_c = 1,700 - 0,026 C + 0,0043 C^2;$$

$$Y_{см} = 1,510 + 0,047 Cм - 0,0038 Cм^2;$$

$$Y_{рм} = 2,557 - 0,115 Pм + 0,0032 Pм^2;$$

$$Y_{тс} = 1,971 - 0,044 Tс + 0,0011 Tс^2;$$

$$Y_{пф} = 1,607 + 0,0337 Пф - 0,0130 Пф^2.$$

Влияние структурных сдвигов основных производственных фондов леспромхозов и каждого отдельного фактора (группы основных фондов) на уровень фондоотдачи показано в табл. 2.

Наиболее рациональна структура основных производственных фондов горных лесозаготовительных предприятий, приведенная в табл. 3

Таблица 2

Группа основных фондов	Доля в общей стоимости, %			Прирост в 1969 г., % от уровня 1968 г.	Изменение фондоотдачи	
	1968 г.	1969 г.	изменение		%	коп.
Здания	12,5	12,8	+0,3	6,0	-3,8	-5,7
Сооружения	53,2	52,7	- 0,5	3,4	-0,7	-1,1
Силовые машины и оборудование	2,3	2,6	+0,3	1,8	+2,7	+4,1
Рабочие машины и оборудование	12,5	12,4	-0,1	4,1	+2,4	+3,6
Транспортные средства	17,4	17,6	+0,2	5,3	+1,3	+2,0
Прочие фонды	2,1	1,9	-0,2	5,4	+0,4	+0,7
Итого	100	100,0		4,5		

Таблица 3

Группа основных фондов	Процент	
	min-max	средний
Здания	13-15	14
Сооружения	14-18	16
Силовые машины и оборудование .	6-8	7
Рабочие машины и оборудование	34-38	36
Транспортные средства	24-28	26
Прочие основные фонды	0,8-1,2	1

Расчеты показывают, что, обеспечив указанную структуру основных фондов, можно увеличить фондоотдачу на 27,6% по сравнению с уровнем 1969 г.

Поступила 22 июня 1971 г.

УДК 33:634.0.86

О НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТРУДОЕМКОСТИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОДУКЦИИ

Ю. П. СТРУГОВ

Ленинградский технологический институт ЦБП

Полные трудовые затраты — новый экономический показатель, который является измерителем общественных трудовых затрат на производство продукции. Он отражает труд, затраченный не только на последней стадии производства продукции (живой труд), но и на всех предыдущих стадиях (прошлый труд).

Полные трудовые затраты определяются на основе применения межотраслевого баланса производства и распределения продукции в народном хозяйстве.

Определение народнохозяйственной трудоемкости отдельных изделий сводится к установлению, во-первых, величины затрат живого труда, израсходованного непосредственно на производство единицы изделия, и, во-вторых, величины затрат прошлого труда, овеществленного в элементах материальных затрат (предметах и средствах труда) на всех предыдущих стадиях изготовления данной продукции. Второй этап наиболее сложен.

Для производства целлюлозно-бумажной продукции используется большое количество различных материалов и применяется сложное дорогостоящее оборудование. Поэтому решающую долю полных затрат труда в продукции этой отрасли составляет прошлый труд, овеществленный в различных предметах и средствах труда.

Другая важная особенность метода расчета народнохозяйственной трудоемкости продукции целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП) определяется характером ее внутриотраслевых связей и связями с лесозаготовительной промышленностью. По данным отчетного межотраслевого баланса за 1966 г. (табл. 1), продукция целлюлозно-бумажной промышленности, потребляемая внутри самой отрасли, составляет 17,99% стоимости всех материальных затрат (без амортизации) на продукцию этой отрасли, а продукция лесозаготовки 29,15%.

Таблица 1

Отрасли	Обеспечение ЦБП материальными ресурсами, %	
	по всему народному хозяйству	в промышленности
Металлургия	1,19	1,57
Топливная промышленность	7,96	10,51
Энергетика	6,34	8,37
Машиностроение	1,48	1,95
Химическая промышленность	4,44	5,86
Лесозаготовка	29,15	38,47
Лесопильная и деревообрабатывающая промышленность	0,53	0,7
Целлюлозно-бумажная промышленность	17,99	23,74
Продукты лесохимии и гидролиза древесины	1,5	1,99
Промышленность строительных материалов	0,44	0,59
Стекольная промышленность	0,21	0,27
Легкая промышленность	3,49	4,61
Пищевая промышленность	1,04	1,37
Итого	75,76	100,0
Сельское хозяйство	0,09	—
Транспорт и связь	11,82	—
Торговля и снабжение	8,24	—
Прочие отрасли материального производства	4,09	—
Всего	100,0	

Таким образом, значительная доля затрат прошлого труда на целлюлозно-бумажную продукцию формируется в лесозаготовительной промышленности, а также внутри самой отрасли. Поэтому совершенствование методов учета затрат живого труда на всех стадиях технологического процесса этих отраслей имеет особое значение для целлюлозно-бумажной промышленности.

Это подтверждается и данными отчетного межотраслевого баланса затрат труда на производство продуктов за 1966 г. (табл. 2). На лесозаготовку приходится 37,98% всех затрат труда на производство целлюлозно-бумажной продукции, а затраты труда на производство продукции, потребляемой внутри самой отрасли, составляют 8,98%.

Таблица 2

Отрасли	Затраты труда на производство продукции ЦБП, %	
	по всему народному хозяйству	в промышленности
Металлургия	0,55	0,86
Топливная промышленность	6,46	10,21
Энергетика	2,83	4,51
Машиностроение	1,42	2,24
Химическая промышленность	2,41	3,81
Лесозексплуатация	37,98	60,0
Лесопильная и деревообрабатывающая промышленность	0,49	0,78
Целлюлозно-бумажная промышленность	8,98	14,19
Продукты лесохимии и гидролиза древесины	0,63	0,99
Промышленность строительных материалов	0,24	0,38
Стекольная промышленность	0,19	0,30
Легкая промышленность	0,9	1,43
Пищевая промышленность	0,19	0,3
Итого	63,3	100,0
Сельское хозяйство	0,16	—
Транспорт и связь	15,4	—
Торговля и снабжение	15,19	—
Прочие отрасли материального производства	5,95	—
Всего	100,0	—

Целлюлозно-бумажная промышленность имеет широкие межотраслевые связи. Общее представление о роли отдельных отраслей народного хозяйства в производстве целлюлозно-бумажной продукции можно получить из анализа структуры производственных связей ЦБП по потреблению материальных ресурсов.

Приведенные в табл. 1 данные характеризуют структуру производственных связей ЦБП, во-первых, по всему кругу материальных затрат и, во-вторых, в промышленности (без сельского хозяйства, транспорта, торговли).

В табл. 1 показан удельный вес отдельных отраслей народного хозяйства в обеспечении целлюлозно-бумажной промышленности различными материальными ресурсами. Таблица рассчитана по данным ценностного межотраслевого баланса производства и распределения продукции в процентах к итогу (Статистический ежегодник «Народное хозяйство СССР в 1967 г.». Статиздат, М., 1968). Табл. 2 дает представление о формировании затрат прошлого труда на производство целлюлозно-бумажной продукции в различных отраслях народного хозяйства. Таблица рассчитана по данным межотраслевого баланса затрат труда на производство продукции в процентах к итогу (Статистический ежегодник «Народное хозяйство СССР в 1968 г.». Статиздат, М., 1969).

Как видно из табл. 1, в системе производственных связей ЦБП по потреблению материальных ресурсов решающую роль играет продукция промышленности, на долю которой приходится 75,76% всех затрат. Целлюлозно-бумажная промышленность тесно связана с другими отраслями народного хозяйства (лесозексплуатацией, топливной

промышленностью, в основном по углю, энергетикой, машиностроением, химической промышленностью, транспортом, торговлей и снабжением).

Таким образом, основная доля затрат прошлого труда на продукцию ЦБП формируется именно в этих отраслях. Об этом же говорят данные табл. 2. На первом месте по затратам труда стоит лесозаготовка, затем сама целлюлозно-бумажная промышленность, топливная промышленность, энергетика, химическая промышленность и машиностроение. Среди других отраслей народного хозяйства большой удельный вес имеют транспорт и торговля.

Косвенное представление о соотношении затрат живого и прошлого труда на производство целлюлозно-бумажной продукции в 1968 г. (по данным статистического ежегодника «Народное хозяйство СССР в 1968 г.». Статиздат, М., 1969) дает анализ структуры затрат по экономическим элементам (табл. 3).

Таблица 3

Элементы затрат	Затраты, % к итогу
Сырье и основные материалы	52,1
Вспомогательные материалы	6,4
Топливо	8,7
Энергия	6,0
Амортизация	8,5
Заработная плата и отчисления на соцстрах .	16,1
Прочие затраты	2,2
Всего	100,0

Исчисление народнохозяйственной трудоемкости целлюлозно-бумажной продукции создает условия для более глубокого экономического анализа производства и будет способствовать совершенствованию планирования.

Поступила 13 июля 1971 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 581.527.5

ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫЕ ЗОНЫ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ

И. С. ВАСИЛЬЕВ

Воронежский лесотехнический институт

Несмотря на сравнительно незначительную площадь (212 тыс. га), леса Северной Осетии очень разнообразны по видовому составу, производительности и назначению. Рост и развитие горных лесов в значительной степени определяется вертикальной поясностью горных склонов, в зависимости от высоты над уровнем моря меняются лесорастительные условия, климат, почва и, как следствие, сама растительность.

Поэтому изучение этих факторов имеет теоретическое и практическое значение для лесного хозяйства.

Исходя из учения В. В. Докучаева о географических зонах и работ других авторов о растительных поясах Кавказа, леса Северной Осетии можно разделить на следующие лесорастительные зоны (на рис. 1 приводится комплексный физико-географический профиль вертикальной зональности Северной Осетии): 1 — степные пойменные дубравы; 2 — пестрые по составу леса Терской и Кабардино-Сунженской возвышенности; 3 — буковые леса нижнего и среднего горных поясов; 4 — зона высокогорных сосново-березовых лесов.

Степные пойменные дубравы расположены в пойме р. Терек на высоте 200—250 м над уровнем моря. Среднегодовое количество осадков 400—450 мм. Самая низкая абсолютная зимняя температура — 34°, максимальная летняя +42°. Годовая амплитуда колебания температур 76°. Почвенный покров представлен аллювиальными наносами, слабо затронутыми почвообразованием, маломощными и недостаточно развитыми почвами. Лесная растительность этих лесов — дуб летний и карагач, на более низких местах — тополь белый, ольха серая и ивы. Древостой невысоких классов бонитета (IV—V). В период усиленного таяния ледников в июле — августе пойменные леса затопляются паводковыми водами.

Пестрые по составу леса Терской и Кабардино-Сунженской возвышенности расположены на склонах на высоте 600—700 м над уровнем моря. Среднегодовое количество осадков 500—600 мм. Средняя температура января — 4,5°, июля +20,1°. Почвы серые лесные оподзоленные глинистые, местами в них вкрапливаются выщелоченные глинистые черноземы. На склонах северных экспозиций произрастает граб в примеси с буком, кленом полевым и ясенем обыкновенным, на склонах более освещенных и сухих — дуб летний в примеси с карагачом, липой кавказской и кленом полевым. По возвышенным и сухим местам заросли из клена полевого и кустарников (лещины, боярышника, свидины и др.).

В связи с тем, что древостой здесь не является доминирующим ярусом ценозов, под его пологом развиваются различные кустарники: лещина, кизил, свидина, боярышник и др. Эти леса имеют сугубо почвозащитное и водоохранное значение.

Зона буковых лесов нижнего и среднего горных поясов в пределах Северной Осетии расположена на северных и частично южных склонах Лесистого хребта на высоте 700—1800 м над уровнем моря. Среднегодовое количество осадков колеблется от 800 мм в нижней части и до 1000—1100 мм в верхней части зоны. Климат горной части республики характеризуется более прохладным летом и более продолжительной и холодной зимой, меньше амплитуда колебаний температур. Самая низкая абсолютная зимняя температура — 34° и максимальная летняя +37°.

Почвы горнолесные, бурые оподзоленные, залегают на галечниках с глиной, на супесчаных глинах или на более тяжелых суглинках.

Основной фон лесных растительных ландшафтов республики определяется буково-грабовыми лесами, которые занимают 66% по площади и 85% по запасу от всей лесопокрытой площади.

Буковые леса приурочены в основном к склонам северных румбов. На южных склонах бук развивается хуже, дает древостой значительно более низких классов бонитета, повышается фаустность и снижается товарность древесины. Наблюдается большая дуплистость стволов (до 50%), свилеватость и завиток древесины.

На пологих склонах с мощными почвами буковые леса развиваются лучше, чем на крутых. Наиболее производительные насаждения бука в условиях Осетии при-

урочены к северо-западным склонам крутизной от 10 до 25—30°. Естественное лесовозобновление также проходит успешнее на таких склонах. Наиболее благоприятные для роста и развития бука условия складываются на высоте 900—1400 м над уровнем моря (высота деревьев 17—18 м). Заметное на глаз снижение классов бонитета на склонах северных румбов начинается с 1500 м и выше, а в нисходящем направлении с 800 м и ниже.

Зона высокогорных сосново-березовых лесов занимает верхний горный пояс склонов Главного Кавказского хребта. В условиях Северной Осетии сосново-березовые леса расположены на склонах ущелий и долин между Скалистым и Боковым хребтами на высоте 1800—2300 м над уровнем моря. Среднегодовое количество осадков составляет 1000—1100 мм.

Почвы здесь темно- и светло-бурые горнолесные, дерново-подзолистые, маломощные и сильно каменистые. Генетические горизонты малоразличимы. Подстилаются конгломератами из кристаллических пород.

Растительность представлена как смешанными сосново-березовыми, так и чистыми сосновыми и березовыми лесами, в примеси осина, липа, вяз. В подлеске встречаются черемуха, жимолость кавказская, смородина кавказская, можжевельник, рябина, по низким местам лещина.

УДК 581.116

ИНТЕНСИВНОСТЬ ТРАНСПИРАЦИИ ЛИСТЬЕВ В РАЗНЫХ ЧАСТЯХ КРОНЫ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

В. П. ТАРАБРИН

Донецкий ботанический сад АН УССР

Водный баланс растений в значительной мере определяется его расходной частью, то есть испарением в процессе транспирации. Изучению этого явления как одного из факторов засухоустойчивости растений посвящено значительное число работ, обзор которых сделан П. А. Генкелем и К. А. Бадановой [2]. Однако в большинстве исследований рассматривается зависимость транспирации целого растения или их сообществ от напряженности метеорологических факторов и экологических условий. Транспирация в разных частях кроны или у отдельных листьев растения почти не изучена. Причиной этого в значительной степени была и существовавшая методика исследований. Широко известный метод Л. А. Иванова [5], при котором определяется испарение на срезанных побегах, не дает возможности повторного определения транспирации, и, кроме того, срезанный побег при взвешивании попадает в совершенно иные условия водоснабжения, освещения и т. д.

При изучении интенсивности транспирации листьев в разных частях кроны мы использовали электронный транспиrometer конструкции А. П. Ваганова, Г. М. Ляковского, А. А. Романова [1] с небольшими нашими изменениями. Этот прибор позволяет определять транспирацию на одних и тех же не отделенных от растения листьях без нарушения условий их освещения, водоснабжения и положения в кроне растения.

В качестве объектов исследования были выбраны отдельно стоящие, хорошо развитые 25—30-летние деревья акации белой (*Robinia pseudoacacia* L.), дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.), клена остролистного (*Acer platanoides* L.) и липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.).

Интенсивность транспирации измеряли в разных ярусах кроны растения: нижнем — на высоте 2—2,5 м, среднем 6—7 м и верхнем — 10—11 м. Для опытов выбирали листья, освещенные во время наблюдений солнечными лучами и находящиеся в тени (с противоположной стороны кроны). Результаты измерения транспирации приведены в табл. 1.

У всех исследованных растений интенсивность транспирации освещенных листьев в течение дня значительно выше, чем у затененных. К полудню с увеличением интенсивности солнечной радиации повышается и транспирация листьев как в освещенной, так и в теневой частях кроны. К 18 часам интенсивность транспирации понижается, однако у белой акации и липы освещенные листья транспирируют больше, чем утром, а у дуба, наоборот, меньше, особенно листья среднего и верхнего ярусов.

Сравнение интенсивности транспирации листьев в разных частях кроны показывает, что в большинстве случаев она находится в соответствии с законом В. Р. Заленского [4]. Более ксерофитные листья верхних ярусов увеличивают поступление воды в них и интенсивность транспирации [16]; этому, по-видимому, способ-

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

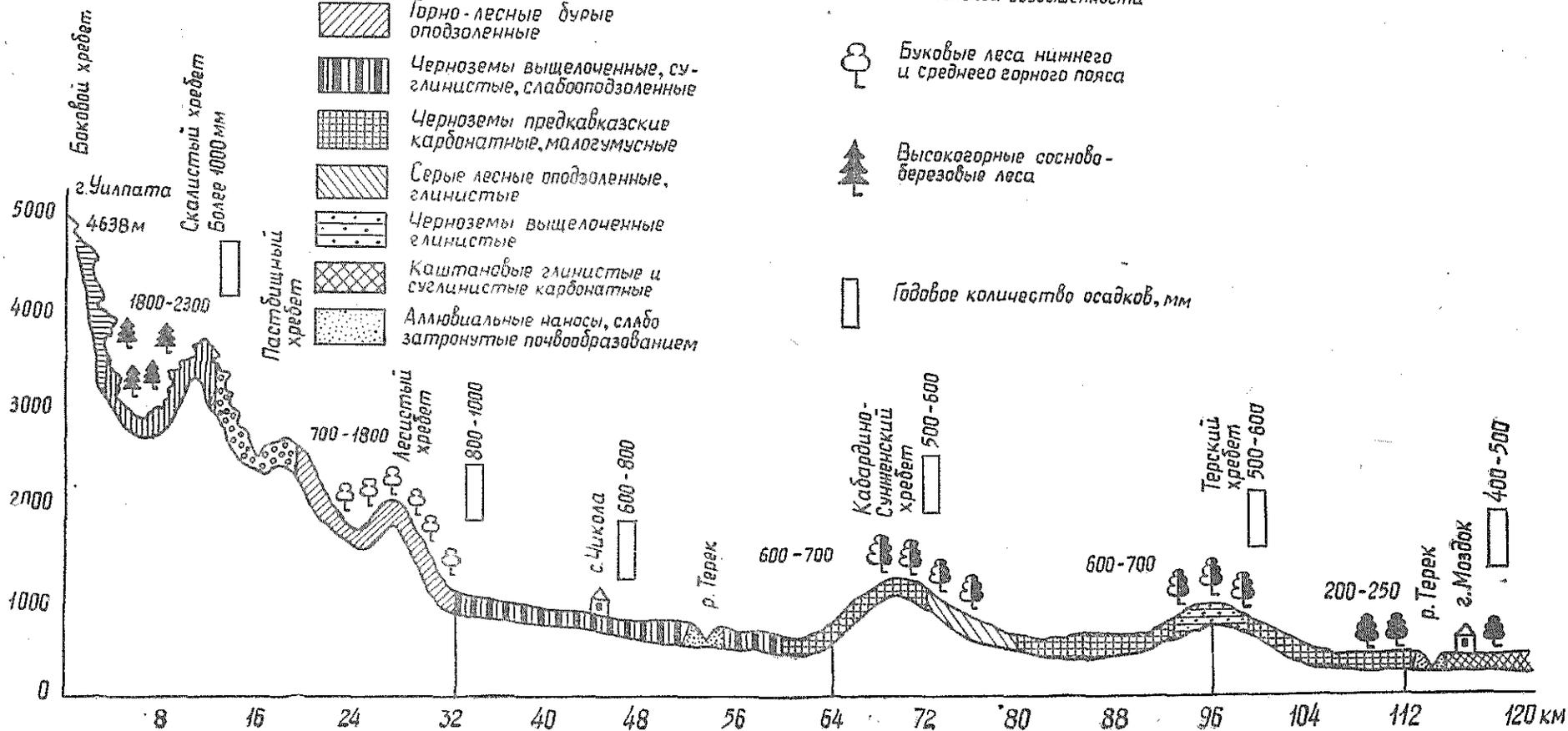
ПОЧВЫ

-  Альпийские горно-луговые
-  Субальпийские горно-луговые
-  Горно-степные
-  Горно-лесные бурые оподзоленные
-  Черноземы выщелоченные, суглинистые, слабоподзоленные
-  Черноземы предкавказские карбонатные, малогумусные
-  Серые лесные оподзоленные, глинистые
-  Черноземы выщелоченные глинистые
-  Каштановые глинистые и суглинистые карбонатные
-  Аллювиальные наносы, слабо затронутые почвообразованием

ЛЕСНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

-  Поименные дубравы
-  Пестрые по составу леса Терской и Кабардино-Сунженской возвышенности
-  Буковые леса нижнего и среднего горного пояса
-  Высокогорные сосново-березовые леса

 Годовое количество осадков, мм



Горизонтальный масштаб 1 : 500000

Рис. 1.

Таблица 1

Порода	Ярус кроны	Интенсивность транспирации листьев, мг/дм ² час (июль 1963 года) в часы					
		7—00		13—00		18—00	
		на свету	в тени	на свету	в тени	на свету	в тени
Акация белая	Нижний	571	338	1200	867	986	393
	Средний	700	319	1286	752	800	338
	Верхний	654	343	1310	890	986	378
Дуб черешчатый	Нижний	410	203	1090	470	313	195
	Средний	750	235	1201	571	424	206
	Верхний	752	288	1000	591	554	333
Каштан конский	Нижний	423	124	900	354	327	139
	Средний	379	72	1090	480	480	159
	Верхний	393	128	1285	620	400	126
Клен остролистный	Нижний	271	216	800	554	430	239
	Средний	303	264	1358	409	560	218
	Верхний	493	296	1674	700	820	240
Липа мелколистная	Нижний	343	196	1028	373	750	204
	Средний	468	434	986	503	720	271
	Верхний	530	387	1120	503	826	423

ствует и постоянное перераспределение воды в растении от более увлажненных листьев к менее обеспеченным водой [11].

Давно известно, что солнечная радиация — один из ведущих факторов среды, определяющих интенсивность транспирации [7], [8], [12], [14]. Однако по данным Г. М. Илькуна [9], [10], максимум транспирации отдельных листьев определяется не общей величиной лучистого потока, а зависит от количества поглощенной ими энергии солнечной радиации, что, в свою очередь, определяется углом наклона листовых пластинок к прямым солнечным лучам.

Результаты изучения в условиях Донбасса интенсивности транспирации листьев, расположенных под разными углами к падающим солнечным лучам, приведены в табл. 2. Угол наклона листьев измеряли с помощью специального угломера [15].

Таблица 2

Порода	Интенсивность транспирации, мг/дм ² час (июль 1970 г.), в зависимости от угла на- клона листьев, град			
	90	60	30	0
Акация белая	1770	1440	935	782
Дуб черешчатый	1460	1069	1028	868
Каштан конский	1007	867	642	518
Клен остролистный	812	666	571	480
Липа мелколистная	720	595	441	400

Изучение характера расположения листьев в кроне 4—5-летних саженцев (табл. 3) показывает, что максимальный угол восприятия солнечных лучей, а следовательно, и наибольшее количество поглощенной энергии имеют: в утренние часы — клен остролистный и дуб черешчатый, в середине дня — клен остролистный, каштан конский, акация белая, а в вечерние часы — липа мелколистная и акация белая.

Поглощение энергии солнечной радиации повышает не только транспирацию, но и температуру листа. Чем сильнее нагреваются листья, тем больше энергии удаляется из них путем теплообмена с окружающей средой и тем меньшая доля энергии идет непосредственно на транспирацию [13]. Температурный режим листьев в 13 час. 22 июля 1970 г. (температура воздуха 20,2°C) приводится в табл. 4. Температуру листьев измеряли микроэлектротермометром ЭТРМ. Из табл. 4 видно, что наибольший перегрев листьев наблюдается у каштана, клена и липы. Разница между температурой листа и воздуха в теневой части кроны обычно невелика, а при температурах воздуха до 25°C, как правило, отрицательна, даже у клена и липы.

Таблица 3

Порода	Распределение листьев в кроне растений, %, в разные часы в зависимости от угла падения солнечных лучей (град)								
	7—00			13—00			18—00		
	0—30	30—60	60—90	0—30	30—60	60—90	0—30	30—60	60—90
Акация белая	62	30	8	20	52	28	44	40	16
Дуб черешчатый	50	36	14	32	47	21	53	27	10
Каштан конский	84	16	—	20	66	14	80	20	—
Клен остролистный	33	63	4	7	77	16	не определялось		
Липа мелколистная	66	27	7	26	51	23	36	54	10

Таблица 4

Порода	Температурный градиент „лист — воздух“, °С	
	освещенные листья	теньевые листья
Акация белая	+1,4	-0,4
Дуб черешчатый	+2,4	0
Каштан конский	+6,9	+0,6
Клен остролистный	+4,4	+0,5
Липа мелколистная	+4,0	+0,2

Перегрев листьев у каштана, клена и липы указывает на более низкую способность этих растений обеспечивать расход воды на транспирацию в соответствии с поглощаемой энергией. Следствие перегрева — значительные ожоги листьев этих растений во время засух.

Многочисленные наблюдения за транспирацией растений при разной облачности, но одинаковой температуре воздуха показывают, что интенсивность транспирации определяется потоком лучистой энергии, а температура воздуха в таких случаях не играет существенной роли. Солнечная радиация, по-видимому, влияет на повышение транспирации не только как источник энергии, но и действует как раздражитель [6], [7]. Более интенсивную транспирацию в прохладный солнечный день по сравнению с теплым, но пасмурным днем наблюдала И. В. Гулидова [3].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. П. Ваганов, Г. М. Лясковский, А. А. Романов. Об определении фотосинтеза, дыхания и транспирации растений в полевых условиях электронными приборами. Тезисы докладов к Всесоюзному научно-техническому совещанию «Автоматизация сельскохозяйственного производства», М., 1968. [2]. П. А. Генкель, К. А. Баданова. Обзор работ по водному режиму растений. Сб. «Водный режим растений в засушливых районах СССР», изд-во АН СССР, М., 1961. [3]. И. В. Гулидова. Транспирация деревьев и трав в зоне средней тайги и ее зависимость от метеорологических условий. Труды Института леса СССР, т. 41, 1958. [4]. В. Р. Заленский. О величине транспирации верхних и нижних листьев растений. Известия Саратовского сельскохозяйственного института, вып. 1, 1923. [5]. Л. А. Иванов. О методе определения испарения растения в естественных условиях их произрастания. «Лесной журнал» № 1—2, 49, 1918. [6]. Л. А. Иванов, М. Ф. Тильман. О влиянии состава света на испарение растений. Журнал Русского Ботанического общества, 6, 1921. [7]. Л. А. Иванов, А. А. Силина, Ю. Л. Цельникер. О транспирации полезащитных полос в условиях Деркульской степи. «Ботанический журнал» № 2, 37, 1952. [8]. Л. А. Иванов, А. А. Силина, Ю. Л. Цельникер. О транспирации полезащитных полос в условиях Деркульской степи. «Ботанический журнал» № 2, 38, 1953. [9]. Г. М. Илькун. Энергетический обмен растений со средой и его физиологическая роль. Автореферат докторской диссертации, Киев, 1966. [10]. Г. М. Илькун. Энергетический баланс рослин. Изд-во «Наукова думка», Київ, 1967. [11]. Г. В. Лебедев, А. А. Прокофьев, К. М. Кац, В. Г. Егоров. Реакция растений на опрыскивание их водой. Сб. «Водный режим сельскохозяйственных растений», изд-во «Наука», М., 1969. [12]. Н. А. Максимов. Физиологические основы засухоустойчивости растений. Л., 1926. [13]. А. А. Ничипорович, С. Н. Чмора. Радиационные режимы посевов сельскохозяйственных культур и вопросы их водоснабжения и засухоустойчивости. Сб. «Физиология устойчивости растений», изд-во АН СССР, М., 1960. [14]. Д. А. Сабинин. Физиологические основы питания растений. Изд-во АН СССР, М., 1955. [15]. Л. М. Шиман. До питання про визначення орієнтації листя рослин у просторі. Сб. «Інтродукція та акліматизація рослин на Україні», изд-во «Наукова

думка», Київ, 1968. [16]. И. А. Шульгин, А. Ф. Клешнин. Об оптических и тепловых свойствах листьев растений мезофитов и ксерофитов. Сб. «Физиология устойчивости растений», изд-во АН СССР, М., 1960.

УДК 634.0.161.4

ОБМЕН КОРНЕВЫМИ ВЫДЕЛЕНИЯМИ В ИСКУССТВЕННЫХ ДУБОВО-СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ

М. Т. ГОНЧАР, В. С. ПОСТРИГАНЬ

Львовский сельскохозяйственный институт

Корневые выделения — одна из физиологических функций растительного организма. По данным Н. А. Красильникова [1], в составе корневых выделений имеются почти все органические и минеральные соединения, участвующие в обмене веществ, в том числе и фосфоросодержащие. Передвижение последних можно проследить при помощи изотопа P^{32} .

Объектом исследований в 1969 г. послужили 19-летние дубово-сосновые культуры кулисного типа смещения, размещенные в квартале 87 Нестеровского лесничества Львовской области. Тип условий местопрорастания — свежая субурь (B_2).

В стволы сосны и дуба крайних рядов кулисы вводили радиоактивный фосфор в составе раствора $KH_2P^{32}O_4$ по несколько видоизмененной методике Г. Ф. Привалова и Н. С. Щапова [2]. Под острым углом к стволу дерева вблизи корневой шейки просверливали отверстие диаметром 12 мм, в которое с помощью шприца вводили 10 см³ раствора общей радиоактивностью 4 мкюри. Это деревья-доноры. С близстоящих деревьев, расположенных в радиусе 5 м, периодически брали образцы листьев и хвои для определения их радиоактивности. Всего исследовано 51 дерево, с которых взято 459 образцов.

Таблица 1

№ дерева	D, см	H, м	Расстояние от донора, м	Радиоактивность листьев дуба в дни измерений			Деревья-доноры
				27. V	15. VII	19. IX	
55	5,5	6,0	4,8	7	47	91	Две сосны на расстоянии 0,8 м $D_1 = 9,8$ см $H_1 = 10,1$ м $D_2 = 11,8$ см $H_2 = 10,3$ м
56	4,0	5,6	5,0	—	—	6	
58	2,9	4,1	4,5	—	4	—	
59	5,7	6,2	3,8	5	19	46	
60	3,0	4,3	3,4	4	9	15	
61	3,4	4,4	3,1	—	16	8	
62	3,7	4,5	3,0	13	55	53	
63	2,9	4,0	3,1	4	7	—	
64	2,2	3,1	3,9	8	37	74	
68	5,0	6,3	2,5	21	129	314	
69	0,8	1,8	1,8	4	8	12	
70	4,9	6,2	1,5	32	161	392	
71	2,7	3,3	1,5	28	130	248	
72	1,7	3,0	2,0	14	96	184	
90	1,8	2,3	1,9	58	105	50	
91	3,3	4,2	1,9	28	37	19	
92	1,3	2,2	2,6	125	53	20	
93	5,5	6,3	4,2	29	24	12	
94	3,0	4,0	3,6	4	—	5	
95	2,4	3,5	3,9	6	4	—	
96	2,8	3,3	1,9	69	50	34	
102	4,9	6,5	1,0	81	44	56	
103	2,9	3,5	3,3	34	28	13	
104	2,8	4,1	3,1	44	44	10	
105	3,3	4,2	3,1	33	22	7	
106	2,5	3,5	3,2	5	4	—	

Таблица 2

№ дерева	D, см	H, м	Расстояние от донора, м	Радиоактивность хвои сосны в дни измерений			Деревья-доноры
				27. V	15. VII	19. IX	
73	16,0	11,2	4,2	—	6	—	Две сосны на расстоянии 0,8 м D ₁ = 9,8 см H ₁ = 10,1 м D ₂ = 11,8 см H ₂ = 10,3 м
74	10,9	10,0	1,7	6	9	9	
78	11,1	9,8	1,5	8	10	17	
80	11,9	11,0	3,5	12	20	22	
81	9,1	9,7	3,0	6	7	5	
82	11,1	10,9	1,8	5	5	10	
83	11,5	11,2	1,8	11	11	22	
84	8,4	10,0	2,1	—	7	11	
85	14,3	11,0	5,4	5	9	9	
86	14,8	11,2	4,5	4	—	—	
87	11,4	10,2	3,8	4	5	7	
88	14,9	10,8	3,5	—	—	5	
89	13,5	10,2	3,7	—	—	6	
97	12,2	10,4	1,9	17	6	10	
98	9,8	10,0	1,6	34	78	18	
99	7,2	8,7	1,5	19	24	13	
100	9,5	9,8	1,7	122	165	33	
101	12,7	10,6	2,3	57	92	30	
107	11,2	10,0	2,5	13	17	5	
108	9,1	10,2	3,3	10	8	5	
109	11,6	11,2	3,2	7	17	9	
110	11,0	11,0	3,8	—	—	6	
128	14,0	11,0	4,2	58	71	23	
129	11,4	10,2	4,3	6	—	—	
130	16,0	11,2	4,8	—	7	—	

Радиоактивность измеряли в трехкратной повторности на установке УМФ-1500М с торцовым счетчиком СБТ-13. Время счета определяли по таблице Белла для заданной точности счета 10%, но не более 90 мин. Это дало возможность обойтись без статистической обработки данных измерений каждого образца. При фоне 35 импульсов за 1 мин на 1 г листьев, взятых с контрольного участка, показания 20 импульсов и выше имели точность счета 10%, 10 импульсов — 20%, низшие показания (от 9 до 4 импульсов, то есть 0,1 фона) рассматривали как следы.

Результаты измерений радиоактивности листьев дуба на 20-й день после каждого введения P³² приведены в табл. 1, хвои сосны — в табл. 2. Радиоактивность образцов зависит от многих факторов: древесной породы, времени года, физиологического состояния дерева, удаления его от донора и пр. Расстояние, в пределах которого обнаруживается поглощение меченого фосфора, определяется, очевидно, радиусом распространения горизонтальных корней как деревьев-доноров, так и деревьев-акцепторов. Известно, что фосфорные соединения легко связываются почвой, и значительная их миграция маловероятна. Поэтому непосредственный контакт корней — необходимое условие обмена веществами, содержащими фосфор и поступающими в почву с корневыми выделениями.

О необходимости соприкосновения корней для обмена корневыми выделениями говорят исследования И. Н. Рахтеенко [3]. По нашим наблюдениям, корни сосны и дуба не избегают контактов (соприкосновения), а потому создаются условия для взаимного поглощения продуктов их выделений.

Интересен тот факт, что радиоактивность листьев дуба более высока (иногда в 5—6 раз и выше) в том случае, когда фосфор поступает из выделений сосны. Точно так же радиоактивность хвои сосны значительно выше при поступлении фосфора из корневого выделений дуба. Это говорит о том, что переход питательных веществ из сосны в дуб и наоборот более интенсивен, нежели из сосны в сосну или из дуба в дуб. С точки зрения возможности взаимного использования корневыми выделениями, дуб и сосна — компоненты совместимые. Смешанные дубово-сосновые насаждения имеют возможность более полно использовать питательные ресурсы, имеющиеся в каждом конкретном случае.

Данные показывают, что в исследуемом процессе наблюдается определенная сезонность. В начале и середине вегетационного периода наивысшая радиоактивность листьев дуба и хвои сосны наблюдается тогда, когда донорами являются дубки. Деревья вокруг доноров-сосен имеют наивысшую радиоактивность листьев (хвои)

во второй половине вегетации. Это говорит о том, что корневые выделения у дуба наиболее интенсивны в мае — июле, а у сосны в июле — сентябре.

Изучение обмена корневыми выделениями между дубом и сосной в естественных условиях раскрывает новые стороны взаимоотношений между этими породами и может быть использовано для теоретического обоснования создания дубо-сосновых насаждений.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. А. Красильников. Микроорганизмы почвы и высшие растения. Изд. АН СССР, М., 1958. [2]. Г. Ф. Привалов, Н. С. Шапов. Метод введения химических мутагенов в проводящую систему древесных растений. Журн. «Генетика» № 4, 1966. [3]. И. Н. Рахтеенко. О перемещении минеральных питательных веществ из одного растения в другое при взаимодействии их корневых систем. «Ботанический журнал», т. 43, № 5, 1958.

УДК 634.0.266

ОСОБЕННОСТИ РОСТА МОЛОДЫХ ДУБОВЫХ ПОЛОС

Г. М. ЧЕРЕДНИЧЕНКО

Министерство мелиорации и водного хозяйства УССР

Рост полезных лесных полос, как известно, зависит в основном от плодородия почвы, их густоты, сомкнутости, состава и происхождения. Наши многолетние исследования [8], [9] молодых дубовых полезных насаждений по границам полей севооборота показывают, что рост дуба в значительной мере зависит от способа создания культур.

Например, полезные дубовые полосы на обыкновенных и мощных черноземах плато Украины, созданные группово-рядовым способом (в основных рядах высаживали

Таблица 1

Наименование хозяйства	Способ культур	№ полосы	Порода	Возраст, лет	Средняя высота, м	Максимальная высота, м
Зона мощных черноземов (лесостепь)						
Совхоз им. Красной Армии	Группово-рядовая посадка	43	Дуб	17	8,7	9,9
		74	"	16	7,9	9,8
	Гнездовой посев	43а	"	17	6,3	7,6
		70	"	18	7,0	8,2
	Рядовая посадка	Защитная полоса	"	17	6,5	7,4
	Аллеиный	Парк	Тополь канадский	18	—	11,3
"	"	Береза	16	8,7	9,8	
Зона обыкновенных черноземов (степь)						
Совхоз "Красная Баштанка"	Группово-рядовая посадка	159	Дуб	17	8,9	10,4
		Гнездовой посев	159а	"	18	7,2
	Рядовая посадка	156	"	20	7,3	8,9
		156	Акация белая	20	9,0	9,8

Примечание. Возраст березы взят без учета ее роста в древесной школе в течение двух лет до посадки.

Таблица 2

Наименование хозяйства	Способ создания лесных полос	№ полосы	Количество дубков (диаблодений)		Средняя высота дуба, м		Тип условий произрастания	Класс бонитета насаждения (по общей бонитировочной шкале М. М. Орлова)	
			15-летних	18-летних	15-летнего	18-летнего		15-летнего	18-летнего
Лесостепная зона									
Совхоз им. Красной Армии	Группово-рядовой	43	45	43	$7,6 \pm 0,08$	$9,2 \pm 0,07$	D ₁	Ia	Ia
	Гнездовой	43а	43	42	$5,5 \pm 0,10$	$6,7 \pm 0,10$		II	II
	Рядовой	Защитная полоса питомника	39	39	$5,6 \pm 0,10$	$6,9 \pm 0,12$		II	II
Совхоз им. Карла Либкнехта	Группово-рядовой	35	45	40	$7,4 \pm 0,08$	$8,8 \pm 0,10$	D ₁	Ia	Ia
	Гнездовой	22	44	44	$4,4 \pm 0,10$	$5,5 \pm 0,09$		III	III
	Рядовой	12	42	42	$3,8 \pm 0,16$	$4,9 \pm 0,13$		III	III
Степная зона									
Совхоз "Красная Баштанка"	Группово-рядовой	159	37	37	$7,8 \pm 0,11$	$9,3 \pm 0,11$		Ia	Ia
	Гнездовой	159а	45	44	$5,9 \pm 0,08$	$7,2 \pm 0,08$	D ₁	II	II
	Рядовой	156	8	8	$5,3 \pm 0,36$	$6,4 \pm 0,38$		II	II

семь однолетних дубков слегка вытянутым шестиугольником с одним в центре на расстоянии 18—25 см друг от друга, с одновременным вводом спутников по древесно-кустарниковому и древесно-теневому типам посадки) на четвертом году имеют высоту 2—2,5 м. В то же время при гнездовом посеве в идентичных лесорастительных условиях и при таком же уходе за почвой высота четырехлетних дубовых полос не превышает 1,1—1,3 м.

Лучшие семилетние дубки группово-рядовых полос достигают в высоту 4,6—5,0 м, имея на открытом плато без полива и внесения удобрений почти такой же прирост, как быстрорастущий тополь канадский [7]. Это позволяет получить быстрое смыкание, ускорить рост, сократить срок ухода за почвой с 8—13 лет и более до 3 лет, создать по границам колхозных и совхозных полей севооборотов высокоэффективные защитные дубовые насаждения при значительно меньших затратах труда и денежных средств [9].

Основной показатель роста насаждений, в том числе и полезащитных лесных полос,—средняя высота в определенном возрасте. Как показывают исследования, в первые годы она зависит от первоначальных условий местопрорастания, так и от способа посадки, который как бы дополняет, изменяет условия местопрорастания и создает микроэкологические условия, по-разному влияющие на рост дуба.

Сказанное подтверждается результатами измерений высот и диаметров стволов в производственно-опытных полосах 12—13-метровой ширины. Эти данные обработаны математическими методами [5] и приведены в табл. 1 и 2. Прирост дуба черешчатого группово-рядовой посадки в полосе № 43 значительно выше, чем в контрольной полосе № 43а гнездового посева, заложенной в аналогичных условиях плато и являющейся зоной перехода мощных черноземов в обыкновенные.

На обыкновенном черноземе в совхозе «Красная Баштанка» культуры группово-рядовой посадки на полосе № 159, заложенные по ябл, также выше, чем в контрольной полосе № 159а гнездового посева того же древесно-теневого типа. Подобное соотношение высот мы отмечали и в ряде других хозяйств республики.

Диаметр дубков группово-рядовых лесных полос во всех случаях также больше. Оказывается, что возникающие при группово-рядовой посадке микроэкологические условия настолько благоприятно воздействуют на рост дуба, что в первые 7—8 лет он растет в два раза быстрее, чем при других способах. В силу этого он без осветления выходит в первый ярус и на четвертом году наступает полное смыкание, поэтому отпадает необходимость ухода за почвой.

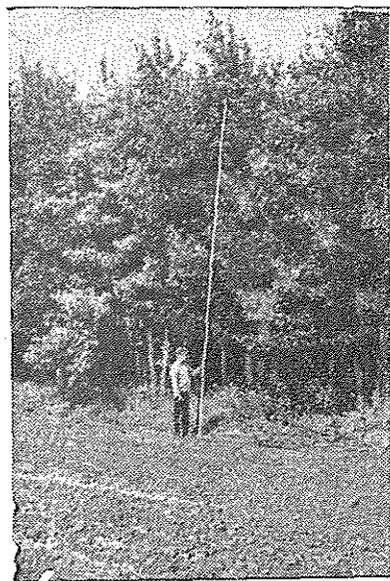


Рис. 1. Дубовая лесная полоса № 35 группово-рядовой посадки по ябл на мощном среднугумусном черноземе. Высота лучших дубков на 17-м году 9,0—9,5 м, средняя 8,2 м, класс бонитета Ia.

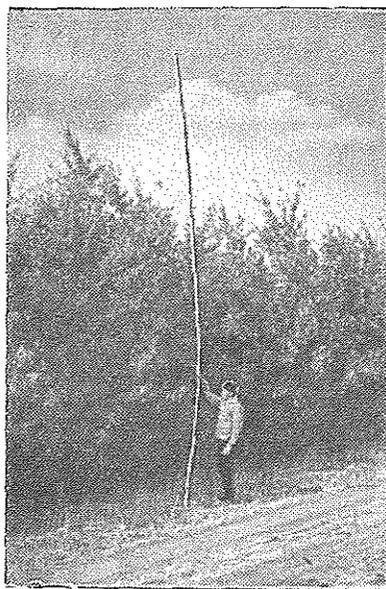


Рис. 2. Дубовая лесная полоса № 22 гнездового посева, созданная по паре, на мощном среднугумусном черноземе. Высота лучших дубков на 18-м году 6,0—6,5 м, средняя 5,5 м, класс бонитета III (контрольная).

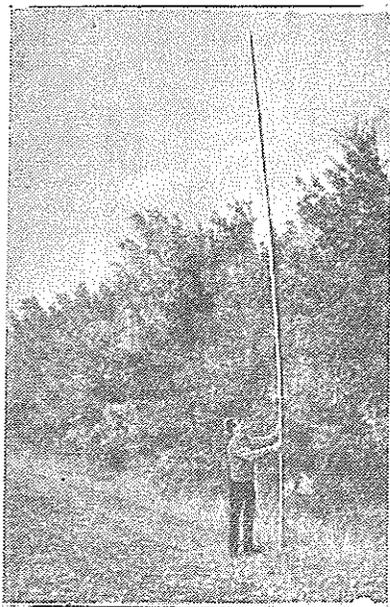


Рис. 3 Дубовая лесная полоса № 12 рядовой посадки, созданная по зяби, на мощном среднегумусном черноземе. Высота лучших дубков на 17-м году 5,5—6,0 м, средняя 4,6 м, класс бонитета III (контрольная).

Средняя высота дубовых полос настолько различна, что если полосы гнездового способа посева и рядовой посадки в условиях сухой дубравы (D_1), как видно из табл. 2, имеют II и III классы бонитета, то группово-рядовой посадки — Ia [6], что является немалым успехом в полезащитном лесоразведении и заслуживает внимания.

Высота 17- и 18-летних дубовых полезащитных полос, созданных тремя различными способами (совхоз им. Карла Либкнехта, Харьковская обл., Богодуховский район) наглядно показана на рис. 1, 2 и 3.

Данные табл. 2 говорят о том, что средняя высота 15- и 18-летнего дуба в полосах гнездового посева и рядовой посадки меньше, чем в полосах группово-рядовой посадки.

В лесной полосе гнездового посева № 159а совхоза «Красная Баштанка» к концу периода максимальной энергии роста дуба прирост несколько увеличился (по общей бонитировочной шкале М. М. Орлова [6] приблизился ко II классу бонитета). Однако средняя высота лесной полосы группово-рядовой посадки осталась по-прежнему на 2 м выше. Такой результат ценен для нас потому, что каждый километр лесной полосы, имеющей высоту на 2,0—3,0 м больше средней, по литературным данным М. К. Гладышевского [2], [3], В. А. Бодрова [1], Н. М. Милосердова [4] и др., ежегодно обеспечивает получение дополнительно до 30—45 ц урожая зерновых культур.

Ускоренный рост дуба при группово-рядовом способе, особенно в первые годы, позволяет сформировать более высокоэффективные полезащитные насаждения при значительно меньших трудовых и денежных затратах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. А. Бодров. Лесная мелнорация. Изд-во сельхозлитературы, журналов и плакатов, М., 1961. [2]. М. К. Гладышевский. Полезащитные лесные полосы. Сельхозгиз, М., 1945. [3]. М. К. Гладышевский. Выращивание защитных насаждений посадкой сеянцев дуба. Журн. «Лесное хозяйство» № 3, 1953. [4]. Н. М. Милосердов. Лесополосы и урожай. Журн. «Земледелие» № 1, 1966. [5]. К. Е. Никитин. Методическое пособие к выполнению контрольных работ по вариационной статистике. Изд-во УАСХН, Киев, 1961. [6]. К. Е. Никитин. Лиственница на Украине. Изд-во «Урожай», Киев, 1965 (с таблицей М. М. Орлова, стр. 319). [7]. А. В. Прилуцкий. Рост культур тонолей в зависимости от влажности и плотности почвы при различной агротехнике. Журн. «Лесоводство и агролесомелиорация» № 1, 1965. [8]. Г. М. Череди́ченко. Из опыта гнездово-рядовой посадки защитных лесонасаждений. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1961. [9]. Г. М. Череди́ченко. Эффективность группово-рядовых лесных полос. Журн. «Вестник сельскохозяйственной науки» № 5, 1967.

УДК 634.0.032

О СОЗДАНИИ КУЛЬТУР КРУПНОМЕРНЫМИ САЖЕНЦАМИ ЕЛИ

В. П. ТАРАСЕНКО, И. А. ТАРАСЕНКО

Белорусский НИИ лесного хозяйства

Многолетний лесокультурный опыт в лесах БССР и соседних с ней областей показал малую эффективность широко применяемой ныне системы создания еловых культур. Сохранность еловых культур Белоруссии составила только 53%, более половины их находится под пологом лиственных пород.

Обусловлено это тем, что применяемая технология создания культур ели не соответствует биологическим и эколого-лесоводственным свойствам породы, а также особенностям закультивированных участков. Известно, что на участках, характерных для выращивания высокопродуктивных еловых насаждений, на третий и последующие годы очень буйно разрастается травянистая и древесно-кустарниковая растительность. Именно с этого момента прекращается уход за высаженными растениями. Более того, при рыхлении почвы вокруг высаженных растений на глубину до 8—12 см в большинстве случаев культурам причиняется больше вреда, чем пользы.

На вырубках, зарастающих сорняками, наиболее простым и эффективным способом восстановления еловых насаждений, как это отмечено в ряде работ и как следует из фактического материала данной статьи, является способ создания культур ели посадкой крупномерным посадочным материалом (3—7-летними перешколенными саженцами*).

Еловые культуры в лесах БССР, созданные 50-летними саженцами в ямки под лопату, в 50-летнем возрасте при среднем диаметре ствола 19—23 см имеют среднюю высоту 24—27 см и запас древесины 550—670 м³ на 1 га [1].

В данной статье приводятся некоторые итоги опыта культур ели посадкой крупномерными дичками и перешколенными саженцами в Брянском опытном лесничестве.

Еловые культуры, созданные посадкой 5-летними саженцами в ямки под лопату, были заложены еще в 1912 г. под руководством А. В. Тюринна на сплошной вырубке из-под елово-широколиственного насаждения, состав которого до рубки был: I ярус — 3Е (30—140 лет) 4Кл.о2Д1Б, возраст 70—90 лет; II ярус — 5ЕЗКл.о1Д1Ил, 30—60 лет; в подлеске липа, лещина, рябина, бересклет бородавчатый и др.

Почва на закультивированном участке дерново-слабо-среднеподзолистая, супесчаная на глауконитовых песках с фосфоритами, подстилаемыми глиной. Тип условий местопроизрастания свежая судубрава С₂—D₂. Тип леса ельник-кисличник. Первоначально было высажено около 5,0 тыс. саженцев на 1 га, с размещением 2×1 м. Уход за культурами состоял в удалении травы вокруг саженцев, выполненном один раз в 1914 г., и в осветлениях, проведенных в 1915 и 1918 гг. В последующем вырубали деревья березы и других лиственных пород и сухой ели.

Таблица 1

Возраст культур, лет	Число деревьев		Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Запас древесины, м ³ /га	Средний прирост древесины, м ³ /га
	тыс. шт. на 1 га	% от высаженных				
21	4,3	86	8,3	8,0	102	5,0
27	4,1	82	9,9	10,1	188	6,7
32	3,4	68	11,6	13,8	267	8,3
47	2,2	44	16,3	21,5	526	11,2

Примечание. Возраст культур определен с учетом возраста посадочного материала.

* Возраст перешколенных саженцев определяется числом лет нахождения их в школьном отделении.

Рост и формирование этих культур изучали на постоянных пробных площадях. Данные этих наблюдений приведены в табл. 1.

К 50-летнему возрасту сформировано чистое высокопродуктивное еловое насаждение с примесью единичных деревьев дуба, клена и березы.

В аналогичных условиях на свежей сплошной вырубке из-под расстроенного елово-широколиственного насаждения весной 1958 г. на площади 2 га мы заложили культуры ели посадкой дичками, высотой 40 см, в ямки под лопату без предварительной обработки почвы. Размещение посадочных мест 1,4×2,0 м. Было высажено более 3,5 тыс. дичков на 1 га. Уход за культурами в первые три года жизни не проводили. На 4-й год в начале лета были вырублены затеняющие деревья лиственных пород. Закультивированный участок сильно зарос травой и лиственной порослью. На 1 га насчитывается более 77 тыс. особей естественно возобновившихся пород, в том числе: Е и Д — 0,6; К.л.о, Вз и Яс — 11,3; Лп — 10,0; Б — 18,3; Ос — 12,7; Ив — 10,9 и кустарников — 13,3 тыс. шт. Средняя высота лиственных пород составляет 110—120 см, а максимальная — 250—300 см.

Несмотря на обилие поросли, культуры имеют хорошее состояние. В 8-летнем возрасте на 1 га сохранилось более 2,7 тыс. деревьев ели, или 75%. Средняя высота культур 173 см, в том числе прирост за период роста после пересадки составил 133 см, или в среднем за год около 17 см. После осветления культур ели энергия роста их в высоту увеличилась в 2,5—4,0 раза (12—21 см против 4—5 см).

Раскопки корневых систем более крупных деревьев ели после 7 лет роста их в культурах показали, что в глубь почвы корни проникли на 100—110 см. Поверхностные корни имеют длину по радиусу 250—300 см, распространяются во все стороны и расположены в основном на глубине до 5—10 см в самом верхнем гумусном горизонте, а нередко и под слоем опада на его границе с минеральным слоем почвы. Диаметр проекций распространения поверхностных корней у 7-летних деревьев ели достигает 5,0—6,5 м, а диаметр проекции кроны у них составляет 1,5—1,7 м. Поверхностные корни ели одинаково переплетают и обходят корни всех древесно-кустарниковых пород и трав, располагаясь обычно над ними.

Весной 1961 и 1962 гг. на площади 10 га в аналогичных условиях на сплошных рубках из-под елово-широколиственных насаждений были созданы еловые культуры посадкой 3—7-летними перешколенными саженцами* в ямки под лопату без предварительной обработки почвы и без последующего ухода за ней. Вырубки сильно заросли травой и порослью лиственных пород. На 1 га насчитывается 88 тыс. особей естественно возобновившихся древесно-кустарниковых пород, в том числе: Лп, К.л.о, Д — 34,0; Ос — 5,4; Б — 3,6; кустарников — 44,2 тыс. шт. (из них малыши — 35,9 тыс. шт.). Средняя высота естественного молодняка составляет 150—180 см, а максимальная 250—300 см. Проективное покрытие почвы травами колеблется в пределах 70—80%. Но и при таких условиях сохранность саженцев ели оказалась довольно высокой (70—80% к концу 4—5-го года), а энергия роста их интенсивной.

Так, средний прирост по высоте за первые два года составил 11—12 см, а за 4—5-й — 26—32 см. Средний прирост за первые пять лет роста равен 20 см в год, или в 1,5—2,5 раза больше, чем у 2-летних сеянцев за эти же годы. Некоторые деревья ели в культурах начали плодоносить. Следовательно, лесосеменные плантации ели нужно закладывать этим способом.

Способ восстановления ели посадкой крупномерными саженцами эффективнее обычных способов еловых культур. Себестоимость 1 га еловых 3-летних культур, созданных крупномерным посадочным материалом, составляет 50 руб., а 3-летних культур ели, созданных посадкой сеянцев с последующим уходом путем шестикратного мотыжения — 75—100 руб. Показатели себестоимости 1 га лесных культур по способам создания их как по фактическим затратам, так и рассчитанные по методике ЛенНИИЛХа [2], близки между собой. Следовательно, экономическая эффективность способа создания культур ели посадкой крупномером в 1,5—2,0 раза выше, чем посадкой 2-летними сеянцами с обязательным шестикратным рыхлением почвы.

Эффективность выращивания еловых насаждений из крупномерного посадочного материала, как показывает многолетний опыт, заключается также в значительном снижении возраста рубки их по главному пользованию. Качественной спелости такие культуры достигают в возрасте 50—60 лет.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Ф. Киселев. Исследования хода роста культур ели в БССР. Минск, 1961.
[2]. Методические указания по определению себестоимости лесных культур. ЛенНИИЛХ, Л., 1963.

* Возраст саженцев указан по числу лет нахождения в школе.

УДК 624.0.56

ТАБЛИЦЫ ХОДА РОСТА КУЛЬТУР ДУБА В ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ПОЛОСАХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

В. Н. ЕГОРОВ

Воронежская экспедиция Юго-Восточного лесоустроительного предприятия

И. В. ТРЕЩЕВСКИЙ

Воронежский лесотехнический институт

П. М. ВАСИЛЬЕВ

3-я экспедиция Юго-Восточного лесоустроительного предприятия

В полезащитных насаждениях Воронежской области дуб летний — основная лесообразующая порода — занимает 17,8% общей их площади.

При лесоустройстве этих насаждений в 1966—1969 гг. возникли трудности, связанные с отсутствием таблиц хода роста культур дуба в полезащитных полосах. Для улучшения качества лесоустроительных материалов 3-я Воронежская лесоустроительная экспедиция Юго-Восточного лесоустроительного предприятия в содружестве с кафедрой лесных культур ВЛТИ проводила опытные работы, имеющие целью составить местные таблицы хода роста дуба. Для этого заложены пробные площади в чистых дубовых 5—35-летних культурах максимальной полноты в полезащитных полосах шириной 10—20 м, с размещением посадочных мест $0,7 \times 1,5$ м, расположенных в южной правобережной части р. Дон (возвышенная равнина, сильно расчлененная оврагами и балками, высота над уровнем моря 180—220 м), на пологих склонах южной экспозиции с уклоном до 2°.

Все исследованные лесные полосы созданы на обыкновенных черноземах D₂, которые в пределах области занимают примерно 50% площади [1]. На пробных площадях обыкновенные черноземы представлены несмытыми и слабо смытыми разностями. Подпочва, как правило, представлена светло-бурыми и палево-желтыми лёссовидными суглинками и глинами, обогащенными углекислой известью. Мощность гумусового горизонта А + В₁ колеблется от 80 до 40 см; содержание гумуса в верхнем горизонте составляет 7—9%, общего азота 0,362—0,384%; рН водной вытяжки 6,7—7,0; вскипающие отмечаеются на глубине от 41 до 80 см. Грунтовые воды на приводораздельных склонах, где проводились исследования, залегают на глубине 20 м и более.

Для составления таблиц хода роста культур дуба использовано 10 пробных площадей, на которых срублено 50 модельных деревьев. Таксационные показатели насаждения за весь период его существования, в зависимости от ширины полосы и характеристики развития деревьев крайних и средних рядов, мы изучали на 20 модельных деревьях с полным анализом хода роста стволов. Анализ показал, что высота расположения основной скелетной кроны незначительна (0,10—0,20 м). Аналогичные данные получены Е. С. Павловским в Каменной степи [2].

Пробные площади закладывали в одинаковых условиях местопроизрастания (рельеф, экспозиция, уклон, почва, подпочва), в дубовых насаждениях II класса бонитета (по шкале М. М. Орлова).

Таблицы составлены графоаналитическим методом с использованием эмпирических связей между таксационными признаками (табл. 1).

Чтобы выявить особенности роста дуба в полезащитных полосах, составленные таблицы сравнивали с таблицами И. М. Науменко для семенных дубовых насаждений СССР и Е. И. Луция для культур дуба степной зоны УССР. Установлены значительные отклонения в показателях. Наименьшие отклонения средних таксационных данных дают таблицы Е. И. Луция. Однако для таксации культур дуба Центрально-Черноземного экономического района и они малопригодны, так как дают большую ошибку. Так, в возрасте 35 лет высота дуба в полезащитных полосах Воронежской области меньше, чем в степи Украины, на 10%, а диаметр меньше почти на 50%. В то же время запас стволовой древесины на 22% больше.

Аналогичные отклонения отмечаются и в росте более молодых культур. Эти различия связаны, преимущественно, с тем, что в Воронежской и смежных с ней областях сохранность дуба в полезащитных полосах значительно больше, чем в культурах

Таблица 1

Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов на 1 га	Сумма площадей сечения, м ²	Средний коэффициент формы, 0,001	Видовое число, 0,001	Запас стволовой древесины, м ³	Ежегодное изменение запаса стволовой древесины, м ³	
								среднее	текущее
5	2,4	2,0	9802	3,1	1094	1083	8	1,8	1,8
10	4,2	4,0	9228	11,6	843	699	34	3,4	5,2
15	6,0	5,8	7354	19,4	743	566	66	4,4	6,4
20	7,8	7,4	5868	25,2	689	513	101	5,0	7,0
25	9,6	8,8	5021	30,5	655	474	139	5,6	7,6
30	11,4	10,0	4497	35,3	632	447	180	6,0	8,2
35	13,1	11,0	4187	39,8	616	430	224	6,4	8,8

дуба на Украине. Таблицы хода роста, построенные для семенных массивных дубрав СССР, не рекомендуется применять при таксации пологих лесных полос.

По нашему мнению, при таксации пологих лесных полос из дуба следует пользоваться только местными таблицами хода роста, которые позволяют повысить точность таксации насаждений по отдельным элементам на 10—50%. По мере накопления необходимых данных такие таблицы должны быть построены для дубовых лесных полос до возраста рубки (60—70 лет).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. Г. Адерихин. Почвы Воронежской области. Изд. ВГУ, Воронеж, 1963.
[2]. Е. С. Павловский. Лесные полосы — объект лесоустройства. ЦБНТИ, М., 1968.

УДК 634.0.423.4 (634.0.221.02)

НАКОПЛЕНИЕ И ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА УЧАСТКАХ ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК В ГОРНЫХ ЛИСТВЕННО-ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

А. С. ЧИНДЯЕВ

Уральский лесотехнический институт

Снежный покров и его влияние на климат изучали многие ученые [2]—[12], [14]—[22]. Исследования показали, что отложение снега зависит от состава, возраста, сомкнутости древостоев, высоты над уровнем моря и рельефа. В литературе мы не нашли сведений о снегонакоплении на участках различных способов рубок.

Накопление и температурный режим снежного покрова мы изучали на участках сплошных, постепенных, группово-выборочных рубок и не пройденных рубками (контроль) в период максимального снегонакопления в 1970 г. Объекты исследований расположены в Саткинском лесхозе Челябинской области, на высоте 720 м над уровнем моря, в типичных для горной части Южного Урала спелых лиственнично-еловых древостоях. Первый прием постепенных, группово-выборочных рубок, а также сплошные рубки проведены осенью 1969 г.

Древостой на исследованных участках двухъярусный: первый ярус 5Е5Б, высота 20 м, полнота 0,7—0,9, запас 180—200 м³; второй ярус — 10Е, высота 10—12 м, полнота 0,2—0,3, запас 25—30 м³.

Полевые исследования проведены маршрутным методом с учетом требований «Наставления гидрометеорологическим станциям и постам» [13] и рекомендаций Н. А. Антимонова [1]. Снегосъемки при помощи переносной снегомерной рейки и весового снегомера проводили по пятидневкам.

Установлено, что период максимального снегонакопления приурочен к третьей декаде марта. В это время высота снежного покрова на контрольном участке была 67 см (100%), а запас воды, которая образовалась бы при таянии имеющегося снега, равен 162 мм (100%) — рис. 1. На участках сплошной рубки мощность снежного покрова была на 13, а запас воды на 18% выше, чем на контрольном участке, и составляла соответственно 76 см и 190 мм.

Мощность снежного покрова на участках постепенных и группово-выборочных рубок колебалась от 54 до 79 см в зависимости от интенсивности изреживания древо-

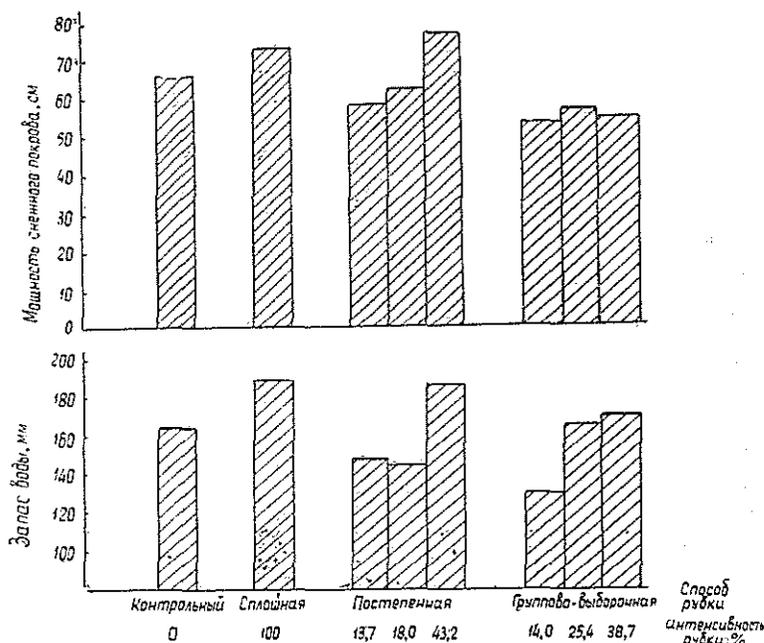


Рис. 1.

стоя при первом приеме рубки. С увеличением интенсивности изреживания, которая приводит к снижению сомкнутости полога древостоя, мощность снежного покрова повышается.

Так, на участках постепенных рубок с интенсивностью изреживания древостоя 13,7; 18,0 и 43,2% первоначального запаса, мощность снежного покрова, составила соответственно 88,1; 91,0 и 116% высоты снежного покрова контрольного участка, а запас воды 90,3; 89,7 и 116,0%. Таким образом, интенсивность изреживания древостоя при первом приеме постепенных рубок, равная 13,7 и 18,0% запаса, приводит к уменьшению мощности снежного покрова и запасов воды соответственно на 11,9—9,0 и 9,7—8,5% по сравнению с контролем. На участке сплошной рубки это уменьшение еще значительнее (22,4—20,0 и 23,0—22,0% от контроля). И только на участках постепенных рубок, где древостой при первом приеме изрежен на 43,2%, мощность снежного покрова и запасы воды примерно такие же, как и на участках сплошных рубок, и равны 102,0 и 99,0%.

На участках группово-выборочных рубок даже изреживание древостоя при первом приеме на 38,7% не привело к увеличению мощности снежного покрова. Здесь он ниже на 19,5%, чем в контроле. На участках с интенсивностью рубки 25,4 и 38,7% запасы воды примерно равны запасам на контрольном участке. Меньшая степень изреживания древостоя при первом приеме рубки приводит к значительному снижению запасов воды.

На участках различных способов рубок температура в толще снега во все сроки наблюдений всегда выше, чем на его поверхности (рис. 2). Минимальные температуры наблюдаются в утренние и вечерние часы на поверхности снега. Так, за третью декаду марта средняя температура на поверхности снега утром на участках всех способов рубок была $-3,3^{\circ}\text{C}$, вечером колебалась в зависимости от способа рубки от $-2,0$ до $-2,9^{\circ}\text{C}$. В полдень (13 час.) минимальные температуры наблюдаются в толще снега мощностью 20—30 см. В течение дня резким температурным колебаниям подвержен только верхний 20—30-сантиметровый слой снега. На глубине 50 см температура снега в течение дня остается в пределах $-1,0^{\circ}\text{C}$, колебания не превышают $-0,3^{\circ}\text{C}$, максимальные отклонения наблюдаются в полуденные часы.

На участках постепенных рубок с интенсивностью изреживания древостоя 43,2% температуры снежного покрова самые высокие как в течение дня, так и за весь период наблюдений. Таким образом, на участках постепенных рубок с интенсивностью изреживания древостоя 43,2% создаются более надежные условия для сохранения всходов и подроста в зимнее время. Температурный режим снежного покрова на участках группово-выборочных рубок, где древостой изрежен на 38,7%, аналогичен температуре снега участков сплошных рубок. На контрольном участке температура

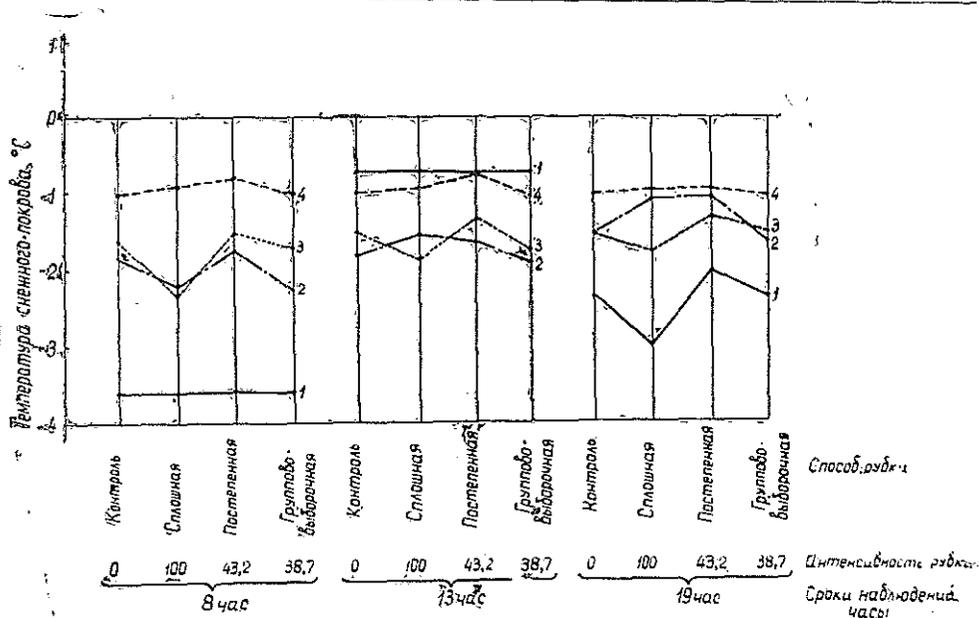


Рис. 2.

1 — температура на поверхности снега; 2 — на глубине 20 см; 3 — на глубине 30 см; 4 — на глубине 50 см (поверхность почвы).

снега выше, чем на участках сплошных и группово-выборочных рубок с интенсивностью изреживания древостоя 38,7% запаса.

Следовательно, постепенные рубки интенсивностью изреживания древостоя при первом приеме 43,2% обеспечивают условия не только для оптимального накопления снега и воды, но и для создания более высокого температурного режима в толще и на поверхности снега, а поэтому вполне приемлемы в горных ельниках Южного Урала.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. А. Антимонов. Массовые снегосъемки. Гидрометеонздат, Л., 1950.
 [2]. М. Д. Будз, О. Л. Рыбак. Распределение снежного покрова в бассейне Слюдянки. Сборник материалов конференции молодых научных сотрудников Института земной коры. СО АН СССР, Иркутск, 1963. [3]. А. И. Воейков. О влиянии лесов на климат. Журн. «Природа и охрана» № 4, 1872. [4]. А. И. Воейков. Снежный покров, его влияние на климат и погоду и способы его исследований. СПб., 1885.
 [5]. Г. Н. Высоцкий. О гидрологическом и метеорологическом влиянии лесов. Гостехиздат, М., 1938. [6]. Н. Н. Галахов. Снеговой покров в лесу. Журн. «Гидрология и метеорология» № 3, 1940. [7]. П. Л. Горчаковский. Лесная растительность подгольцевого пояса Урала. Сборник работ по лесному хозяйству. УЛТИ, вып. 2, Свердловское книжное изд-во, 1954. [8]. П. Л. Горчаковский. Закономерности снегонакопления в горах Северного Урала и водоохранная роль высокогорных лесов. Труды Уральского лесотехнического института, вып. XVI, 1959.
 [9]. Л. Д. Долгушин. Некоторые наблюдения над снежным покровом в северной части Среднего Урала зимой 1939 г. Проблемы физической географии, вып. 9, изд-во АН СССР, М.—Л., 1940. [10]. А. П. Клинцов. Микроклиматическая и гидрологическая роль лесов Сахалина. Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Сахалинская ЛОС, Южно-Сахалинск, 1969. [11]. А. О. Кеммерих. Важнейшие закономерности распределения снежного покрова на Приполярном Урале. Известия АН СССР, серия географическая, № 4, 1957. [12]. А. А. Молчанов. Гидрологическая роль леса. Изд. АН СССР, М., 1960. [13]. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 3, «Основные метеорологические наблюдения», Гидрометеонздат, Л., 1946. [14]. Н. С. Нестеров. О влиянии леса на температуру почвы и грунта. «Лесопромышленный вестник», № 14, 1909. [15]. В. Г. Нестеров. К вопросу о влиянии леса на снеговой покров. Журн. «Метеорология и гидрология» № 3, 1940. [16]. Г. Д. Рихтер. Снеговой покров, его формирование и свойства. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1945. [17]. В. И. Рутковский.

Гидрологическая роль леса и лесное хозяйство. Сб. «Водоохранная роль леса», М., 1940. [18]. Е. Д. С а б о. Некоторые результаты исследований формирования снежного покрова в лесу. Сб. «Снежный покров, его распределение и роль в народном хозяйстве», АН СССР, М., 1962. [19]. М. И. С а х а р о в. Влияние лесных фитоценозов на снеговой покров. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1939. [20]. В. И. Т а р а н к о в. Особенности распределения снежного покрова в хвойно-широколиственных лесах Южного Приморья. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1963. [21]. С. Г. Ш и я т о в. Снежный покров на верхней границе леса и его влияние на древесную растительность. Труды Института экологии растений и животных УФАИ СССР, вып. 69, Свердловск, 1969. [22]. Г. Р. Э й т и н г е н. Снежный покров в лесу и поле. Журн. «Лесное хозяйство» № 2, 1939.

УДК 634.0.114.11/19

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА ПРИ ИЗУЧЕНИИ СВОЙСТВ ЛЕСНЫХ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

Б. Д. ЗАЙЦЕВ

ВНИИЛМ

В существующих методиках по изучению почвенного покрова в лесах СССР имеются рекомендации по применению агрохимических методов анализа лесных почв. В сельском хозяйстве агрохимические анализы являются диагностическими и применяются с целью установления потребности и доз внесения удобрений и известки в почву. Такие анализы выполняются, прежде всего, для пахотных горизонтов. В связи с пестротой агрохимических показателей в пределах ограниченных площадей берутся смешанные образцы [5], [1], [4]. Однако подход к вопросу о количестве индивидуальных образцов, из которых составляется смешанный, неодинаков. Интересна в этом отношении работа Манойловича и Райковича [6], которые рекомендуют составлять смешанные образцы из 25 индивидуальных.

Лесные подзолистые почвы в пределах однородной лесорастительной обстановки часто различны по своим свойствам. Это еще в 1922 г. было показано финским исследователем Вальмари на массовом материале [7]. Такие различия могут наблюдаться и в пределах ограниченных лесных площадей, входящих в один почвенный выдел [2].

В связи с этим в лесном хозяйстве необходимо уточнить методику взятия образцов почв для получения достоверных агрохимических показателей и, прежде всего, установить количество образцов почвы, из которых составляется смешанный. Кроме того, в лесном хозяйстве приходится сталкиваться с необходимостью изучения свойств почвы в их естественном состоянии. В этих условиях верхние слои почвы могут быть сложены разными генетическими горизонтами, часто резко различными. Отсюда вытекает необходимость производить исследование по генетическим горизонтам профиля почвы.

Наши исследования верхних горизонтов лесных подзолистых почв были выполнены в 1968—1969 гг. на следующих трех объектах.

1—Московская область, Загорский лесхоз, Хомяковское лесничество, квартал 78, лесосека 1965 г. Почвообразующий нанос—покровный тяжелый суглинок. Характерно наличие микрорельефа. Почвенный покров характеризуется присутствием мелкодерновых среднеподзолистых почв. Типично присутствие ясно выраженного горизонта грубого гумуса A_0 . Площадь опытного участка—1,25 га.

2—Московская область, Пушкинский лесхоз, Красноармейское лесничество, квартал 21, лесосека 1968 г. Почвообразующий нанос—покровный тяжелый суглинок. Почва мелкодерновая слабоподзолистая. Присутствие ясно выраженного горизонта грубого гумуса A_0 не характерно. Площадь опытного участка—0,65 га.

3—Ленинградская область, Тосненский лесхоз, Тосненское лесничество, квартал 69. Насаждение—березняк-черничник II класса бонитета, V класса возраста. Почвообразующий нанос—моренный средний суглинок. Микрорельеф слабо выражен. Почва мелкодерновая среднеподзолистая. Типично присутствие резко выраженного горизонта грубого гумуса A_0 . Площадь опытного участка—0,25 га.

На объектах было сделано по 25 прикопок для взятия образцов почв из верхних генетических горизонтов A_0 , A_1 , A_1-A_2 , A_2 и A_2-B . В образцах почв определяли гидролитическую кислотность, обменную кислотность, сумму обменных оснований, подвижный калий по Пейве и подвижный фосфор по Кирсанову [4]. Полученные данные обрабатывали математическими методами с установлением средней арифметической M ; средней ошибки m ; процентированной ошибки P . Методика получения этих величин освещена в печати [3]. Результаты приведены в табл. 1.

Наименование анализа	Лесничество	Горизонты A_0				Горизон
		пределы колебаний	M	m	P	пределы колебаний
Гидролитическая кислотность, мг-экв	Хомяковское	19—71	38,4	2,68	7,0	7,3—24,2
	Красноармейское	—	—	—	—	7,0—19,1
	Тосненское	23—97	61,4	6,64	10,8	5,3—22,0
Обменная кислотность, мг-экв	Хомяковское	0,6—2,8	1,4	0,12	8,6	0,6—4,0
	Красноармейское	—	—	—	—	0,2—3,5
	Тосненское	1,3—12,3	4,5	0,72	16,0	0,2—6,2
Сумма обменных оснований, мг-экв	Хомяковское	12—58	34,2	2,62	7,7	0,7—17,4
	Красноармейское	—	—	—	—	5,3—17,7
	Тосненское	10—73	35,6	3,21	9,0	4,0—16,4
Подвижный калий, мг на 100 г почвы	Хомяковское	88—312	142,0	13,16	9,3	2,0—25,0
	Красноармейское	—	—	—	—	9,0—38,0
	Тосненское	15—86	53,7	5,89	11,0	1,3—13,2
Подвижный фосфор, мг на 100 г почвы	Хомяковское	8—187	32,3	7,07	21,9	1,3—25,0
	Красноармейское	—	—	—	—	0,5—8,0
	Тосненское	0—36,5	4,7	1,77	37,7	0—7,5

Из таблицы видно, что лесные подзолистые почвы в пределах весьма ограниченных площадей, входящих в один почвенный выдел, и при одинаковом характере основных факторов почвообразователей (климата и почвообразующего наноса) могут обладать разными агрохимическими свойствами, о чем объективно свидетельствуют величины P . Полученные величины значительно колеблются по генетическим горизонтам в пределах профиля почвы. Наиболее высоки процентированные ошибки в содержании подвижного фосфора. Таким образом, можно считать, что во многих случаях полученные результаты не могут удовлетворять требованиям необходимой точности эксперимента.

В условиях лесных подзолистых почв почвенный покров в пределах одного выдела даже при крупном масштабе съемки весьма различен, что затрудняет использование агрохимических показателей, принятых в сельском хозяйстве, в связи с необходимостью составления смешанных образцов из очень большого количества проб. Значительные колебания показателей определяют недостаточную эффективность оценки по средним величинам. Характеристика свойств почвы в пределах одного выдела представляет самостоятельный интерес, так как определяет возможность детальной оценки лесоводственного фона изучаемого объекта.

Если количество наблюдений не позволяет получить средних показателей с должной точностью, цифры, характеризующие лестроту свойств почвенного покрова, могут быть использованы в качестве оценки изучаемого объекта. Так, например, величина процентированной ошибки P содержания фосфора в горизонте A_1 — A_2 почвы из Красноармейского лесничества равна 25, а выражение $M \pm m$ имеет численное значение $0,2 \pm 0,05$, что позволяет сделать заключение о бедности этого горизонта подвижной фосфорной кислотой.

Из настоящего сообщения можно сделать вывод, что применению агрохимической методики к лесным почвам должно предшествовать ее изучение до введения в производственную практику.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Агрохимические методы исследования почв. АН СССР. Почвенный институт им. Докучаева, М., 1960. [2]. Б. Д. Зайцев. О числе повторностей при определении запасов и содержания гумуса и обменного кальция в лесных подзолистых почвах. Журн. «Почвоведение» № 4, 1962. [3]. П. П. Константинов. Основы сельскохозяйственного опытного дела. Сельхозгиз, 1952. [4]. Пособие по проведению анализов почв и составлению агрохимических картограмм. Россельхозиздат, М., 1965. [5]. Спутник агрохимика. Сельхозгиз, М., 1940. [6]. S. Manajlović, Z. Raiković. Predlog narmi u sistemu kontrole plodnosti zemljišta i primone dubriva. «Agrohemija» № 1—2, 1969. [7]. I. Walimari. Beitrag zur chemischen Bodenanalyse Acta forest. Fennica, № 20, 1922.

Таблица 1

ты А ₁			Горизонты А ₁ —А ₂ и А ₂				Горизонты А ₂ —В			
М	т	Р	пределы колебаний	М	т	Р	пределы колебаний	М	т	Р
12,8	0,72	5,6	3,2—10,0	6,4	0,30	4,7	4,0—11,3	7,0	0,44	6,3
11,9	0,58	4,9	3,2—10,7	7,2	0,36	5,0	4,4—7,9	5,5	0,23	4,2
14,5	0,84	5,8	2,9—8,7	5,9	0,34	5,8	—	—	—	—
2,3	0,19	8,3	0,7—3,8	1,8	0,13	7,2	0,9—4,9	2,4	0,24	10,0
1,2	0,15	12,5	1,4—6,1	4,0	0,30	7,5	1,1—6,3	3,1	0,27	8,7
3,2	0,32	10,0	0,4—3,4	1,7	0,26	15,3	—	—	—	—
3,8	0,73	19,2	0,3—5,6	1,7	0,21	12,4	0,4—7,3	3,9	0,34	8,7
11,4	0,59	5,2	2,1—11,1	4,4	0,26	5,9	2,7—11,1	6,5	0,42	6,5
7,5	0,72	9,6	0,8—7,2	2,8	0,27	9,6	—	—	—	—
6,4	0,92	14,4	0—7,0	2,4	0,30	12,5	0—5,0	2,1	0,27	12,9
17,6	1,25	7,1	5,0—10,0	5,8	0,28	4,8	3,0—10,0	6,9	0,39	5,7
6,4	0,66	10,3	1,0—6,5	3,7	0,30	8,1	—	—	—	—
6,6	1,30	19,7	1,2—40,0	10,6	2,05	19,3	1,2—30,0	8,4	1,43	17,0
2,5	0,35	14,0	0,1—1,0	0,2	0,05	25,0	0—8,0	1,9	0,42	22,1
0,5	0,37	74,0	0—7,5	0,9	0,33	36,7	—	—	—	—

УДК 634.0:52

О ВЫЧИСЛЕНИИ ОБЪЕМОВ СОСЕНОК, НЕ ДОСТИГШИХ ВЫСОТЫ ГРУДИ

П. И. ВОИЧАЛЬ

Архангельск

Для лесной таксации всегда представляли интерес объемы деревьев, пригодных для использования, и запасы древостоев, которые могут быть объектами рубок. Поэтому в таксации разработаны и применяются таблицы, в которых входами служат высота и диаметр на высоте груди. Это относится и к маломерным деревьям выше 1,5 м. Для более низких деревьев и древостоев таблиц объемов или запасов пока нет.

Между тем, и самые молодые древостои заслуживают оценки по запасу как комплексному признаку, всего лучше характеризующему их производительность. Это важно для инвентаризации молодняков, для оценки естественного возобновления и культур, для учета продукции от осветлений и т. д. Следовательно, необходим метод, позволяющий просто, но достаточно точно оценить запас любого, даже самого молодого древостоя. В настоящей статье сделана попытка найти такой метод.

Исходным материалом для исследования послужили 53 модельных дерева, взятых в десятилетнем сосновом молодняке естественного происхождения, возникшем после вырубki горельника в типе леса сосняк-черничник (Емцовский учебно-опытный лесхоз Архангельского лесотехнического института). В лабораторной обстановке модели детально обмерены, установлены общие высоты и диаметры на шейке корня, на 0,1; 0,2 и т. д. по схеме, предложенной проф. В. К. Захаровым. По этим измерениям был подсчитан объем каждого стволика, принятый за истинный. Высоты моделей, измеренные с точностью 1 см, колебались от 124 до 45 см; модели были разделены по 10-сантиметровым ступеням высоты, и все дальнейшие вычисления привязаны к этим ступеням.

Основным диаметром был избран нулевой (d_0), то есть диаметр шейки корня, который, кстати, постоянно используется лесокulturниками для характеристики роста молодняка в толщину. Этот диаметр колебался у моделей в пределах от 2,2 до 0,6 см (среднее 1,2 см).

Измерения сделаны при помощи сантиметровой ленты (высоты) с точностью 1 см и штангенциркуля (диаметры) с точностью 0,1 мм. Объемы стволиков вычислены с точностью 1 см³ и выражены в целых кубических сантиметрах. В нашей выборке они колебались от 184 до 8 см³ (в среднем 49 см³).

Прежде всего, была использована известная формула объема ствола

$$v = \frac{\pi d^2}{4} hf.$$

Поскольку наши деревья были ниже высоты груди, за основу взят диаметр шейки корня. Вычисленные таким образом абсолютные видовые числа f_0 стволиков коле-

балнсь по ступеням высот от 0,45 до 0,56 (среднее 0,48). Для аналитического выравнивания видовых чисел мы пользовались также известной формулой вида

$$hf = a + bh.$$

Полученные уравнение связи, коэффициент корреляции и коэффициент сглаженности даны в табл. 1. По ступеням высот значения hf_0 колебались от 54 до 26 (среднее 42). Вычисленный по d_0 и hf_0 суммарный объем моделей в сопоставлении с истинным показан в табл. 2.

Таблица 1

у	х	Уравнение связи	$r \pm m_r$	Коэффициент сглаженности
hf_0	h	$hf_0 = 8,7 + 0,374h$	$+0,881 \pm 0,031$	0,980
d_c	d_0	$d_c = 0,1 + 0,6d_0$	$+0,987 \pm 0,005$	0,999
d_c	$d_{0,5}$	$d_c = d_{0,5}$	$+0,995 \pm 0,001$	0,993
v	v_h, hf_0	$v = 4,6 + 0,92v_h, hf_0$	$+0,989 \pm 0,003$	0,985
v	v_c	$v = 4,2 + 0,96v_c$	$+0,999 \pm 0,0003$	0,988
v	$v_{0,5}$	$v = 4,4 + 0,96v_{0,5}$	$+0,988 \pm 0,003$	0,984

Таблица 2

Способ определения объема	Суммарный объем моделей, см ³	Отклонение, %
Секционная формула В. К. Захарова	2598	—
По ступеням:		
по d_0, hf_0	2656	+2,2
по d_c, h	2477	-4,7
по $d_{0,5}, h$	2489	-4,2
По средним		
по d_0, hf_0	2474	-4,8
по d_c, h	2474	-4,8
по $d_{0,5}, h$	2493	-3,3

Таким образом, способ вычисления объема при помощи видового числа оказался вполне приемлемым и для стволиков ниже 1,3 м. Однако в этом случае необходимо предварительно иметь достаточно точно установленные величины f_0 или hf_0 для различных высот. Не имея их, мы вынуждены были искать другие пути, возможно более практичные.

Таким путем мог быть способ вычисления и использования так называемого скользящего диаметра (Е. П. Смолоногов). Для каждого модельного дерева был вычислен скользящий диаметр по формуле

$$d_c = \sqrt{1,279 \frac{v}{h}}.$$

Далее были получены уравнение связи вида $d_c = a + bd_0$, коэффициент корреляции и коэффициент сглаженности, показанные в табл. 1. Вычисление суммарного объема моделей через выравненные скользящие диаметры и высоты стволиков (табл. 2) показало вполне достаточную точность. При рассмотрении сбег стволков было также замечено, что скользящий диаметр находится на высоте от 47 до 56% от общей высоты дерева (среднее 50%).

Это натолкнуло на мысль при вычислении объемов деревьев воспользоваться средним диаметром, заменив им скользящий, то есть обратиться к простой формуле среднего сечения. Соответствующий анализ материалов дал результаты, помещенные в табл. 1 и 2. Пригодность простой формулы среднего диаметра для данного диапазона высот (45—124 см) еще раз можно подтвердить прямым сопоставлением объемов, определенных различными способами (табл. 1 и 2).

Поскольку все три способа практически равноценны, наибольшего внимания заслуживает простая формула среднего диаметра в применении к совокупности деревьев.

В нашем распоряжении находился и другой материал — 50 модельных деревьев сосны высотой от 62 до 185 см из южной части Коми АССР, у которых были измерены средние диаметры каждой десятисантиметровой секции и вычислен суммарный объем моделей по сложной формуле среднего сечения. Сопоставление этого

объема с объемом, полученным по простой формуле, показало, что в диапазоне высот от 60 до 100 см погрешность простой формулы составляет около 5%, а от 60 до 120 см около 10%. Таким образом, еще раз была подтверждена возможность использования средних диаметров стволиков сосны высотой от 40 до 120 см для быстрой и достаточно точной оценки запасов молодых древостоев. Технически эта работа представляется так. Проводится пересчет стволиков на пробной площади по 10-сантиметровым ступеням высоты; в каждой ступени измеряют по 5 средних диаметров (без выбора), выравнивают их и по заранее составленной табличке с двумя входами (средний диаметр и высота) определяют объемы, а затем запасы ступеней и общий запас древостоя.

УДК 624.0.165.6

ОТБОР ВЫСОКОУРОЖАЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ЛИСТВЕННИЦЫ ПО КОМПЛЕКСУ ПРИЗНАКОВ*

В. К. МАЛКИН

Лаборатория лесоведения АН СССР

Широкое введение лиственницы Сукачева и лиственницы сибирской в лесные культуры Подмосковья вызывает необходимость организации лесосеменных садов и плантаций. Особенно важно и экономически выгодно выявить и отобрать деревья лиственницы с устойчивыми высокими урожаями семян и комплексом генетически обусловленных ценных признаков (быстрота роста, форма ствола, компактность кроны). Такие деревья можно широко использовать как для сбора семян, так и для заготовки черенков с целью вегетативного размножения (в основном прививками). Хотя несомненная эффективность проведения комплексного отбора у лиственницы была доказана рядом исследований [1], [2], [5], [7], [9], [8], [3], однако основным препятствием к его массовому использованию в практической селекции лиственницы, за пределами ее ареала, являлись слабая разработанность вопросов отбора высокоурожайных деревьев в раннем возрасте (до 30 лет) и отсутствие совершенных приемов, позволяющих производить отбор на высокую урожайность и быстроту роста в комплексе, а также учитывать степень передачи этих свойств от родителей к потомству. Разработке таких приемов отбора высокоурожайных деревьев лиственницы Сукачева и лиственницы сибирской в культурах и были посвящены наши исследования, проведенные в 1968—1971 гг. на постоянных лесосеменных участках Бронницкого лесничества, Виноградовского лесхоза, Московской области. Лесосеменные участки были созданы лесничим П. И. Деметьевым под научным руководством проф. В. П. Тимофеева и явились первым опытом семеноводства лиственницы в Подмосковье.

Основным объектом исследований служили три пробные площади, заложенные в одинаковых условиях рельефа и почв на постоянных лесосеменных участках (ПЛСУ) лиственницы Сукачева и лиственницы сибирской (табл. 1).

Таблица 1

№ пробной площади	Размер пробной площади, га	№ ПЛСУ	Вид лиственницы	Происхождение	Возраст, лет	Число деревьев на 1 га	Площадь лесосеменного участка, га
1	1,4	3	Сукачева	Архангельская обл., Вельский район	17	156	12
2	1,4	3	Сибирская	ПЛСУ № 1	17	156	12
3	0,8	2	"	Красноярский край, Сонский лесхоз	23	278	7,2

Примечание. ПЛСУ № 1 создан семенами из Сонского лесхоза Красноярского края.

Почвы на пробных площадях свежие, мощнодерновые, среднеподзоленные, тяжелосуглинистые на покровном суглинке. Каждая пробная площадь включала не ме-

* Работа выполнена под научным руководством проф. Л. Ф. Правдина.

Номер дерева	Вес 1 тыс. семян, г	Урожай полнозернистых семян, г	Ранг по урожаю	Средняя всхожесть в грунте ($M \pm m$), %	Ранг по всхожести	Средний выход сеянцев 1-го года на 1 пог. м строчки ($M \pm m$), шт.
8	12,00	980	10	$5,0 \pm 0,17$	1	$10,5 \pm 0,54$
117	14,50	843	9	$24,3 \pm 1,23$	5	$97,3 \pm 2,63$
79	12,70	647	7	$3,5 \pm 0,50$	1	$18,2 \pm 0,91$
125	12,60	524	6	$41,0 \pm 0,89$	9	$114,2 \pm 1,66$
2	11,30	437	5	$24,0 \pm 1,19$	5	$60,0 \pm 0,50$
106	10,90	406	5	$40,8 \pm 0,82$	9	$163,2 \pm 2,29$
159	11,30	168	2	$42,5 \pm 1,32$	9	$141,0 \pm 2,40$
158	11,20	400	4	$31,3 \pm 1,04$	7	$115,0 \pm 1,87$
193*	11,10	86	1	$33,5 \pm 1,87$	7	$100,2 \pm 2,33$
123	11,40	293	3	$28,5 \pm 1,20$	6	$116,2 \pm 5,78$
59	12,60	238	3	$22,5 \pm 0,95$	5	$110,5 \pm 4,87$
182	15,00	196	2	$22,5 \pm 1,08$	5	$106,0 \pm 4,17$
39*	12,70	9	1	$29,0 \pm 0,82$	6	$107,5 \pm 1,68$
6	13,40	386	4	$24,0 \pm 0,41$	5	$96,0 \pm 1,09$
3*	11,20	19	1	$24,1 \pm 0,65$	5	$94,0 \pm 1,78$
133*	10,40	97	1	$14,5 \pm 0,65$	3	$84,5 \pm 2,77$
163*	14,70	163	2	$14,0 \pm 0,91$	3	$40,2 \pm 1,32$
95	11,20	299	3	$9,5 \pm 0,40$	2	$28,0 \pm 1,05$

Примечание. Звездочкой обозначены контрольные деревья. Рангами, взятыми более 200 семеносящих деревьев. Все деревья на опытных участках описывали по морфологическим признакам (высота, диаметр на 1,3 м, форма ствола, форма и степень развития кроны, кривизна сучьев и т. д.). Осенью учитывали урожай шишек и семян (в штуках и граммах) на каждом дереве. Для этого собирали все шишки с 50 модельных деревьев на каждом участке и глазомерно учитывали число шишек у остальных деревьев со взятием пробной партии в 200—300 шт.

Число и вес семян определяли путем полного извлечения их из шишек, а доброкачественность — взрезыванием.

В результате исследования были отобраны деревья с высоким устойчивым урожаем полнозернистых семян. В группу лучших были включены деревья с урожайностью полнозернистых семян в один, два и более раз выше урожайности среднего дерева на опытном участке и превышающие средние значения по диаметру (на высоте 1,3 м) и высоте на 5% и более. Таких деревьев на каждом участке выделено 28—30% от всего числа семеносящих. Весной 1970 г. семена урожая 1969 г. были высеяны на питомнике Бронницкого лесничества по 100 шт. (в 4-кратной повторности) от каждого дерева лучшей по степени семеношения группы, а также от контрольных, отражающих среднюю урожайность опытных участков. Всего испытано 250 деревьев на семенное потомство от свободного опыления (семей сеянцев). Влияние микрорельефа на групповую всхожесть и рост сеянцев в семьях не учитывали,

Таблица 2

Ранг по выходу семян	Средняя высота семян 1-го года ($M \pm m$), мм	Ранг по высоте	Воздушно сухой вес 1 тыс. семян 1-го года ($M \pm m$), г	Ранг по весу семян	Сумма рангов
2	26,7 ± 0,54	3	32 ± 4,05	1	17
10	92,3 ± 3,72	10	208 ± 10,02	6	40
2	47,0 ± 3,21	5	43 ± 4,41	2	17
12	115,5 ± 2,30	12	319 ± 12,69	8	47
6	85,5 ± 2,94	9	173 ± 9,04	5	30
17	98,7 ± 2,77	10	232 ± 11,21	6	47
15	104,0 ± 3,51	11	249 ± 4,60	7	44
12	106,0 ± 3,70	11	272 ± 10,50	7	41
10	109,3 ± 1,76	11	283 ± 9,69	8	37
12	105,9 ± 1,56	11	280 ± 7,15	8	40
11	81,7 ± 1,03	9	164 ± 3,51	5	33
11	78,1 ± 1,38	8	163 ± 5,92	5	31
11	99,2 ± 2,39	10	235 ± 11,69	6	34
10	92,1 ± 1,35	10	199 ± 7,59	5	34
10	86,2 ± 2,16	9	162 ± 9,63	5	30
9	37,8 ± 1,33	4	48 ± 2,89	2	19
4	110,3 ± 4,08	11	308 ± 13,38	8	23
3	95,2 ± 2,80	10	308 ± 12,98	3	26

мм в квадраты, показана последовательность отбора.

что позволило оценить генетическое разнообразие матерей по фенотипическому разнообразию потомства от свободного опыления при помощи однофакторного дисперсионного комплекса [6]. Как показал дисперсионный анализ, различие между семьями семян по основным параметрам — высоте и воздушно сухому весу семян 1-го года* — вполне достоверно. Эмпирический (вычисленный нами) критерий F_1 оказался выше стандартного значения критерия Фишера F_{st} по третьему порогу вероятности $\nu = 0,999$. Показатель силы влияния генетического разнообразия деревьев по изменчивости роста семян в высоту ($r_{VX}^2 \pm m_{rX}^2$) был равен для групп деревьев с опытных участков № 1, 2 и 3 соответственно: $r_{VX}^2 = 0,766 \pm 0,014$ (при $F_1 = 54,7 > 2,5$); $r_{VX}^2 = 0,871 \pm 0,013$ ($F_1 = 65,1 > 2,5$) и $r_{VX}^2 = 0,969 \pm 0,03$ ($F_1 = 312,2 > 2,8$). Этот же показатель по изменчивости в накоплении воздушно сухой массы сеянцами различных семей составлял по группам изучаемых деревьев с участков № 1, 2 и 3

* Воздушно сухой вес семян устанавливали по 30 выкопанным и высушенным при 105°C сеянцам 1-го года от каждой семьи.

соответственно: $\eta_x^2 = 0,384 \pm 0,034$ ($F_1 = 11,9 > 2,5$); $\eta_y^2 = 0,248 \pm 0,030$ ($F_1 = 8,32 > 2,5$) и $\eta_{xy}^2 = 0,942 \pm 0,006$ ($F_1 = 152,0 > 2,8$). Приведенные результаты дисперсионного анализа доказывают правомерность проведения селекции на высокий урожай семян.

Вторичный отбор среди изучаемых высокоурожайных деревьев лиственницы Сукачева и двух групп лиственницы сибирской осуществляли по комплексу таких признаков, как средний урожай полнозернистых семян, г, грунтовая всхожесть семян, %, выход семян 1-го года, шт. на 1 пог. м строчки, и воздушно сухой вес семян, г. По каждому селекционируемому признаку вычисляли средние значения и их ошибки для каждой семьи семян ($M \pm m$). Точность опыта $p < 5\%$.

По максимальному и минимальному значениям величин средних признаков, наблюдаемых у деревьев испытываемых групп, вычисляли классовые промежутки и устанавливали классы признаков. Для этого применяли общезвестный метод разбики вариационного ряда на классы [4]. Каждому классу был присвоен номер (или ранг), причем величина ранга возрастала по мере увеличения значения класса. По этим индексам классов признаков ранжировали все высокоурожайные деревья. Так, например, средние значения классов по проценту грунтовой всхожести установлены 2,5; 7,5; 12,5; 17,5 и т. д. через каждые 5%, им соответствуют ранги 1, 2, 3, 4 и т. д. При ранжировании по таким классам деревьев, имеющих среднюю грунтовую всхожесть семян 3,1; 24,3; 41,0%, последним присвоены ранги 1, 5 и 9.

При отборе по рангам сначала выделяли высокоурожайные деревья, превосходящие другие испытываемые индивидуумы по одному из селекционируемых признаков. Затем проводили комплексный отбор среди лучшей группы деревьев, то есть отбирали деревья с наибольшими значениями суммы рангов. В табл. 2 дана характеристика отобранных по такому принципу высокоурожайных 17-летних деревьев лиственницы Сукачева. Лучшими по комплексу признаков оказались деревья № 125, 106, 159 и 153. В таблице приведены также показатели лучших семей семян от контрольных деревьев. Из сравнения можно сделать вывод о том, что отобранные высокоурожайные деревья по продуктивности их потомства можно отнести к самым выдающимся деревьям на опытном участке.

Аналогичные результаты получены при отборе высокоурожайных деревьев по опытному участку № 2 и 3 лиственницы сибирской. Так, из группы высокоурожайных деревьев с опытного участка № 2 лиственницы сибирской отобраны 4 дерева, давшие урожай полнозернистых семян 1,7; 0,7; 0,5; 0,7 кг, выход семян 1-го года на 1 пог. м строчки 158; 154; 195 и 138 шт. и воздушно сухой вес 1 тыс. семян 372; 463; 373 и 356 г при средних значениях данных параметров у групп испытанных деревьев соответственно 0,4 кг; 98 шт. и 270 г.

Из группы высокоурожайных деревьев с опытного участка № 3 лиственницы сибирской отобраны три лучших дерева, давшие урожайность полнозернистых семян 0,8; 0,9; 0,4 кг, выход семян 1-го года на 1 пог. м строчки 156; 118 и 108 шт., воздушно сухой вес 1 тыс. семян 173; 128 и 264 г при средних значениях этих показателей для всей группы деревьев соответственно 0,3 кг; 70 шт. и 120 г.

Проведенные исследования показали возможность отбора высокоурожайных деревьев лиственниц Сукачева и сибирской по комплексу признаков в культурах в возрасте до 30 лет. При использовании изложенного метода в практических целях, при отборе 20—30 лучших из 300—500 предварительно выделенных в культурах высокоурожайных деревьев, можно получать быстрый и точный ответ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. А. Драгавцев, Г. Х. Букейханов. К оценке причин пестроты роста семян лиственницы сибирской, интродуцируемой в Заилийский Алатау. Труды Ботанических садов АН Казахской ССР, Алма-Ата, 1966. [2]. А. И. Ирошников. Структура популяций и селекция древесных растений. Вопросы лесоведения, Институт леса и древесины СО АН СССР, т. 1, Красноярск, 1970. [3]. С. Сирах Ларсен. Генетика в лесоводстве (на английском языке), Эдинбург, 1956. [4]. Н. Л. Леонтьев. Техника статистических вычислений. Гослесбуиздат, М., 1961. [5]. В. К. Никончук. Отбор ценных форм и организация семеноводства лиственницы. Труды Брянского технологического института, т. 10, Брянск, 1970. [6]. Н. А. Плехинский. Биометрия. МГУ, М., 1970. [7]. Е. А. Пугач. К характеристике плюсовых деревьев лиственницы Сукачева. Сборник трудов Уральского ЛТИ, вып. 21, Свердловск, 1970. [8]. Э. Ромедер, Г. Шенбах. Генетика и селекция лесных пород. Перевод с немецкого, М., 1962. [9]. В. П. Тимофеев. Опыт организации постоянных лесосеменных участков лиственницы. Известия ТСХА, вып. 5, М., 1970.

УДК 634.0.114

**УСАДКА СУГЛИНИСТЫХ И ПЕСЧАНЫХ ПОЧВ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ИХ ОБРАБОТКИ**

Л. С. КОВАЛЕВ

Костромская ЛОС

Необходимое условие обработки переувлажненных почв под лесные культуры — создание микроповышений, позволяющих отводить избыток влаги от мест посадки. С этой точки зрения изучение усадки почв представляет определенный интерес для теории и практики лесокультурного дела. К сожалению, в литературе почти нет данных об усадке обработанных различными способами почв.

Объектами исследований послужили опытные участки № 1—3, заложенные нами в 1965—1966 гг. в Судиславском лесхозе Костромской области.

Опытный участок № 1 (17,1 га) заложен на площади, пройденной зимней рубкой 1964 г. На 1 га насчитывалось 1020 пней среднего диаметра 26,5 см. Состав материнского насаждения 7БЗЕ, ед. Ос. Тип леса — ельник-черничник. Тип условий местопроизрастания — влажная сложная субурь (С₃). В напочвенном покрове черника, кислица обыкновенная, брусника, земляника лесная, таволга вязолистная, вейник наземный, злаки и зеленые мхи. Задернение среднее. Рельеф участка ровный. Почва по всему участку однородная.

Морфологическая характеристика почвенного разреза, типичного для участка, такова:

- A₀ 0—3 см Лесная подстилка из полуразложившихся листьев, хвон, веток, коры, шишек, рыхлая, влажная. Встречается много мелких корней, древесной и травянистой растительности. Переход в A₁ резкий.
- A₁ 3—14 см Перегнойно-аккумулятивный, темно-серый со слабо-коричневым оттенком, суглинистый, комковатый, рыхлый, влажный, много корней. Переход в A₂ заметный, языками.
- A₂ 14—34,5 см Опоذоленный, светло-серый, суглинистый, комковатый, влажный, корни березы, ели, осины, средней плотности, переход в B₁ заметный.
- B₁ 34,5—52 см Илловальный, неоднородный по цвету, от светло-серого до темно-коричневого, глинистый, призматической структуры, средней плотности, влажный, единично корни березы. Переход в B₂ постепенный.
- B₂ 52—76 см Однородный по цвету, коричневый, глинистый, призматической структуры, плотный, влажный, имеются корни березы и глеевые пятна. Переход в С постепенный.
- С 76 см и более Материнская порода, моренная глина, коричневая, однородная, плотная, влажная, имеются валуны диаметром 8—10 см.

Глубина разреза — 120 см. Механический состав почвы (% на абс. сухую почву) опытного участка № 1 (по данным В. М. Сорочкина) показан в табл. 1.

Таблица 1

Горизонт	Содержание частиц, %, по фракциям, мм						
	1,0—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	<0,
A ₁	7,4	6,9	47,0	11,8	14,5	12,4	38,6
A ₂	3,8	7,0	53,0	12,7	10,8	12,8	36,2
С	1,1	5,1	20,3	10,3	16,9	46,3	73,4

В табл. 2 приведены результаты химического анализа почв того же участка (по исследованиям В. М. Сорочкина).

Из данных табл. 2 видно, что почва опытного участка кислая с малой степенью насыщенности основаниями. Тип почвы — влажный дерново-сильнопodzолистый суглинок.

Таблица 2

Горизонт	рН		Гумус по Торину, %	Азот валовой, %	Сумма обменных оснований	Гидролитическая кислотность	Степень насыщенности оснований, %	Гигроскопическая влага, %	
	солевой вытяжки	водной вытяжки							мг-экв на 100 г почвы
A ₁	3,94	5,07	6,71	0,223	4,41	12,4	26	2,64	
A ₂	4,00	5,42	2,64	0,103	4,46	5,8	43	1,64	
B ₁	3,75	5,82	0,68	0,042	9,84	7,8	58	3,96	
C	4,21	6,41	—	—	20,24	4,1	83	5,32	

Почву обрабатывали в июле 1965 г. шестнадцатью различными способами. На вариантах 1—15 производили раскорчевку пней на полосах шириной 2,4 м корчевателем Д-210В, с последующей обработкой БДТ-2,2, ПКЛ-70 или ПКП-135. В варианте 16 пласты нарезают плугом ПЛП-135 без предварительной раскорчевки. Весной 1966 г. на опытном участке № 1 была произведена посадка: в вариантах 2, 4, 6, 10, 11 и 13 — механизированным путем под ЛМД-1 (лесокультурные уходы — культиватором КЛБ-1,7), в других — под меч Колесова (уходов в первые 3 года не проводили).

Опытный участок № 2 (3,1 га) расположен на площади, где зимой 1965 г. проведена рубка. По данным обследования на 1 га приходилось 1196 пней среднего диаметра 24,3 см. Состав материнского насаждения 4Е1С5Б, ед. Ос. Тип леса — ельник-черничник. Тип условий местопрорастания — влажная простая субурь (В₃). В напочвенном покрове черника, костяника, ситники, злаки, осоки и зеленые мхи. Задернение слабое.

Опытный участок № 3 (4,5 га) заложен в непосредственной близости от экспериментального участка № 2 на площади, пройденной зимней рубкой 1965 г. Состав материнского насаждения 5Е1С4Б, ед. Ос. На 1 га насчитывалось 820 пней среднего диаметра 26,8 см. Тип леса, тип условий местопрорастания и живой напочвенный покров, как на участке № 2. Приводим описание наиболее типичного для участков почвенного разреза.

A ₀	0—5 см	Лесная подстилка из полуразложившихся листьев, хвон, веток, коры, шишек, влажная, рыхлая, переход в A ₁ заметный.
A ₁	5—11 см	Гумусовый горизонт, песчаный, рыхлый, влажный, темно-серый, бесструктурный, корни древесных и травянистых растений, переход в A ₂ постепенный.
A ₂	11—22 см	Подзолистый горизонт, песчаный, серый с желтоватым оттенком, мелкозернистый, влажный, рыхлый, корни, переход в B ₁ заметный.
B ₁	22—48 см	Иллювиальный горизонт, однороден по цвету, желтый, мелкозернистый, песчаный, влажный, встречаются железистые прослойки, переход в B ₂ постепенный.
B ₂	48—72 см	Однородный по цвету, желто-серый песок, влажный, рыхлый, бесструктурный, встречаются корни березы, сосны, а также железистые прослойки, переход в C постепенный.
C	72—150 см	Материнская порода, суглинистый, средней плотности, влажный, призматической структуры, валуны диаметром 2—6 см, единично корни березы, осины и сосны.

Данные о механическом составе почвы на опытном участке № 3 приведены в табл. 3 (по В. М. Сорочкину), результаты химического анализа почв на опытном участке № 3 — в табл. 4.

Таблица 3

Горизонт	Содержание частиц, %, по фракциям, мм						
	>0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	<0,001	<0,01
A ₁	25,8	46,6	18,6	3,3	3,4	2,3	9,0
A ₂	19,7	46,0	22,4	3,4	4,9	3,6	11,9
B ₁	19,6	46,2	23,8	4,2	3,4	2,7	10,4
C	5,5	19,2	38,8	8,2	4,9	23,5	36,5

Таким образом, почва опытных участков № 2 и 3 влажная дерново-сильноподзолистая, песчаная.

Почву на опытных участках № 2 и 3 подготавливали в июле — августе 1966 г. а посадку производили весной 1967 г. Здесь также корчевателем Д-210В расчищали

Таблица 4

Горизонт	рН		Гумус по Тюрину, %	Сумма обменных оснований по Каллену, мг-экв на 100 г почвы	Обменная кислотность по Соколову, мг-экв на 100 г почвы	
	водной вытяжки	солевой вытяжки			H+	Al+++
A ₁	4,71	3,74	2,42	0,0	0,19	2,23
A ₂	5,17	4,39	0,59	0,0	0,19	1,18
B ₁	5,57	4,59	0,35	0,0	0,14	0,59
B ₂	5,21	4,52	—	0,0	0,15	0,43
C	5,68	3,21	—	9,8	0,68	2,93

полосы шириной 2,4 м. На нечетных вариантах при этом вместе с пнями удаляли дернину и верхний 5—8-сантиметровый слой почвы.

Усадку почв определяли на основании данных микросъемки, которую производили ежегодно по состоянию на 15 августа на постоянных реперах, заложенных на второй день после обработки почвы. Повторность опыта трехкратная.

Данные наших исследований показывают, что усадка почвы зависит от ряда факторов: механического состава, интенсивности рыхления, способа посадки и т. д. Рассмотрим влияние механического состава и содержания гумуса в почве при одинаковых приемах обработки (табл. 5).

Таблица 5

Способ обработки	Механический состав почвы	Усадка почвы, см	Гумус по Тюрину, %	Содержание фракций <0,01 мм, %
Рыхление раскорчеванных полос со снятием верхнего слоя почвы бороной БДТ-2,2 в 3 следа	Средний суглинок	5,1	2,48	38,6
	Связный песок	10,3	1,49	9,0
То же, но на полосах дернина и верхний слой почвенного профиля сохранены	Средний суглинок	3,0	3,18	38,6
	Связный песок	6,6	4,05	9,0

Таблица 6

Вариант	Способ подготовки почвы	Глубина рыхления, см	Высота микроповышений, см		Усадка почвы	
			первоначальная	через 2 года	см	%

Корчевка пней на полосах и удаление дернины и верхнего слоя почвы

2	Рыхление БДТ-2,2 в 1 след	13,3	10,4	15,4	+5,0	48,1
3	Вариант 2 + насыпка гряды	13,3	31,3	24,3	-7,0	22,3
4	Рыхление БДТ-2,2 в 3 следа	24,4	21,0	16,4	-4,6	21,9
5	Вариант 4 + насыпка гряды	24,4	39,6	27,3	-12,3	31,1
6	Рыхление БДТ-2,2 в 2 следа	16,7	13,7	12,3	-1,4	7,2
7	Нарезка пластов ПКЛ-70	—	21,3	16,7	-4,6	21,6

Корчевка пней на полосах без удаления дернины и верхнего слоя почвы

10	Рыхление БДТ-2,2 в 1 след	13,1	8,3	10,3	+2,0	24,1
11	То же в 2 следа	8,6	8,7	16,0	+7,3	83,9
12	Вариант 10 + насыпка гряды	13,1	40,7	28,0	-12,7	31,2
13	Рыхление БДТ-2,2 в 3 следа	19,6	18,3	15,5	-2,8	15,3
14	Вариант 13 + насыпка гряды	19,6	50,3	38,7	-21,6	42,9
15	Нарезка пластов ПЛП-135	—	26,7	22,5	-4,2	15,9
16	То же	—	24,3	20,8	-3,5	14,4

Данные табл. 5 показывают, что с увеличением количества частиц мельче 0,01 мм с 9,0 до 38,6% усадка обработанных почв уменьшается в 2—2,2 раза. Аналогичное влияние оказывает и содержание гумуса в почвах. Здесь также с увеличением содержания гумуса с 1,49 до 4,05% усадка почвы уменьшается в 1,6—1,7 раза.

Влияние способа обработки влажных дерново-сильнопodzolistых почв опытного участка № 1 на величину усадки можно проследить из табл. 6.

В вариантах 3, 5, 7, 12, 14, 15, 16, где культуры сажали под меч Колесова и не было лесокультурных уходов, усадка почвы вызвана факторами естественного порядка, а именно, уменьшением воздушных образований на участках обработанной почвы под влиянием силы тяжести, атмосферных осадков и эрозионных процессов. В этой группе вариантов величина усадки почвы зависит от интенсивности рыхления ее при обработке.

Так, наибольшая величина усадки отмечена в вариантах с ручной подготовкой почвы (3, 5, 12, 14). Здесь обработанная почва была наиболее рыхлой, поэтому высота микроповышений уменьшилась в среднем на 13,4 см, или на 31,0%, тогда как в вариантах 15 и 16 лишь на 7,8 см, или на 15,1%. Это объясняется тем, что при создании микроповышений плугом ПЛП-135 почва под силой тяжести трактора уплотняется значительно сильнее, чем в других вариантах.

В вариантах 2, 4, 6, 10, 11 и 13 решающее влияние на усадку почвы оказали средства механизации. Так, в вариантах 4, 6 и 13 под действием лесопосадочной машины ЛМД и культиватора КЛБ-1,7 высота микроповышений с 1965 г. уменьшилась в среднем на 2,8 см, или на 14,8%. В вариантах 2, 10 и 11 средства механизации, наоборот, не способствуют снижению их высоты. Так, при проведении лесо-

Таблица 7

Вариант	Способ обработки почвы	Глубина рыхления, см	Высота микроповышений, см		Усадка почвы	
			пегво-начальная	через год	см	%

Раскорчевка полос и удаление дернины и верхнего гумусового горизонта

Опытный участок № 3

1 (конт- роль)	Раскорчевка полос Д-210В	0	13,1	12,6	-0,5	3,8
3	Вариант 1+рыхление БДТ-2,2 в 1 след	16,4	19,0	11,5	-7,5	39,5
5	То же в 2 следа	21,2	25,0	16,0	-9,0	36,0
7	» в 3 следа	22,4	25,3	14,7	-10,6	41,9
9	» в 4 следа	25,7	30,3	16,0	-14,3	47,2
11	» в 5 следов	27,2	29,0	16,7	-12,3	42,4

Опытный участок № 2

5	Вариант 1+рыхление БДТ-2,2 в 2 следа	16,1	25,6	17,6	-8,6	33,6
7	То же в 3 следа	25,1	29,3	19,0	-10,3	35,2
9	» в 4 следа	33,1	34,7	25,3	-9,4	27,1

Раскорчевка полос с сохранением дернины и верхнего слоя почвы

Опытный участок № 3

2 (конт- роль)	Раскорчевка полос Д-210В	0	7,6	5,7	-1,9	25,0
4	Вариант 2+рыхление БДТ-2,2 в 1 след	10,7	17,4	11,3	-6,1	35,1
6	То же в 2 следа	16,4	22,0	13,0	-9,0	40,9
8	» в 3 следа	18,7	19,0	16,0	-3,0	15,8
10	» в 4 следа	24,4	29,3	17,3	-12,0	41,0
12	» в 5 следов	26,5	29,4	15,3	-14,1	48,0

Опытный участок № 2

6	Вариант 2+рыхление БДТ-2,2 в 2 следа	10,9	11,6	9,0	-2,6	22,4
8	То же в 3 следа	22,1	24,0	17,4	-6,6	27,5
10	» в 4 следа	26,7	33,3	20,0	-13,3	39,9

культурных уходов культиватором КЛБ-1,7 на изучаемых вариантах в результате выемки грунта из междурядий средняя высота микроповышений увеличилась на 4,8 см, или на 43,9%.

Далее проанализируем данные об усадке влажных дерново-сильнопodzolistых почв на участках № 2 и 3 в зависимости от интенсивности их рыхления (табл. 7). Из таблицы видно, что усадка песчаных почв зависит от интенсивности рыхления их при обработке, с одной стороны, и хозяйственной деятельности человека, с другой. Так, на опытном участке № 2 (варианты 5—10) усадка почвы составила в среднем 8,5 см, а в идентичных условиях на аналогичных вариантах опытного участка № 3—9,7 см, или на 14,1% больше. Если на опытном участке № 3 усадка почвы вызвана в основном факторами естественного порядка, то на экспериментальном участке № 2, кроме того, и применением средств механизации. Механизированный уход за культурами в определенных размерах компенсирует естественную усадку почвы путем частичной выемки грунта из междурядий.

Зависимость усадки песчаных почв от интенсивности их рыхления хорошо прослеживается на опытном участке № 3. Из табл. 7 видно, что с увеличением интенсивности обработки почвы величина усадки изучаемых почв возрастает. Если в вариантах 1 и 2, где рыхления полос не было, усадка почвы составила в среднем 1,2 см, то в вариантах 11 и 12 достигла 13,2 см, что почти в 11 раз больше, чем на контроле.

На величину усадки почв определенное влияние оказывает лесная подстилка, дернина и верхний 5—8-сантиметровый слой гумусового горизонта. В вариантах, где эти слои были удалены за пределы полос в процессе их раскорчевки, усадка почв на суглинках возросла в среднем на 16,7% и на песчаных на 22,9% по сравнению с теми вариантами, где дернина, лесная подстилка и верхний слой гумусового горизонта сохранялись.

Изложенное позволяет сделать вывод, что при комплексной механизации лесовосстановительных работ на переувлажненных почвах с учетом их усадки первоначальная высота микроповышений должна быть: на дерново-сильнопodzolistых суглинках—20 см; на дерново-сильнопodzolistых песках—30 см. Микроповышения таких размеров обеспечивают рост культур хвойных пород на временно переувлажненных почвах.

УДК 634.0.55

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ ПО ВНЕШНИМ ПРИЗНАКАМ

В. И. ДИТРИХ

5-я Ленинградская лесоустроительная экспедиция

В условиях Сибири распространены разновозрастные древостой, в которых возраст лиственницы одного поколения колеблется в пределах 40—80 лет и более. Установленные возрастные градации поколений нельзя считать стабильными.

Определение среднего возраста древостоя по модельным деревьям трудоемко. При глазомерной таксации его устанавливают по внешним признакам деревьев.

Описание внешних признаков возраста деревьев и древостоев дано в работах А. В. Хаустова [5], [6], В. Н. Валаева [1] по ели; А. В. Побединского [3]—по сосне; И. А. Нахабцева [2], М. Т. Семечкиной [4]—по кедру. Для лиственницы таких материалов нет. Поэтому при закладке пробных площадей в лиственничных древостоях южнотаежных лесов Иркутской области для установления глазомерных признаков возраста брали учетные деревья. Эти исследования проводили в бассейне р. Илим и в верховьях р. Лены (Качуг, Жигалово) в насаждениях III и IV классов бонитета с полнотами 0,6 и выше. Использованы данные 3543 учетных деревьев, срубленных на 131 пробной площади, и 137 моделей, срубленных при линейной таксации.

Описаны основные признаки возраста: форма, размеры и густота кроны, строение и окраска коры, очищенность ствола от сучьев и т. д. Внешние признаки для определения возраста лиственницы сибирской приведены в табл. 1.

При камеральной обработке материалов установлена корреляционная связь возраста деревьев с высотой очищенности стволов от сучьев. Показатели связи $r = 0,524 \pm 0,055$ и $\eta = 0,607 \pm 0,048$. Связь диаметра кроны с возрастом определилась: $r = 0,578 \pm 0,050$ и $\eta = 0,631 \pm 0,046$.

Как видно из таблицы, у молодой лиственницы кора гладкая, светло-коричневая, крона густая, островершинная, а с увеличением возраста кора нижней части становится бороздчатой, темно-серой, крона—округлой и ажурной.

Возраст, лет	Ствол		Кора
	сбежистость	очищенность ствола от сучьев, %	окраска
30—50	Средняя	До 40	Светло-коричневая с темными пятнами
70—110	»	До 40	Светло-серая, в верхней части ствола светло-коричневая
110—150	В нижней части сильная, в средней — слабая, хорошо видны корневые наплывы	До 50	Серая с бурым или темно-коричневым оттенком
170—230	В нижней части сильная, в средней — слабая, в верхней — сильная. Корневые наплывы	До 50	Темно-серая с темно-коричневым, а иногда с бурым оттенком
250—330	В нижней части сильная, в средней части ствол цилиндрической формы, в верхней — сильная	До 55	Темно-серая, с буроватым оттенком, в бороздках с черным оттенком
350—400	В нижней части от корневых наплывов сильная, в центральной части ствола цилиндрической формы, в верхней — сильная	До 60	Темно-серая, с темно-бурым, а в бороздках с черным оттенком

Внешние признаки во многом связаны с условиями местопроизрастания и другими особенностями роста деревьев. По совокупности указанных признаков можно достаточно точно определить возраст.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Н. Валяев. Строение, рост и развитие ельников Мезенского района Архангельской области и основы лесоустройства в них. Автореферат, Л., 1962. [2]. И. А. Нахабцев. Возрастная структура и состояние кедровников предгорья Восточного Саяна Иркутской области. Сб. «Учет лесосырьевых ресурсов и устройство лесов» № 4, Л., 1960. [3]. А. В. Побединский. Сосновые леса Сибири и Забайкалья и их возобновление (Докторская диссертация), Институт леса и древесины СО АН СССР, Красноярск, 1964. [4]. М. Т. Семечкина. Применение внешних признаков растущих деревьев для глазомерного определения их возраста, Сб. «Пути совершенствования инвентаризации лесов Сибири и Дальнего Востока», изд-во «Наука», М., 1965. [5]. А. В. Хаустов. Определение возраста и прироста ели по внешнему виду коры. Журн. «Лесоведение и лесоводство» № 6, 1929. [6]. А. В. Хаустов. Определение возраста ели по виду коры. Журн. «Лесное хозяйство» № 6, 1955.

Таблица 1

по нижней части ствола	Крона		
	диаметр, м	длина, м	форма
Гладкая, мягкая, тонкая с едва появляющимися трещинами в нижней части ствола	До 2	До 8,0	Острровершинная, конусовидная, густая
Мелкотрещиноватая, с глубиной трещины до 0,5—1,0 см, корневые пластины имеют вытянутую форму длиной до 15 см и шириной 2—3 см, хорошо отслаивается	2,5 2,0—3,5	9,0 7,5—10,5	Более округлая, конусовидной формы, с заметной острой вершиной, густая
Трещиноватая, глубиной до 1,5 см, пластины вытянутой формы до 20—25 см и шириной 3—4 см. Толщина коры на высоте груди до 2—3 см	4,0 3,5—5,0	12,0 10,0—14,0	Овальная или яйцевидная, средней густоты
Кора становится плотной, пластины длиной 35—40 см, вытянутые, неправильной формы, глубина борозд 2,0—3,0 см, корневые пластины неправильной формы, длиной до 35 см и шириной 3,0—6,0 см, толщина коры на высоте груди до 4,5 см	4,5 4,0—5,5	14,0 12,0—16,0	Яйцевидная или широкояйцевидная, сучья толстые, под прямым углом к стволу
Глубокобороздчатая, продольные трещины глубиной до 3,5 см, хорошо заметны до высоты 8—10 м, толщина коры до 6—8 см, корневые пластины длиной 45—50 см и шириной 6—8 см.	5,5 4,5—6,5	15,0 13,0—17,0	Округлая, развесистая, ажурная
Глубокобороздчатая, продольные трещины глубиной до 4,0—5,0 см на большей части ствола, на высоте 1,3 м толщина коры до 7—10 см	6,5 5,0—7,5	16,0 14,0—18,0	Развесистая, ажурная, сучья опущены, часть вершины сухая

УДК 634.0.812

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЛН НАПРЯЖЕНИЙ ВДОЛЬ ВОЛОКОН ДРЕВЕСИНЫ

А. М. БОРОВИКОВ

ЦИНИМОД

Определение модулей упругости сосны, лиственницы, березы, бука, дуба и ясеня при температуре от -20 до +90°C и влажности 2—40% [1] позволяет установить температурно-влажностные зависимости скорости распространения C и удельного волнового сопротивления R распространению волн напряжений вдоль волокон древесины основных промышленных пород. Чтобы зависимости были справедливы для

древесины с любым модулем упругости, вычисляли отношения $\frac{C_W^t}{C_{12}^{20}}$ и $\frac{R_W^t}{R_{12}^{20}}$ по формулам

$$\frac{C_W^t}{C_{12}^{20}} = \sqrt{\frac{f_{12}^{20}}{f_W^t} \cdot \frac{E_W^t}{E_{12}^{20}}} = \sqrt{\frac{112}{100 + W} \cdot \frac{100 - 12k^{20}}{100 - W \cdot k^t} \cdot \frac{E_W^t}{E_{12}^{20}}}; \quad (1)$$

$$\frac{R_W^t}{R_{12}^{20}} = \frac{f_W^t}{f_{12}^{20}} \cdot \frac{C_W^t}{C_{12}^{20}} = \frac{100 + W}{112} \cdot \frac{100 - W \cdot k^t}{100 - 12k^{20}} \cdot \frac{C_W^t}{C_{12}^{20}}, \quad (2)$$

где E_{12}^{20} и E_W^t — модули упругости древесины соответственно при нормальных условиях (влажность 12% при температуре 20°C) и при влажности W , %, и температуре t , °C;

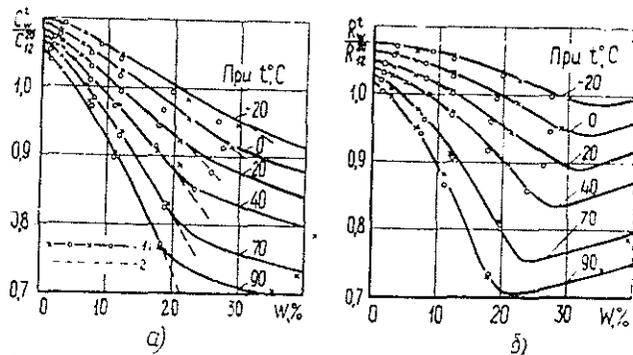


Рис. 1. Влияние влажности бука на скорость распространения волн напряжений вдоль волокон (а) и на сопротивление распространению волн напряжений вдоль волокон (б).

1 — опыты; 2 — расчеты по формуле (табл. 1).

ρ_{12}^{20} и ρ_W^t — значения плотности древесины при тех же условиях;
 k^{20} — коэффициент объемной усушки при температуре древесины 20°C [3];
 k^t — коэффициент объемной усушки при температуре древесины $t^\circ\text{C}$, принятый равным $k^{20} \cdot \frac{32}{W_H^t}$, (здесь W_H^t — точка насыщения волокна при температуре $t^\circ\text{C}$ [2]).

Приведенные графики отношений $\frac{C_W^t}{C_{12}^{20}}$ и $\frac{R_W^t}{R_{12}^{20}}$ буковых образцов (рис. 1) типичны для исследованных пород.

При коэффициенте вероятности 0,99 половина длины доверительного интервала не превышает $\pm 8\%$ для отношения $\frac{C_W^t}{C_{12}^{20}}$ и $\pm 12\%$ — для отношения $\frac{R_W^t}{R_{12}^{20}}$.

При увлажнении древесины с постоянной температурой до влажности, меньшей точки насыщения волокна в среднем на 10%, обратная величина относительной скорости распространения волн напряжений вдоль волокон древесины возрастает по кривой показательной функции вида

$$\left(\frac{C_W^t}{C_{12}^{20}}\right)^{-1} = a \cdot e^{bW} + c, \quad (3)$$

причем параметры a и c прямо пропорциональны температуре, а параметр b изменяется с возрастанием температуры по показательной кривой (табл. 1). Средние квадратические отклонения опытных данных от расчетных для указанного выше диапазона на влажности древесины не превышают $\pm 0,03$.

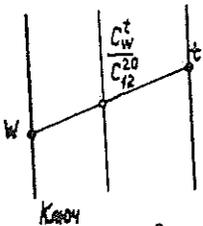
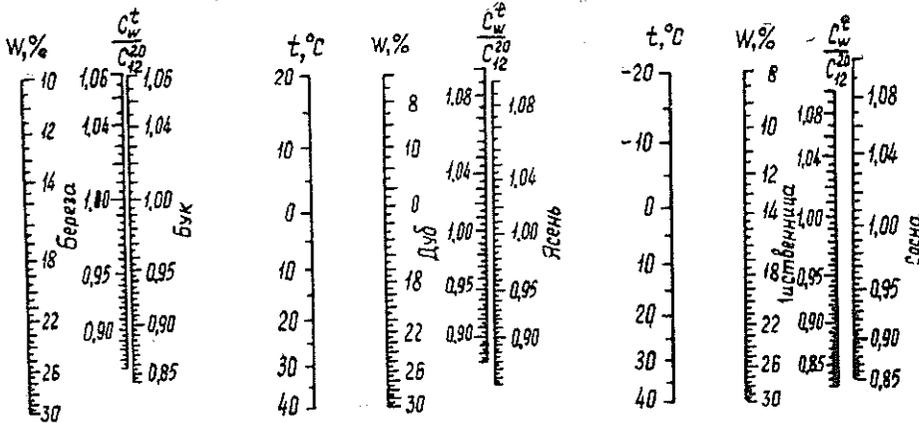
Графики зависимости отношения $\frac{R_W^t}{R_{12}^{20}}$ от влажности подобны графикам отношений $\frac{C_W^t}{C_{12}^{20}}$. Минимальным волновым сопротивлением обладает древесина при

влажности, соответствующей точке насыщения волокна. При дальнейшем увлажнении древесины сопротивление увеличивается по слабо выраженной степенной кривой.

Для облегчения расчетов относительной величины скорости распространения волн напряжений вдоль волокон древесины при температуре от -20 до $+40^\circ\text{C}$ и влажности в среднем от 8% до значений, меньших точки насыщения волокна в среднем на 10%, построили номограммы (рис. 2). Номограммы обеспечивают определенные относительного изменения скорости S с погрешностью, не превышающей $\pm 2\%$ для крайних значений влажности и $\pm 1\%$ — в остальных случаях. Ключ номограммы показан в левом нижнем углу (рис. 2); в правом нижнем углу приведены эмпирические зависимости, реализованные в номограммах.

Таблица 1

Порода	Уравнения параметров эмпирической формулы $\left(\frac{C^t_W}{C^{20}_{12}}\right)^{-1} = a \cdot e^{bW} + c$		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Бук	$-2,66 \cdot 10^{-3}t + 0,31$	$1,59 \cdot 10^{-2} e^{1,98 \cdot 10^{-2}t}$	$0,30 \cdot 10^{-2}t + 0,60$
Береза	$-1,45 \cdot 10^{-3}t + 0,19$	$2,14 \cdot 10^{-2} e^{1,55 \cdot 10^{-2}t}$	$0,20 \cdot 10^{-2}t + 0,73$
Дуб	$-2,40 \cdot 10^{-3}t + 0,30$	$1,74 \cdot 10^{-2} e^{1,50 \cdot 10^{-2}t}$	$0,30 \cdot 10^{-2}t + 0,60$
Ясень	$-2,30 \cdot 10^{-3}t + 0,30$	$1,90 \cdot 10^{-2} e^{1,45 \cdot 10^{-2}t}$	$0,30 \cdot 10^{-2}t + 0,60$
Лиственница	$-1,50 \cdot 10^{-3}t + 0,30$	$2,10 \cdot 10^{-2} e^{1,12 \cdot 10^{-2}t}$	$0,20 \cdot 10^{-2}t + 0,60$
Сосна	$-0,90 \cdot 10^{-3}t + 0,11$	$3,20 \cdot 10^{-2} e^{1,50 \cdot 10^{-2}t}$	$0,14 \cdot 10^{-2}t + 0,82$



• - данные
○ - результат

$$\begin{aligned} \text{Береза } \left(\frac{C^t_W}{C^{20}_{12}}\right)^{-1} &= (0,79 + 0,85 \cdot 10^{-2}t) \cdot 10^{-2}W + 0,885; \\ \text{бук } \left(\frac{C^t_W}{C^{20}_{12}}\right)^{-1} &= (0,82 + 0,95 \cdot 10^{-2}t) \cdot 10^{-2}W + 0,880; \\ \text{дуб } \left(\frac{C^t_W}{C^{20}_{12}}\right)^{-1} &= (0,74 + 0,85 \cdot 10^{-2}t) \cdot 10^{-2}(W + 3) + 0,864; \\ \text{ясень } \left(\frac{C^t_W}{C^{20}_{12}}\right)^{-1} &= (0,78 + 1,025 \cdot 10^{-2}t) \cdot 10^{-2}(W + 3) + 0,852; \\ \text{лиственница } \left(\frac{C^t_W}{C^{20}_{12}}\right)^{-1} &= (0,94 + 1,1 \cdot 10^{-2}t) \cdot 10^{-2}W + 0,861; \\ \text{сосна } \left(\frac{C^t_W}{C^{20}_{12}}\right)^{-1} &= (0,68 + 1,05 \cdot 10^{-2}t) \cdot 10^{-2}W + 0,893. \end{aligned}$$

Рис. 2. Номограммы для определения относительной величины скорости распространения волн напряжений вдоль волокон древесины.

Относительное изменение скорости при влажности выше точки насыщения волокна можно рассчитать по формуле

$$\frac{C_{12}^t}{C_{12}^{20}} = \sqrt{\frac{E_{12}^t}{E_{12}^{20}} \cdot \frac{112}{100 + W} \cdot \frac{100 - k^{20} \cdot 12}{100 - k^t \cdot W_{12}^t}}, \quad (4)$$

где $\frac{E_{12}^t}{E_{12}^{20}}$ — относительная величина модуля упругости вдоль волокон древесины с влажностью, равной и большей точки насыщения волокна [1].

В том случае, когда требуется определить относительную величину скорости при влажности, меньшей точки насыщения волокна на 10%, скорость находят линейным интерполированием значений, одно из которых определено по номограмме, а другое рассчитано по формуле (4).

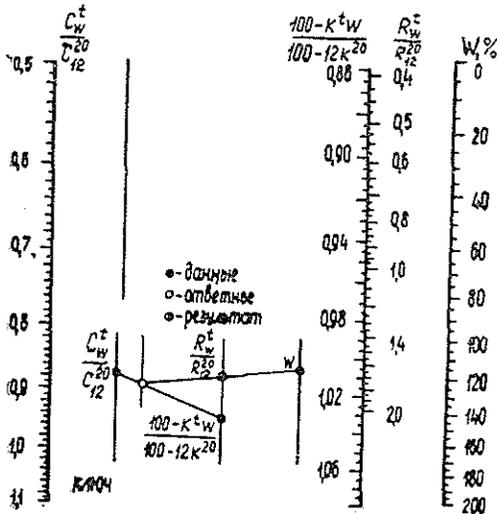


Рис. 3. Номограмма для определения относительной величины волнового сопротивления распространению волны напряжений вдоль волокон древесины.

Номограмма, приведенная на рис. 3, позволяет определить отношение $\frac{R_{12}^t}{R_{12}^{20}}$ по известным величинам $\frac{C_{12}^t}{C_{12}^{20}}$ и $\frac{100 - W \cdot k^t}{100 - 12 \cdot k^{20}}$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. М. Боровиков. Упругость, вязкость и пластичность древесины. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 9, 1970. [2]. И. В. Кречетов. Исследование гигротермической характеристики древесины. Труды ЦНИИМОДа, вып. 1 (9), Химки, 1958. [3]. РТУ «Древесина. Показатели физико-механических свойств». Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР, М., 1962.

УДК 674.815.41

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ПЛЕНКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Г. Ф. ПОТУТКИН

Архангельский лесотехнический институт

Нами проведены работы по применению полиэтиленовой пленки при изготовлении древесностружечных плит с целью увеличения их водостойкости.

Стружку получали из сосновой древесины на станках ДС-1 и ДС-2 цеха древесностружечных плит Котласского ДОКа и высушивали в барабанных сушилках.

Для изготовления плит применяли смолу М-19—62, имеющую следующую характеристику: вязкость по воронке ВЗ-4—14,5 сек, коэффициент рефракции 1,438; время отверждения 68 сек, рН = 8,0. В качестве отвердителя применяли водный 10%-ный раствор хлористого аммония в количестве 1% абс. сухого хлористого аммония к весу абс. сухой смолы. Связующее распыляли под давлением 3 атм через сопло диаметром 2 мм.

При смешении стружки со связующим стружка не измельчалась. Стружечно-клеевую смесь приготавливали отдельно для наружных и внутренних слоев. Стружечный ковер формовали по методикам, описанным ранее*. Полиэтиленовую пленку закладывали между наружными и внутренним слоями плиты. Толщина пленки 0,15 мм, толщина древесностружечных плит 19 мм. Прессование производили при температуре 160°C. Режим прессования был принят следующий: подъем давления и выдержка при 16 кгс/см² в течение 1,5 мин; выдержка при давлении 8 кгс/см²—4 мин, при 4 кгс/см²—5 мин, при 0—0,5 мин. Общее время прессования 11 мин. Параллельно в одинаковых условиях проводили не менее 4 запрессовок. Готовые плиты испытывали после пятисуточной выдержки в цехе. Из каждой плиты вырезали по три образца для испытаний. Кромки плит шириной по 40 мм обрезали.

Результаты физико-механических испытаний приведены в табл. 1. Расход смолы указан в пересчете на абс. сухую древесину. Объемный вес всех образцов плит 0,7 г/см³.

Таблица 1

Показатели	Расход смолы, %		Значения показателей для плиты, запрессованной	
	наружный слой	внутренний слой	без пленки	с пленкой
Водопоглощение, %	10	9	84,0	70,0
Разбухание, %	10	9	18,3	15,0
Предел прочности на изгиб, кгс/см ²	10	9	240,0	253,0
" " на разрыв, кгс/см ²	10	9	3,4	3,6
Водопоглощение, %	12	10	68,0	61,0
Разбухание, %	12	10	10,7	9,5
Предел прочности на изгиб, кгс/см ²	12	10	321,0	354,0
" " на разрыв, кгс/см ²	12	10	5,0	5,0
Водопоглощение, %	12	8	70,4	65,4
Разбухание, %	12	8	29,1	21,4
Предел прочности на изгиб, кгс/см ²	12	8	260,0	284,0
" " на разрыв, кгс/см ²	12	8	3,9	4,3
Водопоглощение, %	10	10	69,2	60,3
Разбухание, %	10	10	27,1	16,9
Предел прочности на изгиб, кгс/см ²	10	10	292,0	354,0
" " на разрыв кгс/см ²	10	10	4,3	5,0

Анализ полученных результатов показывает, что все физико-механические показатели плит, запрессованных с полиэтиленовой пленкой, улучшаются. Эта пленка не является связующим, и увеличение, например, предела прочности на статический изгиб и разрыв объяснить трудно.

Хотя применение пленки, как показывают эксперименты, уменьшает водопоглощение и разбухание плит, но полностью она не защищает изготавливаемые плиты от воздействия влаги. Тот факт, что физико-механические свойства плиты улучшаются по сравнению с контролем, показывает, что наличие пленки внутри пакета не ухудшает теплофизических процессов, происходящих при изготовлении плиты. При прессовании пленка разрушается, плавится (температура литья полиэтилена 140—165°C); в плите пленка находится не в виде монолита, а в виде отдельных, довольно частых включений, препятствующих проникновению влаги во внутренние слои плиты.

Считаем, что проведенные опыты могут быть полезны и подскажут пути уменьшения водопоглощения и разбухания древесностружечных плит.

* Г. Ф. Потуткин, Г. Л. Дранишников. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1965.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

ВСЕСОЮЗНОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО АДАПТАЦИИ РАСТЕНИЙ

Всесоюзное ботаническое общество, Ботанический институт им. В. Л. Комарова АН СССР, Отделение лесоводства и агролесомелиорации ВАСХНИЛ, Институт леса Карельского филиала АН СССР в период с 14 по 17 сентября 1971 г. провели в Петрозаводске Всесоюзное совещание по вопросам адаптации растений к экстремальным условиям среды в северных районах СССР.

На совещании присутствовало 88 человек из 32 научных учреждений, высших учебных заведений и производственных организаций, среди которых наибольшее участие в разработке данной темы принимают: Ботанический институт им. В. Л. Комарова АН СССР, Институт леса Карельского филиала АН СССР, Институт леса и древесины СО АН СССР, Институт экологии растений и животных Уральского филиала АН СССР, Полярно-Альпийский ботанический сад Кольского филиала АН СССР, Институт биологии Башкирского филиала АН СССР, Институт биологии Якутского филиала АН СССР, Государственный природоведческий музей АН СССР, Памирский ботанический институт АН Таджикской ССР и др. К совещанию были выпущены тезисы 39 устных и 51 демонстрационного доклада.

Совещание открыл председатель президиума Карельского филиала АН СССР, чл.-корр. АН СССР Н. И. Пьявченко. С докладами выступили 26 человек, осветивших следующие первостепенные вопросы адаптации растений к экстремальным условиям среды: пути и формы приспособлений; механизмы достижения адаптивных изменений; эволюционное значение адаптивных изменений; роль хозяйственной деятельности человека в адаптации растений к условиям среды.

Участники совещания единодушно постановили, что основными в разработке проблемы адаптации следует считать исследования в морфолого-анатомическом, экологическом, физиолого-биохимическом и генетическом аспектах с учетом организменного, популяционного и биоценотического уровней. Участники совещания просили Ботанический институт им. В. Л. Комарова возглавить работы по координации исследований и высказали просьбу к руководящим инстанциям об организации ряда научных баз, которые могли бы изучать рассматриваемую проблему на современном уровне.

Совещание признало весьма желательным опубликовать основные доклады и просило редакцию «Ботанического журнала», журналов «Экология» и «Лесоведение» шире освещать вопросы адаптации растений. Было высказано пожелание о проведении подобных совещаний не реже одного раза в 3 года.

Первое всесоюзное совещание по вопросам адаптации растений к экстремальным условиям среды позволило объединить усилия ботаников и лесоводов в этой области знания. Следует пожелать, чтобы интерес к изучаемой проблеме все возрастал.

П. И. Войчалъ.
Архангельск

ЮБИЛЕИ

ГЕОБОТАНИК И ДЕНДРОЛОГ П. Л. БОГДАНОВ

(к 70-летию со дня рождения)



В ноябре 1971 г. исполнилось 70 лет Петру Лукичу Богданову — доктору биологических наук, профессору Ленинградской лесотехнической академии. Тысячи специалистов лесного хозяйства и студентов лесных вузов нашей страны изучают ботанику и дендрологию по его учебникам и учебным пособиям.

Увлеченность ботаникой принесла известность Петру Лукичу уже на первом курсе Петроградского лесного института, куда он поступил в 1922 г. Первая печатная работа по акклиматизации древесных растений опубликована им в 1927 г.

Закончив Лесной институт в 1927 г., П. Л. Богданов до 1931 г. занимается научно-исследовательской работой, сначала как сотрудник главного ботанического сада, а затем как аспирант кафедры дендрологии. С 1927 г. до 1941 г. он работает старшим научным сотрудником в секторе селекции и интродукции ЦНИИЛХа, заведя опытным древесным питомником, занимаясь изучением биологии древесных растений и селекцией тополей. С 1931 г. начинается его педагогическая деятельность. На кафедре ботаники и дендрологии, под руководством В. Н. Сукачева, совершенствовалось педагогическое мастерство Петра Лукича, здесь прошел он путь от ассистента до профессора и заведующего кафедрой.

Лекции и лабораторные занятия Петра Лукича заставляют студентов по-новому смотреть на жизнь растений, их эволюцию, приобщаться к познанию великих тайн «волшебницы природы».

В 1933 г. П. Л. Богданов утверждается в ученном звании доцента, а в 1935 г. без защиты диссертации (по совокупности работ) ему присуждают степень кандидата биологических наук. В 1947 г. он успешно защищает докторскую диссертацию на тему «Введение в селекцию тополей».

Широк круг его научных интересов: акклиматизация древесных растений, селекция тополей и растений, содержащих дубители, биология лесных трав и мхов и борьба с ними. В последующие годы Петр Лукич с большим увлечением изучает жизнь болотных микробиоценозов в замкнутой сфере.

Проф. П. Л. Богдановым опубликовано 82 научные работы, из них 17 учебных пособий по ботанике и дендрологии, два издания учебника «Ботаника». Он один из авторов таких классических изданий, как «Дендрология с основами геоботаники» и «Определитель древесных растений» под редакцией В. Н. Сукачева. Под его руководством выполнены и успешно защищены 16 кандидатских диссертаций. Результаты научно-исследовательских работ П. Л. Богданова находят широкое применение в практике.

В дни славного юбилея Петр Лукич, как и прежде, неудержим в своем научном поиске. Пожелаем ему доброго здоровья и дальнейших успехов в его благородном труде!

О. А. Катаев, Н. Е. Булыгин, Н. М. Андронов, Н. О. Соколов,
Н. А. Байдалина, Ф. А. Челик, А. С. Родионова, Г. П. Минкевич,
В. В. Сычев.

Ленинградская лесотехническая академия

ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРА



Доктору технических наук, профессору, заведующему кафедрой технологии древесных пластиков и плит Ленинградской лесотехнической академии Николаю Яковлевичу Солечнику исполнилось 70 лет.

В 1927 г. Н. Я. Солечник окончил лесотехнологический факультет Ленинградского лесного института по целлюлозно-бумажной специальности и до 1929 г. работал на Сясьском ЦБК и бумажной фабрике им. Володарского. Научную деятельность Николай Яковлевич начал с 1929 г. в секторе химии древесины Центральной лесной опытной станции.

Основная научная и педагогическая работа Н. Я. Солечника протекала в стенах Ленинградской лесотехнической академии, где он начал работать с 1934 г. на кафедре химии древесины и целлюлозы, при которой он организовал новую специализацию «Технология древесластмасс» и создал исследовательскую лабораторию.

В 1959 г. в ЛТА была организована новая кафедра по технологии древесных пластиков и плит, и проф. Н. Я. Солечник был избран заве-

дующим этой кафедрой, которую он возглавляет и в настоящее время. С большим успехом Николай Яковлевич организовал учебно-педагогическую и научную работу этой кафедры и одновременно возглавил новую Проблемную лабораторию древесноволокнистых пластиков.

За период 44-летней научной, педагогической и производственной работы Н. Я. Солечник опубликовал 118 работ, в том числе 94 в периодической литературе, 9 монографий. Им получено 15 авторских свидетельств. Возглавляемая им кафедра подготовила для промышленности свыше 600 инженеров, 20 кандидатов и 1 доктора наук. Работа руководимой им Проблемной лаборатории широко известна не только в СССР, но и за рубежом.

В производство внедрены работы Н. Я. Солечника: по термической обработке древесноволокнистых плит, различным способам отделки плит и пластиков, получению древесных пластиков без связующих. Так, на Уфимском домостроительно-фанерном комбинате запроектировано получение пластиков из мелких отходов древесины с использованием мономеров, на Селцком ДСК внедряется получение древесноволокнистых плит сухим способом, на Усть-Ижорском фанерном заводе и Щекинском ДОКе осуществлена гидрофобизация древесностружечных плит.

Наряду с большой педагогической и научной работой Н. Я. Солечник принимает активное участие в общественной жизни. Он член ученых советов лесотехнической академии и химико-технологического факультета, член методической комиссии МВ и ССО СССР, являясь членом научно-технического совета ЦНИИБа, ученого совета лаборатории консервации и реставрации документов АН СССР, объединенного НТС МВ и ССО РСФСР, работал в составе НТС ЦНИИФ, в секции полимеров НТС МВО СССР.

Деятельность Н. Я. Солечника отмечена четырьмя правительственными наградами и рядом Почетных грамот.

От души желаем Николаю Яковлевичу Солечнику здоровья на долгие годы и дальнейшей плодотворной работы в области технологии древесных пластиков и плит.

Группа товарищей.
Ленинградская лесотехническая академия

СОДЕРЖАНИЕ

<i>В. А. Карамзин.</i> Соревноваться и учиться соревнованию	3
---	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>П. Ф. Совершаев, В. Б. Ларин.</i> О влиянии некоторых физиологически активных веществ на нуклеиновый обмен при прорастании семян ели	5
<i>В. И. Бирюков.</i> Опыт интродукции псевдотсуги в центральных районах РСФСР	8
<i>М. В. Колесниченко, Ю. М. Спахов, А. С. Спахова.</i> Особенности сезонного ритма и скорости поглощения фосфора древесными породами при совместном произрастании	10
<i>Т. Д. Суслова.</i> Режим влажности грунтовых дорожек, обработанных фурфурол-анилином	15
<i>Т. Н. Келеберда.</i> К характеристике свойств ризосферной почвы дуба в искусственных насаждениях Велико-Анадоля	18
<i>Е. Н. Самошкин.</i> Влияние некоторых химических мутагенов на рост сеянцев липы мелколистной	20
<i>Ю. А. Атаманиук.</i> О таксационном строении молодых культур дуба, созданных групповым способом	22
<i>А. И. Баранов, И. И. Гуров.</i> Определение сил сопротивления почвы, действующих на сошники лесопосадочных машин	25
<i>З. М. Науменко.</i> О типах березовых лесов европейской части РСФСР	31

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>А. В. Жуков, О. Ф. Резников.</i> Влияние гибкого скручивания пакета хлыстов на поперечную устойчивую лесовозного автопоезда	36
<i>Б. И. Кувалдин.</i> Определение величины составляющей сопротивления движению, зависящей от прогиба пути	42
<i>Н. Н. Горбачев.</i> Дифференциальные уравнения и расчет коэффициентов затухания собственных колебаний гусеничного трелевочного трактора с полужесткой рессорно-балансирной подвеской	45
<i>Г. А. Борисов, В. Н. Земляченко.</i> Итеративный метод улучшения транспортных сетей лесозаготовительных предприятий	51
<i>М. А. Думановский.</i> Исследование траектории движения груза на несущем канате подвесной канатной установки	55

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>М. В. Жестяников, И. Г. Назаренко.</i> Дисперсный анализ пыли, образующейся при шлифовании мебельных щитов	61
<i>В. В. Гамов.</i> Учет структурно-механических свойств древесностружечных плит при статическом растяжении перпендикулярно плоскости	63
<i>Н. Н. Буторин.</i> Математическая модель механизма резания лесопильной рамы	66
<i>Б. И. Огарков, Г. К. Гаврилов.</i> Влияние влажности на реологические характеристики древесины березы при сжатии поперек волокон	71
<i>И. Н. Серебряная.</i> О точности некоторых параметров концевых фрез	72
<i>Н. З. Захаров.</i> Неоднородность по толщине пьезотермопластиков из измельченной древесины	75
<i>В. А. Тихонов.</i> Расчет геометрии и силовых характеристик режущего инструмента для продольного резания древесины	79
<i>Ю. И. Юрьев, Л. П. Потяркин.</i> О расчете сил трения в направляющих лесопильной рамы	86
<i>Б. И. Телятников, В. А. Суханов.</i> Разработка методики исследования вспениваемости органических жидкостей, используемых в качестве агентов сушки	90

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Р. З. Пен, Э. М. Менчер, Т. А. Пискун.</i> Целлюлоза из древесины лиственницы. Свойства бисульфитной полуцеллюлозы из лиственничной и смешанной хвойной древесины	93
--	----

Б. Д. Богомолов, С. Б. Пальмова, Г. И. Попова. Исследование изменений карбоновых групп диксанглинина сосны и березы при щелочных варках	98
Э. Д. Левин, В. С. Петров. Метод расчета продолжительности пиролиза коры	101
И. М. Боховкин, Б. К. Семенов. О межмолекулярном взаимодействии фурфурола с фенолом и нитрофенолами	105
В. И. Шарков, С. И. Суворова. О взаимосвязи процессов набухания и растворения целлюлозы в растворах едкого натрия	109
В. М. Никитин, В. А. Долматов, Т. М. Крошилова. О поведении лигносульфоновых кислот при нагревании	111
Б. С. Филиппов. Влияние состава смолистых веществ на выделение сульфатного мыла	114
А. П. Матюшкина, М. И. Агеева. Исследование древесины соснового сухостоя	117

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Н. Г. Штольцер. Влияние геометрии штормочных измерителей на точность измерения диаметров бревен	122
Г. П. Буйлов. Моделирование системы автоматического регулирования мощности электропривода дефибрера типа ДЦ-03	124

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

М. Д. Некрасов. Об экономической эффективности двухприемных постепенных рубок в сосняках	128
А. Ф. Гаврилов. Зависимость фондоотдачи от структуры основных фондов лесозаготовительных предприятий	131
Ю. П. Стругов. О народнохозяйственной трудоемкости целлюлозно-бумажной продукции	133

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

И. С. Васильев. Лесорастительные зоны Северной Осетии	137
В. П. Тарабрин. Интенсивность транспирации листьев в разных частях кроны древесных растений	138
М. Т. Гончар, В. С. Постригань. Обмен корневыми выделениями в искусственных дубово-сосновых фитоценозах	141
Г. М. Чередищенко. Особенности роста молодых дубовых полос	143
В. П. Тарасенко, И. А. Тарасенко. О создании культур крупномерными саженцами ели	147
В. Н. Егоров, И. В. Трещевский, П. М. Васильев. Таблицы хода роста культур дуба в полевых полосах Воронежской области	149
А. С. Чиндяев. Накопление и температурный режим снежного покрова на участках постепенных рубок в горных лиственных-еловых древостоях Южного Урала	150
Б. Д. Зайцев. Опыт применения агрохимических методов анализа при изучении свойств лесных подзолистых почв	153
П. И. Войчаль. О вычислении объемов сосенок, не достигших высоты груди	155
В. К. Малкин. Отбор высокоурожайных деревьев лиственницы по комплексу признаков	157
Л. С. Ковалев. Усадка суглинистых и песчаных почв в зависимости от способа их обработки	161
В. И. Дитрих. Определение возраста лиственницы сибирской по внешним признакам	165
А. М. Боровиков. Распространение волн напряжений вдоль волокон древесины	167
Г. Ф. Потуткин. Применение полиэтиленовой пленки для изготовления древесностружечных плит	170

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

П. И. Войчаль. Всесоюзное совещание по адаптации растений	172
---	-----

ЮБИЛЕИ

О.А. Катаев, Н. Е. Булыгин, Н. М. Андронов, Н. О. Соколов, Н. А. Байдалина, Ф. А. Чепик, А. С. Родионова, Г. П. Минкевич, В. В. Сычев. Геоботаник и дендролог П. Л. Богданов (к 70-летию со дня рождения)	173
Группа товарищей. Поздравляем юбиляра	174