

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ОДИННАДЦАТЫЙ

1

1968

АРХАНГЕЛЬСКИЙ
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени В. В. КУЙБЫШЕВА

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Ответственный секретарь редакции **А. И. Кольцова**.

«Лесной журнал» публикует научные статьи по всем отраслям лесного дела, сообщения о внедрении законченных исследований в производстве 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 лесных вузов и техникумов, студентов старших курсов лесотехнических институтов.

Выходит 6 раз в год.

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

РАЗВИТИЕ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В 1968—1970 гг. И ЗАДАЧИ НАУКИ

Наша Родина вступила в новый 1968 год. У советских людей стало традицией, встречая новый год, подводить итоги года прошедшего и намечать рубежи дальнейших свершений. Старый год был знаменателен тем, что он совпал с пятидесятилетием Великого Октября, открывшего новую эру в истории. Все советские люди и прогрессивное человечество отметили полувековой юбилей нашей Родины как большой праздник в строительстве новой жизни. За эти годы наш народ под руководством Ленинской партии достиг таких высот в развитии хозяйства и культуры, которые восхищают весь мир.

Юбилейный год был годом огромного подъема творческой инициативы советского народа: замечательной победы добились металлурги страны, выплавив более 102 млн. *t* стали. Дали ток первые агрегаты гиганта энергетики — Красноярской ГЭС, мощность каждой турбины которой почти равна мощности всего довоенного Днепротэса. Построен крупнейший в мире газопровод Средняя Азия — Центр. Труженики села, несмотря на неблагоприятные погодные условия в ряде зон, засыпали в закрома Родины 147,6 млн. *t* зерна. Перевыполнены также планы продажи государству мяса, молока и других сельскохозяйственных продуктов.

Посадка советской автоматической межпланетной станции на Венере и автоматическая стыковка на орбите двух космических аппаратов по достоинству увенчали величественные успехи нашей науки.

Подготовка к юбилею советского государства привела в действие огромные творческие силы, ознаменовалась новым ростом трудовой и политической активности масс. В юбилейном соревновании участвовали тысячи фабрик, заводов, колхозов, совхозов и научных учреждений.

Существенный вклад в общее дело строительства коммунизма в истекшем году внесли работники лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности и лесного хозяйства. Двадцать четыре лучших коллектива, добившиеся самых высоких результатов в выполнении юбилейных обязательств, награждены памятными знаменами ЦК КПСС, Президиума Верховного Совета СССР, Совета Министров СССР и ВЦСПС.

Задача работников науки глубоко и всесторонне изучить опыт передовиков всенародного соревнования, награжденных памятными знаменами, и способствовать освоению его во всех коллективах лесной промышленности и лесного хозяйства.

Цель социалистического производства — всестороннее удовлетворение растущих потребностей человека. Партия неустанно заботится о повышении материального и культурного уровня жизни трудящихся. В этом отношении юбилейный год был особенно знаменателен. Сентябрьский Пленум ЦК КПСС и третья сессия Верховного Совета СССР седьмого созыва наметили новые важные меры для обеспечения дальнейшего роста благосостояния советских людей. На сессии Верховного

Совета СССР рассмотрены планы развития народного хозяйства СССР на 1968 г. и на 1969—1970 гг.

Решения сессии встречены всем советским народом с огромным воодушевлением. Развертывая социалистическое соревнование за достойную встречу столетия со дня рождения В. И. Ленина, многие коллективы промышленных предприятий берут обязательства выполнить пятилетку досрочно к 7 ноября 1970 г.

В планах развития народного хозяйства на 1968—1970 гг. предусмотрены высокие темпы развития промышленности, транспорта и связи, сельского хозяйства, капитального строительства, развития хозяйства союзных республик и повышение уровня жизни народа.

Важное место в народнохозяйственном плане на 1968—1970 гг. отводится развитию лесной, целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности и лесного хозяйства. Предусматривается наиболее полное удовлетворение потребностей в древесине и продуктах леса, рациональное использование зеленых богатств, повышение продуктивности лесов, улучшение их качественного состава, расширение работ по восстановлению на вырубках и гарях, а также защитному лесоразведению.

За пятилетие отпуск древесины по главному пользованию и лесовосстановительным рубкам составит 1960 млн. м³. Предусматривается снижение размера лесозаготовок в некоторых малолесных районах и увеличение их в лесах третьей группы многолесных районов Севера, Сибири и Дальнего Востока. В текущей пятилетке найдут более широкое применение постепенные, группово-выборочные и добровольно-выборочные рубки как в горных, так и в равнинных лесах.

Планом на 1968 г. предусмотрено введение единых плановых показателей для всех предприятий лесной промышленности, включая и те, которые еще не перешли на работу по-новому. Кроме ассортимента выпускаемой продукции, планом предусматривается, прежде всего, реализация продукции — показатель, характеризующий ее общий объем в стоимостном выражении. Вместо задания по себестоимости планируется сумма прибыли. В плане по труду отныне сохраняется только один директивный показатель — фонд заработной платы. Даются также показатели по централизованным капитальным вложениям, по плану внедрения новой техники и передовой технологии. Сохраняется величина взносов прибыли в бюджет. Утверждается общая и расчетная рентабельность. Все же остальные показатели плана рассчитываются самими предприятиями. Таким образом, отныне всем предприятиям предоставляются широкие права для проявления самостоятельности и инициативы при планировании.

Лесная промышленность получит развитие не только путем увеличения объемов заготовки и вывозки древесины, но и в результате улучшения структуры производства на базе комплексного использования древесного сырья. Будет построен ряд новых лесопильных и деревообрабатывающих предприятий. К 1970 г. производство целлюлозы увеличится более чем в 2,2 раза, бумаги — на 54%. Массовая переработка отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки, а также использование низкосортной древесины позволит получить значительно больше товаров бытового назначения, а главное — технологической щепы для производства целлюлозы, бумаги, картона, древесных плит и других ценных продуктов.

Большое народнохозяйственное значение приобретает восстановление и умножение лесных богатств, расширение лесомелиорации, мероприятий по борьбе с водной и ветровой эрозией почв и ползащитному лесоразведению. Работы по лесовосстановлению в текущем

пятилетия будут проведены на площади 11,3 млн. га. При этом посев и посадки займут почти 66% площади. Это позволит в основном ликвидировать разрыв между рубкой леса и его восстановлением. Ежегодный объем лесокультурных работ повысится к концу пятилетки до 1,5 млн. га. Намечается произвести учет земель, не пригодных для сельскохозяйственного пользования, и составить план их облесения. Будет организован ряд новых лесхозов и лесничеств, крупных лесных питомников. В 1970 г. новые насаждения в оврагах, балках и на песках, а также полезашитные полосы будут созданы на площади более 470 тыс. га. Важное значение для повышения продуктивности лесов имеет осушительная мелиорация. Общий объем этих работ на пятилетку определен в 1193 тыс. га. Повышается уровень механизации лесовосстановительных работ. Большое значение приобретут работы по организации территории государственного лесного фонда. За пятилетие намечается охватить лесоустройством площадь в 194,6 млн. га. Эти работы будут преимущественно проведены в многолесных районах с целью получения наиболее точных данных по инвентаризации лесов и освоения новых лесных массивов.

Задачи, поставленные перед лесной промышленностью и лесным хозяйством народнохозяйственным планом на 1968—1970 гг., исключительно велики. Осуществление их потребует огромной энергии. Существенную помощь должны оказать научные работники вузов, научно-исследовательских и проектных институтов.

В области лесозаготовительной промышленности усилия ученых должны быть сосредоточены на совершенствовании технологии производства, механизации и автоматизации производственных процессов, создании машин и механизмов, облегчающих труд, изыскании и проектировании лесовозных дорог, обеспечивающих круглогодичную работу предприятий. Необходима широкая разработка вопросов научной организации труда на лесозаготовках и транспортировке древесины.

Почти не тронутыми наукой остаются вопросы формирования и использования трудовых ресурсов на лесозаготовках и в лесном хозяйстве. Этот и другие аспекты социологических исследований должны привлечь внимание кафедр общественных наук. Наши экономисты должны оказать действенную помощь промышленности в переходе на новые методы планирования и экономического стимулирования. Надо найти эффективные приемы распространения основных положений хозяйственной реформы на лесное хозяйство. Ожидают глубокого и всестороннего рассмотрения проблемы экономического обоснования основных направлений технического прогресса, типов предприятий, комплексного использования древесины и др.

В области деревообработки стоят задачи освоения новых технологических процессов с использованием автоматики, создания новых конструкций и изделий из древесины и т. д. Ученые-химики должны сосредоточить свое внимание на обеспечении новых непрерывно действующих процессов химического производства и более полном использовании всех видов сырья.

Долг лесохозяйственной науки — найти более эффективные пути выращивания леса и изучения новых сырьевых районов.

К концу пятилетки лесная, целлюлозно-бумажная и деревообрабатывающая промышленность и лесное хозяйство достигнут новых рубежей. Это будет существенным вкладом в создание материально-технической базы коммунизма.

УДК 634.0.56 : 674.032.475.4

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

**ВЛИЯНИЕ ПОЛНОТЫ И ВОЗРАСТА
НА ПРИРОСТ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ БССР**

В. С. МИРОШНИКОВ

(Белорусский технологический институт)

Текущий прирост древостоя — единственный наиболее достоверный показатель продуктивности насаждений, величину которого необходимо учитывать при проведении рубок ухода и многих других лесохозяйственных мероприятий. Известно, что на величину текущего прироста влияют многие факторы, важнейшие из них: лесорастительный район, порода, тип леса, полнота, происхождение, возраст. В пределах одного лесорастительного района наиболее существенно влияние полноты насаждения, его возраста и условий местопроизрастания.

Среди исследователей нет единства во взглядах на характер зависимости текущего прироста от полноты и возраста древостоя [1], [3], [4], [5].

В связи с этим нами проведено исследование влияния полноты и возраста на величину текущего прироста сосновых насаждений Белоруссии. Было заложено 65 пробных площадей в сосновых насаждениях брусничникового и кисличникового типов леса, распределение которых по полнотам и возрастам приведено в табл. 1.

Таблица 1

Возраст, лет	Брусничниковый тип						Кисличниковый тип				
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
20	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—
30	—	1	2	1	1	1	1	—	—	—	1
40	1	1	—	1	1	—	1	1	—	—	1
50	1	2	1	—	2	—	1	1	4	1	1
60	1	2	—	1	—	1	1	1	—	1	1
70	2	2	1	—	1	2	—	1	2	1	1
80	1	—	1	1	—	—	—	—	1	1	—
90	—	—	1	—	2	—	—	—	1	—	—
100	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Итого	7	8	8	4	8	4	4	4	9	4	5

Опытные объекты классифицировали по типам леса, что обеспечило однородность объединяемых насаждений в природном отношении. Вспомогательным, а в некоторой степени и контрольным признаком служил класс бонитета насаждений.

На каждой пробной площади производили сплошной пересчет стволов по 2- или 4-сантиметровым ступеням толщины (в зависимости от возраста насаждения) и в каждой измеряли высоты 2—3 деревьев. Механическим отбором (каждое десятое де-

рево) брали 15—20 пробных учетных деревьев, на которых приростным буравом устанавливали прирост по диаметру за последние 5 и 10 лет. На всех пробных площадях делали почвенные разрезы, описывали и зарисовывали их по горизонтам, а также производили описание типа леса с учетом напочвенного покрова. Таксационные показатели пробных площадей (возраст, средний диаметр, среднюю высоту, полноту, класс бонитета, сумму площадей сечений, запас) устанавливали обычными таксационными приемами с использованием лесотаксационных справочников. Процент текущего объемного прироста вычисляли для всех пробных учетных деревьев по средней ширине годичного слоя i , на основании формулы $P_v = \frac{K \cdot i}{D}$, и по относительному диаметру, используя таблицу Пресслера для определения процента объемного прироста на стволах растущих деревьев.

Относительный диаметр и относительное протяжение кроны находили как средние для всего древостоя, а оценку энергии роста стволов производили по вспомогательной табл. 1, предложенной М. Л. Дворецким [2].

Показатели процента текущего прироста отдельных стволов обрабатывали статистически. Средние показатели абсолютного текущего прироста насаждений по объему вычислены по среднему проценту текущего прироста от запаса древостоя, который определяли по таблицам с двумя входами (D и H) [6].

Для установления связи текущего прироста с возрастом древостоя строили графики, на которых по оси абсцисс откладывали средний возраст древостоев различных полнот, а по оси ординат — абсолютный текущий прирост по запасу этих древостоев того и другого типов леса.

Во всех случаях при этом оказалось, что точки, соответствующие древостоям одного и того же типа леса, одной полноты, но различного возраста, располагаются на кривой типа параболы второго порядка, параметры которой вычисляли путем решения трех уравнений с тремя неизвестными.

Подставляя в полученные уравнения значение переменной (возрастного периода), мы получили абсолютную величину сглаженного текущего прироста для данной полноты в пределах одного из типов леса.

Для наглядности и контроля хода вычислительных работ полученные значения текущего прироста наносили на график (рис. 1).

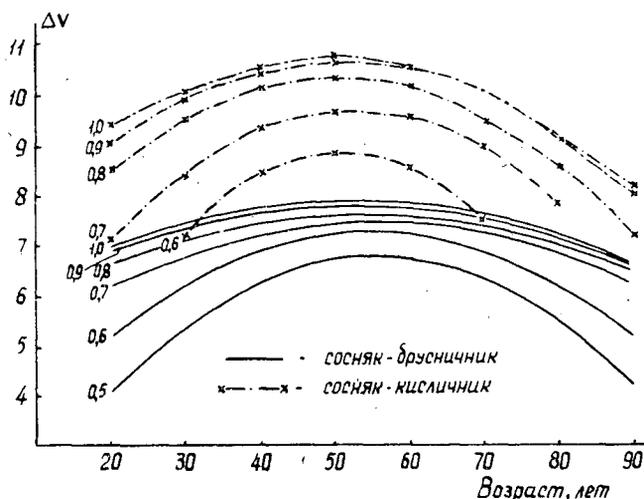


Рис. 1.

Решая систему уравнений, мы получили абсолютные значения текущего прироста (m^3/ga) сосновых насаждений двух типов леса (табл. 2).

Таблица 2

Возраст, лет	Величина текущего прироста, м ³ /га, при полноте										
	сосняк-брусничник					сосняк-кисличник					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
20	4,1	5,20	6,2	6,68	6,90	6,95	—	7,1	8,5	9,0	9,4
30	5,36	6,22	6,8	7,15	7,38	7,45	7,2	8,4	9,5	9,9	10,0
40	6,22	6,88	7,2	7,45	7,68	7,77	8,4	9,3	10,1	10,4	10,5
50	6,75	7,20	7,4	7,60	7,80	7,90	8,8	9,6	10,3	10,6	10,7
60	6,76	7,18	7,4	7,58	7,74	7,86	8,5	9,5	10,1	10,5	10,5
70	6,25	6,82	7,2	7,39	7,50	7,61	7,5	8,9	9,4	10,0	10,0
80	5,42	6,12	6,8	7,04	7,08	7,20	—	7,8	8,5	9,1	9,1
90	4,17	5,10	6,1	6,43	6,48	6,58	—	6,2	7,1	8,0	8,1

Рассматривая приведенные графики и данные табл. 2, можно сделать следующие выводы.

1. С повышением полноты до 1,0 увеличивается абсолютный прирост насаждения (особенно при переходе от полноты 0,5 к полноте 0,7 в брусничниковом типе и от 0,6 к 0,8 в кисличниковом). В высокополнотных древостоях (0,9—1,0) энергия нарастания абсолютного прироста заметно падает.

2. Увеличение возраста древостоя до 50 лет сопровождается повышением текущего прироста, который затем падает.

3. Плавное изменение текущего прироста с возрастом и полнотой проходит в брусничниковом типе леса. С улучшением условий произрастания (кисличниковый тип) кривизна кривой выражена сильнее.

Под влиянием большого доступа солнечной энергии величина прироста изменяется не пропорционально уменьшению полноты, а с некоторым превышением на световой прирост.

Таблица 3

Полнота	Прирост, м ³ /га			Процент светового прироста
	фактический	редуцированный пропорционально полноте	световой	
0,5	6,75	3,95	2,80	42,0
0,6	7,20	4,74	2,46	34,3
0,7	7,40	5,53	1,87	25,6
0,8	7,60	6,32	1,28	17,0
0,9	7,80	7,11	0,69	8,7
1,0	7,90	7,90	—	—

Влияние светового прироста (табл. 3) наглядно проявляется на примере прироста 50-летних сосновых насаждений брусничникового типа, взятого из табл. 2.

Данные табл. 3 свидетельствуют о повышении энергии нарастания объемного прироста насаждений с уменьшением их полноты, а также отражают величину светового прироста. Представляет интерес, в каком соотношении находятся полученные нами величины текущего прироста с соответствующими данными таблиц И. М. Науменко и других авторов. Приведем для сопоставления лишь данные текущего прироста сосновых насаждений брусничникового типа при полноте 1,0 (табл. 4).

Приведенные сопоставления показывают, что все три способа выражают одни и те же зависимости текущего прироста от условий ме-

Таблица 4

Возраст, лет	Текущий прирост, м ³ /га, по данным				
	нашим	И. М. Науменко		В. В. Загреева	
		фактический	отклонение, %	фактический	отклонение, %
30	7,45	7,70	+3,5	6,8	-8,5
40	7,77	8,90	+14,5	7,4	-4,6
50	7,90	8,65	+9,6	7,9	0
60	7,86	8,20	+4,3	7,8	-1,7
70	7,61	7,65	+0,2	7,4	-2,8
80	7,20	7,10	-1,0	6,5	-9,5
90	6,59	6,55	-0,1	—	—

стопроизрастания, возраста и полноты насаждений. Только этим можно объяснить их сходство не только по форме, но и по содержанию.

Табл. 2 может быть использована для определения текущего прироста сосновых насаждений соответствующих типов леса по возрасту и полноте. В сочетании с итоговыми данными инвентаризации лесного фонда лесхоза и отдельных лесничеств ее можно применять для нахождения общего текущего прироста, в целях установления интенсивности рубок ухода за лесом и в отдельных случаях для расчета рубок главного пользования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. С. Бабаккин. О точности упрощенных способов определения текущего прироста древостоя по запасу. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1962. [2]. М. Л. Дворецкий. Текущий прирост древесины ствола и древостоя. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964 (табл. 19). [3]. В. В. Загреев. Влияние полноты на текущий прирост сосновых насаждений. Журн. «Лесное хозяйство» № 9, 1962. [4]. Ф. П. Моисеенко. О влиянии полноты на прирост в сложных дубовых насаждениях. Сборник работ по лесному хозяйству, Госиздат БССР, Минск, 1947. [5]. И. М. Науменко. Текущий объемный прирост насаждений. Научные записки Воронежского лесохозяйственного института, т. IX, 1946. [6]. Д. И. Товстолес. Массовые таблицы для сосны, ели, дуба, березы и осины по классам бонитета. Лесная вспомогательная книжка, Гослесбуиздат, 1956.

Поступила в редакцию
25 декабря 1965 г.

УДК 634.0.161.4 : 634.0.23

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЕЛОВОГО ПОДРОСТА РАЗНЫХ КАТЕГОРИЙ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ

А. Р. ЧИСТЯКОВ

Т. А. ЛЕУХИНА

Е. И. УСПЕНСКИЙ

(Поволжский лесотехнический институт)

Физиологии елового подроста посвящены многие исследования [1]—[7]. Однако ряд факторов (зависимость состояния подроста от местообитания и метеорологических условий в те или иные годы) не нашел в них полного отражения.

Нами исследованы фотосинтез, дыхание и водообмен подроста в Пижемском леспромхозе Горьковской области, в ельнике черничном на двух участках: под пологом леса и на двухлетней вырубке. В каждом участке изучали модельные деревья подроста трех категорий жизнеспособности: благонадежный, сомнительный и неблагонадежный. Возраст подроста 15—20 лет, высота 1—1,5 м. Благонадежный подрост, приуроченный преимущественно к окнам, характеризуется возрастающим приростом в высоту за последнее пятилетие, остроконусовидной кроной, занимающей 70—90% длины ствола. У сомнительного подроста прирост последних двух пятилетий остается на одном уровне, крона более широкая, а протяженность ее по стволу 50—70%. Прирост неблагонадежного подроста, произрастающего под пологом леса в местах наибольшего затенения и имеющего зонтиковидную крону с протяженностью по стволу 30—50%, резко падает за последнее пятилетие.

Исследования под пологом леса и на вырубке проводили одновременно. Интенсивность фотосинтеза и дыхания определяли газометрическим методом на неотделенных однолетних побегах. Исследованиям подвергалась хвоя текущего года (1965 г.).

Опыты проводили в течение всего дня, что позволило выяснить начало и продолжительность фотосинтетической работы подроста. Одновременно с опытами по фотосинтезу и дыханию учитывали силу света, температуру и относительную влажность воздуха. Интенсивность транспирации определяли методом быстрого взвешивания при помощи торсионных весов. Средние показатели фотосинтеза и дыхания из опытов, проведенных в течение двух дней (9 и 10 августа), выраженные в мг СО₂ на 1 дм² за 1 час, приведены в табл. 1*.

Исследования показали, что интенсивность фотосинтеза у подроста под пологом леса ниже, чем на вырубке.

Наиболее активна работа хвои под пологом леса в полуденные часы. Сроки начала и окончания фотосинтеза в течение дня под поло-

* При вычислении средних показателей интенсивности фотосинтеза учтены опыты и с отрицательными показателями (на дыхание и компенсационный пункт).

Таблица 1

Показатели	Категория подроста		
	благонадежный	сомнительный	неблагонадежный
Освещенность от ... до, лк	1200—20000 10560—47500	800—13600 18480—44200	480—5600 13200—39600
Интенсивность дыхания	$\frac{0,31}{2,40}$	$\frac{0,13}{—}$	$\frac{0,11}{1,53}$
Количество ассимилированного CO ₂ , мг за 1 час	$\frac{3,04}{4,41}$	$\frac{1,15}{2,97}$	$\frac{0,10}{1,95}$
Ассимиляционная площадь дерева, м ²	$\frac{1,72}{0,96}$	$\frac{1,15}{0,47}$	$\frac{0,40}{0,35}$
Количество CO ₂ , усвоенного одним деревом, г	$\frac{0,520}{0,420}$	$\frac{0,140}{0,140}$	$\frac{0,004}{0,668}$

Примечание. В числителе — данные для подроста под пологом леса; в знаменателе — на вырубке.

том леса и на вырубке различны. В первом случае он начинается позднее и заканчивается раньше. Лимитирующим фактором в данном случае является свет. Как справедливо отмечает З. М. Науменко [7], степень изменения экологических условий неодинакова для разных категорий подроста после рубки материнского полога.

Измерения силы света, проводимые одновременно с опытами, показали, что на вырубке (по сравнению с условиями под пологом) освещенность благонадежного подроста увеличивается в 2—15 раз, сомнительного — в 15—30 раз, а неблагонадежного — в 60 раз и более. Это различие в изменении степени освещенности является одним из основных факторов, обуславливающих разницу в интенсивности фотосинтеза подроста.

Наиболее высокие показатели интенсивности фотосинтеза как под пологом леса, так и на вырубке получены у подроста благонадежного. Если у благонадежного подроста ее принять за 100%, то у подроста сомнительной жизнеспособности под пологом леса она составит 41,1%, а на вырубке — 67,3%.

Интенсивность фотосинтеза однолетней хвои подроста благонадежного и сомнительного после вырубki древостоя повышается.

Данные наших наблюдений показали, что хвоя подроста, сформировавшаяся в условиях однолетней вырубki, сохраняет способность повышенной ассимиляции.

У неблагонадежного подроста как в лесу, так и на вырубке фотосинтетическая способность хвои сохраняется (на вырубке интенсивность фотосинтеза в ряде опытов у этого подроста была не ниже, чем у благонадежного), однако фотосинтез начинался лишь в 10 час., а в 14 час. уже наблюдалось выделение углекислого газа в результате дыхания. При незначительной площади хвои (табл. 1) и очень коротком рабочем времени фотосинтеза продуктивность последнего очень мала.

Данные о влажности хвои и средние показатели интенсивности транспирации, полученные по наблюдениям 10 августа 1965 г., приведены в табл. 2, из которой видно, что на вырубке влажность хвои ниже. Степень оводненности хвои обуславливается не только различиями экологических условий на вырубке и в лесу, но и физиологиче-

Таблица 2

Категории подростa	Влажность хвои, % к сухому весу	Интенсивность транспирации г воды на ат ² /час
Благонадежный	179,4	0,12
	84,1	0,32
Сомнительный	182,1	0,13
	53,4	0,27
Неблагонадежный	195,4	0,17
	53,3	0,20

Примечание. В числителе — данные для проб под пологом леса; в знаменателе — на вырубке 1963 г.

ским состоянием подростa разных категорий. Так, если влажность хвои в лесу принять за единицу, то на вырубке у благонадежного подростa она составит 0,47, у сомнительного 0,29, а у неблагонадежного — 0,22.

Величина транспирации зависит не только от экологических условий, но, главным образом, определяется анатомо-физиологическими особенностями растения (проницаемостью плазмы, состоянием устьиц и др.).

Данные наших наблюдений показывают, что интенсивность транспирации меньше под пологом леса, а на вырубке она ниже у благонадежного подростa.

Можно полагать, что у неблагонадежного подростa на вырубке в результате недостаточной оводненности хвои возникают изменения в проницаемости плазмы и в осмотических явлениях. Они отражаются на работе устьиц и обуславливают пониженную фотосинтетическую активность хвои.

Сопоставление изменений в показателях различных физиологических процессов у подростa по категориям жизнеспособности приводит к выводу, что неблагонадежный подрост имеет пониженную жизнедеятельность на свежих вырубках и подвергается значительному усыханию не только в результате ослабления фотосинтеза, но в большей степени из-за нарушения водного баланса и возникающего дефицита влаги.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. А. Байдалина. Анатомо-физиологические исследования елового подростa Лисинского учебно-опытного лесхоза. Труды ЛТА, вып. 73, 1956. [2]. К. А. Гар, И. В. Гулидова. Режим освещения и фотосинтез у елового подростa в березово-еловых древостоях Вологодской области. Физиологические основы роста древесных растений. Изд. АН СССР, М., 1960. [3]. И. В. Гулидова. Фотосинтез и транспирация у ели. Труды Института леса и древесины, т. 8, 1962. [4]. Н. Л. Коссович. О фотосинтезе ели в связи с его приростом при сильном прореживании в лесных биоценозах. Доклады Всесоюзного совещания по физиологии растений, вып. 2, 1945. [5]. И. В. Катрушенко. О потенциальной интенсивности фотосинтеза подростa ели в различных условиях освещенности. «Ботанический журнал» № 1, 1965. [6]. Д. А. Комиссаров, Л. Н. Штейнвольф. Интенсивность фотосинтеза у подростa ели в разных экологических условиях. ЛенНИИЛХ, Тезисы докладов рабочего совещания, М., 9—11 февраля 1965 г. [7]. З. М. Науменко. Изменение некоторых физиологических особенностей подростa ели после рубки деревьев. Журн. «Физиология растений», т. 12, № 3, 1965.

Поступила в редакцию
30 мая 1966 г

УДК 595.70

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПИТАНИЕ НАСЕКОМЫХ КАК ПРИЧИНА СНИЖЕНИЯ ПРИРОСТА ЕЛИ НА ВЫРУБКАХ*

А. Л. БОРОДИН

(Архангельский институт леса и лесохимии)

Наибольший отпад ели на концентрированных вырубках Европейского Севера происходит в первые годы (3—5 лет). Этот процесс закономерен для разных районов европейской тайги [2], [3], [4], [5].

Физиологические исследования подроста ели, проведенные в таежной зоне, подтверждают лесоводственный вывод [1]. Нарушение нормального физиологического ритма у подроста ели в первый год вызывает его ослабление и служит предпосылкой для массового нападения насекомых.

До недавнего времени почти не проводилось энтомологических работ, посвященных изучению вредной деятельности насекомых на вырубках. Систематические исследования в этом направлении начались с 1957 г. в Карельской АССР [6], [7], [8], [9]; была выяснена роль насекомых в лесовозобновительном процессе вырубок для условий Карелии. Для южной подзоны европейской тайги аналогичных работ нет.

Наши двухлетние исследования (1964—1965 гг.) проведены в Белозерском леспромхозе Вологодской области. Район работ расположен в типичных условиях южнотаежных лесоразработок.

В энтомологической литературе вопрос о влиянии дополнительного питания насекомых на прирост в высоту самосева и подроста ели на вырубках не освещен. В то же время изучение его дает возможность выяснить роль насекомых как физиологических вредителей, действующих в самый трудный период существования ели после рубки, в момент нарушенного баланса основных физиологических процессов. Кроме того, важно знать реакцию естественного возобновления ели разных возрастных групп на повреждения насекомыми. Это позволит установить наиболее перспективные категории возобновления ели с точки зрения формирования будущих насаждений на вырубках.

В процессе работы было обследовано двенадцать вырубок 1- и 3-летнего возраста вейникового и ширококравного типов, на которых взято 500 моделей самосева, мелкого и крупного подроста ели. Самосевом считали деревца высотой до 0,25 м, мелким подростом — до 1 м и крупным — выше 1 м, диаметр которого на высоте груди не превышал 6 см. У каждой модели замерены высота, диаметр у шейки корня, прирост в высоту за 5 лет и определен возраст. На моделях отмечали количество ран, нанесенных разными видами вредителей, расположение ран на стволе (в кроне дерева, под кроной, у шейки корня и на ветвях). Выбор моделей осуществлялся механически и соответствовал

* Работа выполнена на кафедре защиты леса Московского лесотехнического института под руководством проф., доктора биологических наук А. И. Воронцова.

принципу рандомизированного учета, с тем чтобы для обработки данных применить дисперсионный анализ, исключив субъективный подход к оценке деятельности насекомых.

При дополнительном питании самосев повреждается долгоносиками *Hylobius abietis* L., *H. albosparsus* Motsch., *H. pinastri* Gyll. и *Hylastes cunicularius* Eg. На мелкий подрост, кроме этого, нападают смолевки *Pissodes pini* L., *P. harcyniae* Hbst., *P. piniphilus* Hbst., реже усачи рода *Monochamus*. Фауна крупного подростка в видовом отношении разнообразнее и многочисленнее. Она включает все отмеченные выше виды, среди которых ведущее место занимают усачи *Monochamus urussovi* Fisch. и *M. sutor* L.

Нанесенные насекомыми раны могут быть расположены на стволе и ветвях. У самосева и мелкого подростка ели наибольшее их количество находится на стволе у шейки корня. У крупного подростка раны концентрируются в области кроны как на стволе, так и на ветвях, то есть в местах, где кора тонкая и нежная. Эти повреждения в большинстве случаев сопровождаются уничтожением верхушечной почки. Самые опасные раны, значительные по площади и нередко смыкающиеся вокруг стволика у основания или вершины, наносят усачи и долгоносики. Излюбленное место питания усачей — вершина дерева в пределах 5—10-летнего прироста (10—15 см).

При определении влияния насекомых на снижение прироста в высоту у ели учитывали совместное действие всех указанных видов.

Мелкий и особенно крупный подрост подвергается интенсивному нападению насекомых в первый год после рубки леса. Для того чтобы установить, насколько сильно сказываются повреждения на величине годовичного прироста в высоту, было изучено 150 моделей поврежденного и неповрежденного молодняка ели разного возраста. Модели взяты на потенциально вейниковых однолетних вырубках.

Условно выделены две степени повреждения деревьев насекомыми: средняя и сильная. При средней степени раны занимали половину ствола и в некоторых случаях была повреждена верхушечная почка; количество ран на дереве не превышало 10—15. К сильно поврежденным отнесены деревья, у которых раны занимали три четверти ствола (по окружности) или кольцевали его у основания или вершины. Одним из признаков является уничтожение верхушечной почки, количество ран на дереве не больше 15. В табл. 1 помещены результаты обработки 150 моделей (вырубки 1-го года).

Таблица 1

Возраст, лет	Степень повреждения	Прирост, см		
		средний до рубки	после рубки	
			абсолютный	% к приросту до рубки
8—15	Не повреждены	5,0	5,6	112
	Средняя	3,9	1,9	49
	Сильная	3,3	1,6	49
46	Не повреждены	11,5	10,5	92
	Средняя	3,4	1,3	38
	Сильная	3,6	1,1	31

В процессе дополнительного питания усачи соскабливают кору на ветвях крупного подростка ели, кольца у их основания. В среднем на

дереве 28 ветвей, из них 9 (или 32%) окольцованы и усыхают в первый же вегетационный период. Нередки случаи, когда на дереве повреждено и усыхает до 20 ветвей (71%). Таким образом, крупный подрост ели уже в первый год теряет значительную часть ассимиляционного аппарата, что неизбежно сказывается на физиологическом состоянии дерева и снижении прироста.

Для того чтобы выяснить, насколько достоверно влияние дополнительного питания насекомых на снижение прироста в высоту уже в первый год после рубки, мы произвели дисперсионный анализ 150 моделей. Для сравнения выделены две возрастные категории возобновления ели. Результат этого анализа представлен в виде графика, наглядно иллюстрирующего достоверность влияния насекомых на снижение прироста с вероятностью $P > 0,95$ (рис. 1). Это снижение достоверно для разных возрастных групп, то есть при прочих равных условиях поврежденные насекомыми деревья разного возраста существенно уменьшают прирост в высоту. Для крупного подростка ели, кроме того, оказалась достоверной разница в изменении прироста в зависимости от степени повреждения.

Массовое нападение насекомых в новой экологической обстановке требует от деревьев дополнительного расхода энергии на восстановление поврежденных тканей. Наши исследования показали, что крупный подрост ели не может быстро восстанавливать поврежденные ткани, ослабевает и уже в первый год после рубки леса заселяется короедами, а также некоторыми видами смолевок. В результате в конце вегетационного периода первого года крупный подрост бывает поврежден на 12%. Предпосылкой для последующего его заселения служит неизбежное ослабление деревьев от нападения усачей, долгоносиков рода *Hyllobius* и смолевок. Анализируя модели, мы пришли к выводу, что деревья крупного подростка ели более привлекательны для насекомых, чем самосев или мелкий подрост, и служат объектом дополнительного питания и местом выплода.

В результате вредной деятельности насекомых происходит быстрое отмирание крупного подростка ели, которое заканчивается на 2—3-й год после рубки. На 3-летних вырубках количество жизнеспособного крупного подростка не превышает 50—90 шт. на 1 га, тогда как на однолетних лесосеках в некоторых случаях сохраняется свыше 400 шт. на 1 га. Так как с точки зрения лесовозобновления на вырубках крупный подрост практической ценности не имеет, на 3-летних вырубках мы не брали модельных деревьев этой возрастной категории.

Наиболее пластичными и быстро приспосабливающимися категориями естественного возобновления ели являются самосев и мелкий подрост, то есть самые молодые деревья предварительных генераций. Они способны быстро восстанавливать поврежденные ткани и уже к третьему году вполне приспосабливаются к условиям открытого пространства. Об этом говорит большое количество (1800 шт. на 1 га)

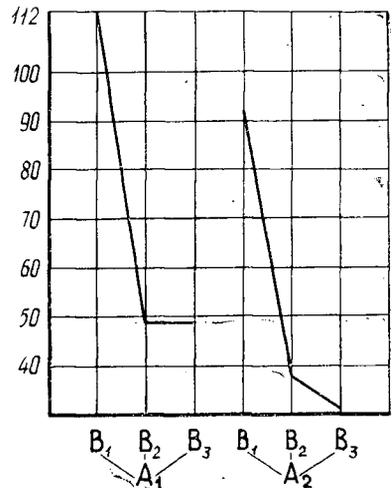


Рис. 1. Снижение прироста у ели под влиянием дополнительного питания насекомых (%).

A₁ — 8—15 лет, A₂ — 46 лет, B₁ — неповрежденные; B₂ — среднеповрежденные и B₃ — сильно поврежденные.

жизнеспособного самосева и мелкого подроста ели, выжившего к третьему году после рубки.

В табл. 2 приведены данные, характеризующие изменение прироста в высоту у самосева и мелкого подроста ели, имеющих старые раны. Модели (350 шт.) взяты на 3-летних вырубках двух типов.

Таблица 2

Категория возобновления	Прирост по годам, см					
	средний до рубки	в первом	во втором	в третьем	средний после рубки	
					абсолют- ный	% к приросту до рубки
Вейниковые вырубки						
Самосев	1,8	1,5	1,9	4,1	2,5	139
Мелкий подрост	2,9	2,7	2,3	4,8	3,3	114
Широкотравные вырубки						
Самосев	2,2	2,2	1,7	3,3	2,4	109
Мелкий подрост	3,6	3,6	2,9	5,1	3,9	108

Как видно из таблицы, на 3-летних вырубках перенесшие повреждения насекомыми самосев и мелкий подрост только на третий год резко увеличивают прирост в высоту в обоих типах вырубков.

В табл. 1 приведены данные о средне и сильно пораженном молодняке, а в табл. 2 — о поврежденном, но выжившем. Эти цифры наводят на мысль, что к третьему году сильно пораженные молодые деревья в большинстве усыхают и на вырубках остается в основном неповрежденный и слабо поврежденный молодняк. Однако на части деревьев мелкого подроста было до 30 зарубцевавшихся ран, что свидетельствует о способности некоторых экземпляров выживать даже при сильной степени заселения насекомыми. Таким образом, третий год характеризуется резким подъемом прироста поврежденного самосева и мелкого подроста ели, что связано с окончанием периода приживания и приспособливания их к новому фитоклиматическому режиму.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. В. Веретенников. О некоторых физиологических процессах подроста ели на долгомошных вырубках. В кн. «Основы типологии вырубков и ее значение в лесном хозяйстве», Архангельск, 1959. [2]. И. С. Мелехов. К типологии концентрированных вырубков в связи с изменениями в почвенном покрове. В кн. «Концентрированные рубки в лесах Севера», М., 1954. [3]. З. М. Науменко. Жизнеспособность елового подроста на сплошных вырубках Ленинградской области. ЛенНИИЛХ, сборник статей по лесному хозяйству, вып. 5, 1962. [4]. М. Н. Проккопьев. Подрост ели и его использование для восстановления леса. М., 1963. [5]. М. П. Синкевич. Об особенностях роста ели на вырубках в ельниках-черничниках Карельской АССР. ЛенНИИЛХ, сборник статей по лесному хозяйству, вып. 5, 1962. [6]. Э. В. Титова. Короеды хвойного подроста ели на лесных вырубках Карелии. Труды Карельского филиала АН СССР, вып. 16, 1959. [7]. Э. В. Титова. Биология и лесохозяйственное значение короедов-корнежиллов рода *Hylastes* в Карелии. Труды Карельского филиала АН СССР, вып. 25, 1961. [8]. В. Я. Шиперович, Б. П. Яковлев. Вредные насекомые и возобновление ели на вырубках в Карелии. Энтомологическое обозрение, т. 36, вып. 3, 1957а. [9]. В. Я. Шиперович, Б. П. Яковлев. Влияние лесопатологических факторов на устойчивость подроста и молодняков на вырубках в ельниках южной Карелии. Труды Карельского филиала АН СССР, вып. 7, 1957б.

УДК 634.0.533

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ МИЧЕРЛИХА ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ПОЛНОТЫ И ВЫРАВНИВАНИЯ ОПЫТНЫХ ДАННЫХ

А. И. ПИТИКИН

(Брянский технологический институт)

Чтобы глубже вскрыть природу биологических процессов, нужно рассматривать их во взаимосвязи. Текущий прирост по запасу следует изучать в зависимости от условий местопроизрастания, возраста, полноты и густоты древостоев. Климатические, почвенно-гидрологические и другие факторы влияют косвенно. Если подобрать изучаемые объекты с идентичными условиями местопроизрастания и одинаковым характером изменения числа стволов с возрастом, то можно установить зависимость между текущим приростом, возрастом и полнотой.

Наиболее точно и объективно эта зависимость выразилась бы аналитически. Но в настоящее время математическая статистика не дает общедоступных способов решения таких множественных корреляционных уравнений.

Г. Мичерлих* предлагает простой графический способ установления зависимости сразу между тремя признаками. Суть его сводится к следующему. На основании данных пробных площадей (возраст, абсолютная полнота и текущий прирост по запасу) строят график (рис. 1). На оси абсцисс откладывают возраст, на оси ординат — сумму площадей сечений, m^2 (абсолютную полноту). Около полученной для каждой пробы точки пишут прирост. При нанесении данных всех пробных площадей получается группа разбросанных точек с разными значениями прироста**. Между соседними точками (например, 16,6 и 19,1) интерполяцией находят значения прироста, кратные $1,0 m^3$ (в нашем примере 17, 18, 19), и отмечают на линии, проведенной через эти точки. Точки с равными значениями прироста соединяются ломаной линией, по которой вычерчивают выравненную кривую. В большинстве случаев ее проводят по 10—15 точкам.

Как видно из графика, изоприростные линии имеют вполне ясную выпуклость, начиная с 50—60 лет, что говорит о наличии оптимальной суммы площадей сечения для прироста по запасу в ельниках Закарпатья. С возрастом оптимальная полнота постепенно уменьшается. В 100 лет она равна $51 m^2$, что соответствует относительной полноте 0,85. Изоприростные линии молодых насаждений не имеют выпуклости. Это говорит о том, что повысить текущий прирост по запасу можно, увеличив сумму площадей сечений. Но поскольку последняя является показателем плодородия почвы, то для повышения текущего прироста надо воздействовать на почву, улучшая ее плодородие. В насаждениях

* G. Mitscherlich. Der Einfluss der Bestandsdichte auf den Zuwachs den Rotbuche in Nord- und Westdeutschland. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1954, 7—8.

** Использованы данные 26 пробных площадей, заложенных в ельниках. Закарпатья влажной сурамени, объединенные в группы полноты 1,0; 0,8; 0,7.

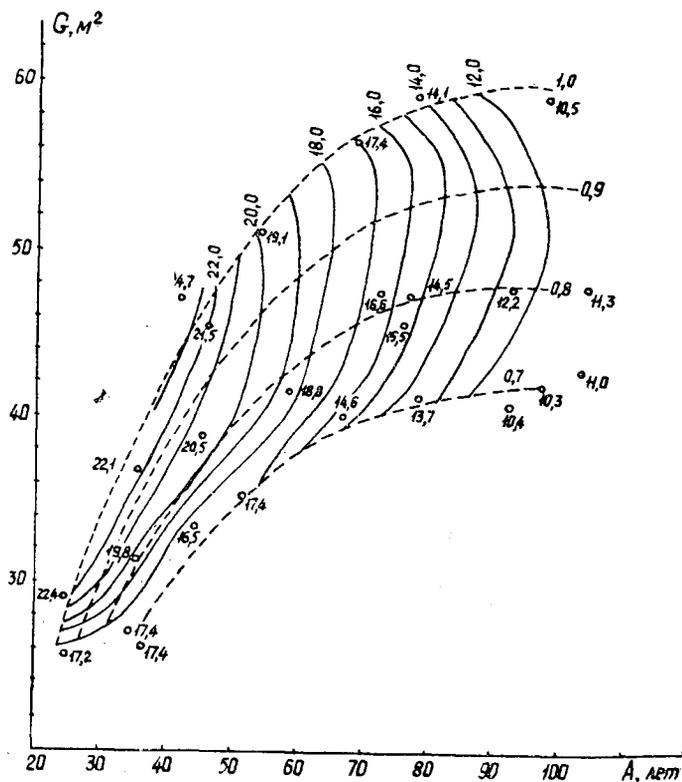


Рис. 1.

старшего возраста (с 50 лет) повышать текущий прирост по запасу можно путем рубок ухода, в результате которых будут создаваться наиболее благоприятные почвенно-световые условия.

На основании подобных графических построений определяется прирост по десятилетиям. Для этого на графике (рис. 1) установим возрасты, в которых изопроростные линии пересекают значения сумм площадей сечения при полноте 1,0; 0,8; 0,7. Эти данные приведены в табл. 1 (для краткости — через 2 м^3).

Таблица 1

Полнота	Возраст (лет), в котором изопроростные линии пересекают линии полнот, для прироста (м^3)					
	22	20	18	16	14	12
1,0	27 и 48	25 и 54	63	71	78	86
0,9	—	29 и 54	26 и 64	76	87	96
0,8	—	42 — 50*	30 и 62	74	83	96
0,7	—	—	—	60	72	86

* Линия полноты совпадает с изопроростной.

На основании полученных данных строим графики, с которых снимаем значения прироста для десятилетних классов возраста. В табл. 2 дано сравнение полученных результатов. В числителе приведены дан-

Т а б л и ц а 2

Полнота	Текущий прирост по запасу (м ³) по десятилетиям						
	30	40	50	60	70	80	90
1,0	21,4	23,3	22,3	19,5	16,0	12,8	10,7
	22,1	23,2	21,5	18,7	16,2	13,6	10,9
0,9	20,5	22,3	21,5	19,6	17,2	14,6	12,7
	20,9	22,1	20,7	18,9	17,2	15,3	13,3
0,8	18,8	20,4	20,1	18,8	16,8	14,5	12,6
	18,2	20,2	20,1	18,7	16,8	14,8	12,7
0,7	16,0	17,5	17,3	16,1	14,4	12,6	11,2
	—	—	17,3	16,1	14,5	12,8	11,4

ные, полученные аналитическим выравниванием (для полноты 0,9 прирост получали графической интерполяцией), в знаменателе — по способу Г. Мичерлиха. Аналитическое выравнивание производили по уравнениям

$$Z_{M}^{\text{тек}} = 0,00017346 A^3 - 0,034962 A^2 + 1,9883 A - 11,43;$$

$$Z_{M}^{\text{тек}} = 0,00008221 A^3 - 0,018264 A^2 + 1,1268 A - 0,82;$$

$$Z_{M}^{\text{тек}} = 0,00008078 A^3 - 0,017451 A^2 + 1,0691 A - 2,62.$$

Из табл. 2 видно, что значения приростов, полученные по способу Г. Мичерлиха, близки к выравненным аналитически. Отклонения составляют 3—5%.

Описанный способ обработки исходного фактического материала должен найти широкое применение в практике. Он имеет известные преимущества перед аналитическим. Нахождение параметров для трех парабол третьего порядка и решение их требует не менее 30 час рабочего времени. При обработке материала по способу Г. Мичерлиха те же данные можно получить в течение 3 час. Аналитический способ требует закладки большого количества пробных площадей. Обработывая материалы по методике Г. Мичерлиха, можно ограничиться меньшим числом проб.

Чтобы не допустить искажения сущности изучаемого явления (связи текущего прироста с возрастом и полнотой), возможного при двойном аналитическом выравнивании, в один естественный ряд необходимо включать пробные площади с колебаниями по полноте до $\pm 0,05$. При закладке пробных площадей очень трудно выполнить такие строгие требования. Методика Г. Мичерлиха позволяет использовать пробные площади с любыми колебаниями в полнотах. Эта методика дает возможность выравнивать любой из трех взаимосвязанных признаков. Как и, всякую другую, ее следует применять к биологически тесной совокупности насаждений (в одном типе леса, классе бонитета и т. д.). Главными достоинствами ее являются простота, наглядность и возможность использования на довольно ограниченном материале. Не исключая аналитического вычисления прироста, мы тем не менее считаем, что описанная методика должна найти широкое применение при научном и хозяйственном обосновании интенсивности выборки деревьев при проходных, постепенных и выборочных рубках.

Поступила в редакцию
7 октября 1966 г.

УДК 634.0.2 + 634.0.6

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЕСОВ, ЕЕ ПОВЫШЕНИЕ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНКИ (на примере Пермской области)

Г. С. РАЗИН

(Поволжский лесотехнический институт)

Исследуя изменения продуктивности лесов Пермской области за прошедший длительный период, мы получили возможность высказать некоторые соображения, касающиеся теоретических положений и практических приемов учета и анализа продуктивности. Остановимся на вопросах, имеющих принципиальное значение при оценке продуктивности лесов за любое время и повышения этой продуктивности за тот же период.

1. Валовая продуктивность (валовой прирост запасов всей древесины, или общая производительность), определенная за длительный средневзвешенный период жизни наличных древостоев — суммарная за весь длительный период или средняя на 1 год — не может являться (как это предусмотрено главой VII второй части «Инструкции по устройству лесного фонда СССР») основным показателем продуктивности (производительности) лесов на любую дату и ее повышения.

Во-первых, средняя величина до сих пор определяется ошибочными способами. По этому вопросу автор уже выступал в печати (ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1964 и № 4, 1965). Для правильного определения подобной величины нужно знать, сколько древесины нарастало на рассматриваемой лесной площади за любой интересующий нас период. Существующие методы или способы расчета не позволяют этого установить.

Во-вторых, эта величина даже при правильном определении (вычислении) будет действительна лишь для данного рассматриваемого длительного периода, а среднее значение будет характеризовать продуктивность лесов за тот год, который расположен примерно на середине данного периода. Например, для Пермской области имеем ориентировочно следующую расчетную динамику текущей (средней периодической) валовой продуктивности (в млн. m^3): 1955—1946 гг. — 3,94; 1945—1936 гг. — 3,88; 1935—1926 гг. — 3,72; 1925—1916 гг. — 3,68; 1915—1906 гг. — 3,56; 1905—1896 гг. — 3,34; 1895—1886 гг. — 3,26; 1885—1876 гг. — 3,20; 1875—1866 гг. — 3,14; 1865—1856 гг. — 3,00; а в среднем за год 100-летнего периода (1956—1856 гг.) — 3,47 млн. m^3 .

Если по указанным данным построим график динамики текущей валовой продуктивности, то найдем, что среднее значение ее соответствует 1905 г.

Если теперь вычисленную среднюю величину валовой продуктивности (3,47 млн. m^3 в год за 100-летний период) будем принимать за фактическую величину на расчетный год (1956 г.), то тем самым станем приписывать 1956 г. продуктивность 1905 г. (3,47 млн. m^3 вместо фактических 4,00 млн. m^3).

Если мы будем сравнивать расчетные 1956 и 2000 гг., то им произвольно припишем продуктивность соответственно 1905 и 1970 гг. (ориентировочно).

По указанной выше причине, как правило, будем получать искаженную величину показателя повышения продуктивности лесов за любой планируемый период (либо завышение, либо занижение, в зависимости от исходной базы, по сравнению с которой определяем динамику). А это, в свою очередь, приводит к ошибкам исчисления затрат на 1 м³ повышения продуктивности (ибо § 46 «Программы объяснительной записки» предусматривает исчисление затрат на 1 м³ повышения среднего прироста).

На основе сказанного и учитывая, что всякое изменение средней величины может идти только путем изменения текущей, за основной показатель оценки валовой продуктивности (или производительности) лесов за любой период или расчетный год следует принимать текущий (периодический или средний за 5- или 10-летний период, или годичный, взятый из графика) валовой прирост древесины (или текущую валовую продуктивность по древесине). Увеличение его будет показывать повышение производительности лесов (или валовой продуктивности по древесине) в натуральных единицах измерений.

Однако текущая валовая продуктивность показывает лишь величину возможной наибольшей продуктивности за рассматриваемый период, но не характеризует реальной продуктивности, так как включает в себя объемы отпада и сучьев. Вследствие этого увеличение текущей валовой продуктивности не будет еще являться реальным повышением продуктивности лесов, ибо одновременно с возрастанием прироста древесины (производительности) может увеличиться и отпад. Поэтому ту часть валовой продуктивности, которая может быть реально использована на данном этапе, проф. П. В. Васильев предложил называть эффективной.

2. Эффективную продуктивность лесов по древесине на любую дату также следует оценивать по текущей величине, представляющей эффективную часть текущей валовой продуктивности. Вместо этого «Инструкция по устройству Гослесфонда СССР» предлагает считать показателем эффективной продуктивности такую величину, которая не может непосредственно характеризовать продуктивность лесов или незначительных лесных площадей.

Согласно § 213 «Инструкции...», показателями эффективной продуктивности являются: а) ликвидный запас расчетной лесосеки главного пользования и его фактически используемая часть; б) ликвидная древесина, получаемая в результате промежуточного пользования, в) используемая или проектируемая к использованию часть сучьев. В целях устранения возможных искажений величины эффективной продуктивности «Инструкцией...» предусмотрено, что «древесина, получаемая в результате вырубki леса сверх расчетной лесосеки главного пользования, в исчисление показателей эффективной продуктивности не включается, а учитывается отдельно».

Но даже с учетом этой поправки указанные показатели в целом не могут служить мерой оценки эффективной продуктивности лесов по древесине.

Основная причина, во-первых, заключается в том, что расчетная лесосека главного пользования для лесничеств, лесхозов и даже для областей определяется и будет определяться еще долгие годы не по величине текущего чистого прироста (или текущего накопления) запасов древесины, а исходя из других позиций. При этом расчетная лесосека значительно отличается от величины текущего чистого

прироста (текущего накопления). В случае, если она выше текущего накопления (при избытке спелых древостоев), наблюдается завышение эффективной продуктивности, если ниже (при недостаточности спелых древостоев) — искусственное занижение при расчете.

Во-вторых, следует иметь в виду, что расчетная лесосека — это плановый объем реализуемой продукции из запасов завершеного производства или, образно говоря, из склада готовой продукции лесохозяйственного производства.

Известно, что из склада (или из запасов производства, накопленных в прошлом) готовая продукция может быть реализована в большем количестве даже при недостаточном объеме воспроизводства в рассматриваемый текущий период путем уменьшения наличных запасов, накопленных ранее в результате эффективной продуктивности прошлого периода. Если же теперь всю реализуемую продукцию в виде фактически используемой части расчетной лесосеки главного пользования включим в эффективную продуктивность рассматриваемого периода, то этим самым мы завысим последнюю и исказим действительность. При этом получается так, что якобы узаконенное увеличение объемов рубки леса на столько же повышает эффективную продуктивность леса.

Наоборот, когда фактический отпуск главного пользования меньше текущего чистого прироста, происходит увеличение наличных запасов в результате превышения объемов воспроизводства над объемами реализации. А эффективная продуктивность будет при этом занижена расчетами на величину увеличения наличных запасов.

Таким образом, приходим к выводу, что для вычисления действительной величины текущей эффективной продуктивности леса необходимо учитывать еще и текущие изменения наличных корневых запасов древесины, то есть определять ее путем прибавления (или вычитания) к используемой части запасов (вычисленной согласно § 213 «Инструкции...») объемы, на которые увеличились наличные корневые запасы древесины за рассматриваемый период.

Текущую эффективную продуктивность можно определить также и другим способом: путем уменьшения текущей валовой продуктивности на объем неиспользуемого отпада и сучьев.

Во всех случаях правильно определенная эффективная продуктивность не может быть больше валовой. А вот согласно указаниям § 213 «Инструкции...» она может оказаться больше, то есть часть (или сумма частей) будет больше целого.

Например, по Пермской области расчетная лесосека до 1956 г. была равна 50—52 млн. m^3 , на 1956—1962 гг. — 34 млн. m^3 , а запроектированная на 1963—1970 гг. — 27 млн. m^3 . Если представить себе, что расчетная лесосека за эти годы используется полностью, то в результате расчетов, согласно § 213, окажется, что эффективная продуктивность леса систематически резко уменьшается (ибо промежуточное пользование и использование сучьев составляет еще незначительную долю продуктивности), несмотря на интенсификацию лесного хозяйства. С другой стороны, за 1956—1960 гг. по Пермской области фактический объем всех видов лесоотпуска составил 136 млн. m^3 (76% расчетной лесосеки), а валовая продуктивность была равна ориентировочно около 80 млн. m^3 . Тогда с позиции «Инструкции...» эффективная продуктивность (часть целого) окажется больше валовой (целого) в 1,7 раза. А вот при учете уменьшения за эти годы наличных запасов рубками на 96 млн. m^3 (согласно нашим расчетам и выводам) действительная эффективная продуктивность окажется равной 40 млн. m^3 ($136 - 96 = 40$), то есть в 2 раза меньше валовой. При таком решении этого вопроса устраняет-

ся несоответствие между двумя видами продуктивности и обеспечивается взаимопереход.

Расчеты показывают, что текущая эффективная продуктивность может расти значительными темпами даже при небольших повышениях валовой продуктивности и затратах. В связи с этим основная и первоочередная задача в настоящее время состоит в повышении эффективной продуктивности путем улучшения использования достигнутой и возможной валовой продуктивности (производительности) лесов. Это позволит при наименьших затратах получить наибольшее количество продукции. Конечно, вопрос об экономической эффективности выясняется на основе детальных расчетов. Но в данном случае мы имеем дело с вполне очевидными фактами, позволяющими в принципе судить таким образом.

3. Планирование и оценка повышения продуктивности лесов должны осуществляться по величине текущей эффективной продуктивности, ибо от увеличения только текущей валовой продуктивности нет пользы, если не повысится и эффективная. Это положение следует узаконить. К тому же оба вида продуктивности не всегда связаны прямой пропорциональной зависимостью.

Исчисление экономической эффективности повышения продуктивности лесов также необходимо вести по затратам на единицу повышения эффективной продуктивности, а не среднего прироста, как это предусмотрено § 46 «Программы объяснительной записки...».

Поступила в редакцию
12 января 1967 г.

УДК 634.0.1 : 674.032.475.352

ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ И ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА РОСТ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В ТОЛЩИНУ В УСЛОВИЯХ ОРЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В. И. БИРЮКОВ

(Брянский технологический институт)

Многочисленные исследования отечественных и зарубежных авторов ([1]—[6] и др.) посвящены изучению влияния климата на прирост деревьев, в большинстве своем в тех условиях местообитания, где один из факторов (тепло или влага) минимален. При этом годичный прирост довольно четко регистрирует колебания этого фактора.

Для выяснения влияния осадков и температуры воздуха на рост деревьев лиственницы сибирской в толщину мы провели исследование в 36-летних лиственнично-еловых культурах Моховского опытно-показательного лесхоза, где оба фактора не находятся в минимуме. Состав культур: I ярус — 10Л, II — 10Е. Полнота I яруса — 0,89, II — 0,10. Тип условий местопроизрастания — свежая дубрава (D_2). Почва — слабооподзоленный тяжелосуглинистый чернозем на лёссовидном тяжелом суглинке. Положение — плато. Грунтовые воды на глубине 3 м не обнаружены.

У 11 моделей, относящихся к верхнему положу древостоя, на поперечных срезах деревьев на высоте груди с помощью лупы 10-кратного увеличения измеряли ширину годичного кольца и поздней древесины по четырем взаимно перпендикулярным радиусам (начиная с периферии) с точностью 0,1 мм. Для каждого дерева произведено 240 отдельных измерений, а затем найдены средний годичный прирост и средняя величина накопления деревьями поздней древесины по радиусу. Точность опыта во всех случаях не превышала $\pm 2,0\%$.

На основании полученных данных построены кривые приростов (рис. 1). На графиках по оси абсцисс отложены годовые интервалы времени, а по оси ординат — величины годовых приростов. Нанесены также среднегодовая температура воздуха и сумма осадков по данным наблюдений Шатиловской метеостанции, расположенной на территории лесхоза.

В результате изучения собранного материала было выявлено, что до 10-летнего возраста у лиственницы сибирской наблюдается тенденция к увеличению среднего годового прироста в толщину. Так, в возрасте 7 лет (1933 г.) он составил 2,48 мм, а в 10 лет (1936 г.) — 1,2 мм. Такое значительное общее повышение прироста вряд ли вызвано климатическими или иными воздействиями, а является выражением закономерности в биологии роста этой породы-экзота в данном периоде ее жизни (биокривая роста).

До 14-летнего возраста (рис. 1) приросты лиственницы в толщину остаются еще значительными, а в дальнейшем они выравниваются, хотя и заметна тенденция к постепенному незначительному снижению их с возрастом насаждения. Поэтому при сравнении годовых колеба-

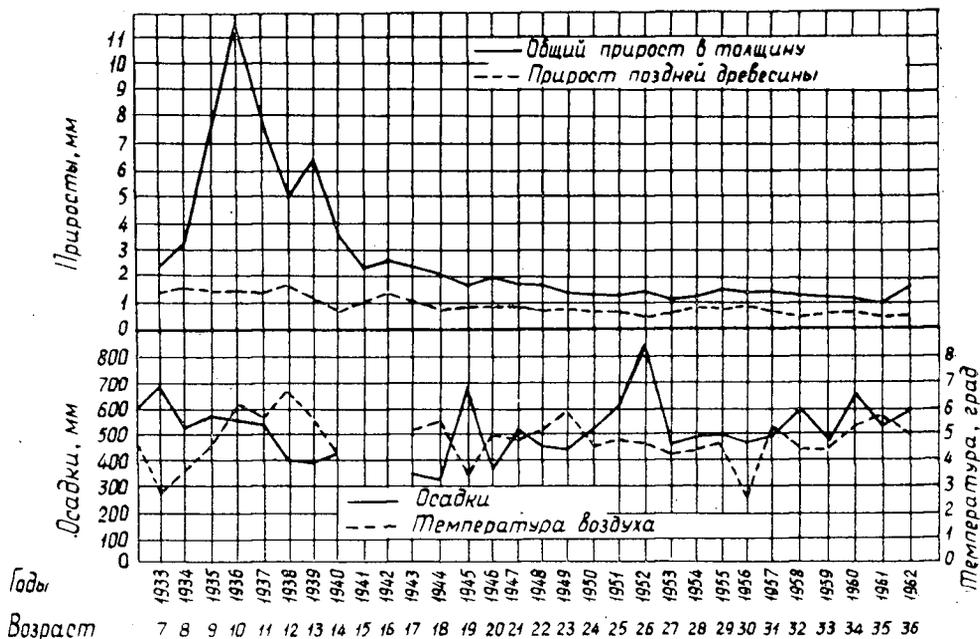


Рис. 1.

ний прироста рассматривается рост лиственницы за 1940—1962 гг. На протяжении этого периода жизни насаждения, как видно из графиков, в отдельные годы наблюдаются резкие отклонения сумм осадков и среднегодовых температур от средних многолетних (490,5 мм и + 4,5°). Колебания климатических факторов, в свою очередь, в известной мере отразились и на характере роста лиственницы в толщину.

В табл. I приведены данные приростов лиственницы по радиусу в годы относительно хорошего и относительно плохого роста.

Таблица I

Относительно хороший рост		Относительно плохой рост	
годы	прирост по радиусу, мм	годы	прирост по радиусу, мм
1942	2,50 ± 0,030	1941	2,28 ± 0,020
1946	1,80 ± 0,013	1945	1,58 ± 0,014
1952	1,32 ± 0,018	1951	1,18 ± 0,016
1955	1,35 ± 0,027	1953	1,00 ± 0,013
1962	1,52 ± 0,025	1954	1,05 ± 0,012
—	—	1960	1,08 ± 0,022
—	—	1961	1,00 ± 0,014

Из таблицы видно, что различия в приростах достоверны.

Для выяснения влияния колебаний количества осадков и температуры воздуха на рост деревьев сравним показатели этих факторов за некоторые годы худшего и лучшего роста. Как видно из рис. 1, в 1945 г. при большой сумме выпавших осадков (678,5 мм), но при относительно низкой среднегодовой температуре воздуха (+ 3,3°) прирост оказался низким.

Плохой рост лиственницы в толщину является следствием того, что в предыдущем 1944 г. при высокой среднегодовой температуре воздуха (+ 5,6°) выпало мало осадков (307,3 мм). Это привело к истоще-

нию запасов влаги в почве. Кроме того, выпадающие в 1945 г. осадки, в основном, во второй половине вегетационного периода (114,7 мм в июле и 155,5 мм в августе), не могли в достаточной мере использоваться деревьями, а послужили источником накопления запасов почвенной влаги для следующего года роста лиственницы.

В 1946 г. рост лиственницы в толщину оказался относительно хорошим, что обусловлено достаточным запасом влаги в почве из осадков предыдущего года, в основном, и осадков текущего года, а также сравнительно высокой среднегодовой температурой воздуха.

В 1952 г. деревья лиственницы тоже имели относительно хороший рост, который был обеспечен постепенным увеличением сумм осадков от 1949 г. до 1952 г., при среднегодовой температуре воздуха, близкой к средней многолетней. Но большое количество осадков, выпавших в предыдущем 1952 г. и в текущем 1953 г., и понижение среднегодовой температуры воздуха обусловили снижение прироста деревьев.

Зависимость ежегодного прироста деревьев лиственницы сибирской в толщину в условиях Орловской области от количества осадков, выпадающих в текущем году, выражается коэффициентом корреляции, равным $-0,428$; в предыдущем году $-0,434$; за текущий и предыдущий годы вместе $-0,556$; за период роста (май—сентябрь) и ему предшествующий (октябрь—апрель) $-0,510$. Таким образом, между ростом лиственницы в толщину и количеством осадков обнаруживается средняя связь. Отрицательная корреляция свидетельствует о том, что в указанных природных условиях преобладают варианты (суммы осадков) с большими значениями, превышающими оптимальное количество осадков, необходимое для более энергичного роста лиственницы.

Связь между годовыми приростами лиственницы в толщину и среднегодовой температурой воздуха текущего года, а также среднемесячными температурами за период с мая по сентябрь, характеризуется коэффициентом корреляции, не превышающим $0,29$. Следовательно, на рост деревьев в данных условиях большее влияние оказывают осадки, что подтверждается исследованиями других авторов [2], [6]. При этом осадки, выпадающие в предыдущем году и служащие резервом почвенной влаги для будущего вегетационного периода, сильнее влияют на текущий прирост древесной растительности, чем осадки, выпадающие в текущем году.

Из рис. 1 видно, что колебания климатических факторов (тепла и влаги) отражаются и на накоплении деревьями поздней древесины (табл. 2).

Таблица 2

Относительно лучший прирост поздней древесины, мм		Худший прирост поздней древесины, мм	
годы	$M \pm m$	годы	$M \pm m$
1942	$1,25 \pm 0,014$	1940	$0,66 \pm 0,008$
1947	$0,84 \pm 0,013$	1952	$0,40 \pm 0,002$
1951	$0,70 \pm 0,006$	1958	$0,45 \pm 0,004$
1954	$0,79 \pm 0,008$	1961	$0,33 \pm 0,003$
1956	$0,80 \pm 0,011$	—	—
1960	$0,62 \pm 0,004$	—	—

Данные табл. 2 показывают, что различия в накоплении деревьями лиственницы поздней древесины за годы относительно лучшего прироста и за годы худшего прироста существенны.

Между текущим приростом поздней древесины и количеством осадков, выпадающих в текущем году, а также суммой осадков за май—сентябрь текущего года, существует отрицательная связь, характеризуемая коэффициентом корреляции — 0,176. Коэффициент корреляции, выражающий связь между приростом поздней древесины и суммой осадков, выпадающих в период роста (май—сентябрь) и за предыдущий год, равен — 0,383.

Между среднегодовой температурой воздуха и приростом поздней древесины связь отсутствует, так как коэффициент корреляции меньше $\pm 0,1$. Текущий прирост поздней древесины находится в прямой зависимости от температуры воздуха в период активной вегетации (май—сентябрь). Связь между ними средняя и характеризуется коэффициентом, равным 0,4, то есть с повышением температуры воздуха в эти месяцы, при достаточной влажности почвы, должен увеличиваться прирост поздней древесины (корреляция положительная).

В заключение следует сказать, что ход роста лиственницы сибирской в толщину и накопление поздней древесины в Орловской области находятся в сложной зависимости от особенностей метеорологического режима. Здесь ни тепло, ни влага не находятся в минимуме, а поэтому годовые кольца не четко регистрируют колебания климатических факторов, влияющих сопряженно. Следовательно, ширина годовых колец в данных условиях не может служить достоверным индикатором ни осадков, ни температуры воздуха, как это наблюдается в других районах [1], [2], [3], [5].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. В. Дмитриева. Опыт анализа влияния климата на прирост деревьев различных местообитаний на Карельском перешейке. «Ботанический журнал», т. XLIV, 2, 1959. [2]. Н. Михайлов. Материалы по изучению хода роста сосны в Хреновской даче Воронежской губернии. Труды опытных лесничеств, вып. 1, СПб, 1902. [3]. П. Б. Раскатов. Прирост годовых побегов сосны как показатель засухи. Доклады АН СССР, т. LX, 1948. [4]. Л. А. Смирнов. О ежегодном высотном приросте *Pinus silvestris* L. ssp. *lapponica* Fr. в различных фитоценозах. Труды Ботанического института АН СССР, вып. 3, серия «Геоботаника», М.—Л., 1936. [5]. A. E. Douglass. Climatic cycles and tree growth. Carnegie Inst., Washington, Pub. № 289, I, 1919; II, 1928. [6]. Rubner Conrad. Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus, 1925.

Поступила в редакцию
8 апреля 1966 г.

УДК 674.031.632.13 (571.13)

О ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ СВОЙСТВАХ ВИДОВ И РАЗНОВИДНОСТЕЙ БЕРЕЗЫ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. С. ЗАБРОСАЕВ

(Омский сельскохозяйственный институт)

В период с 1960 г. по 1964 г. нами был изучен видовой и формовой состав березовых лесов путем рекогносцировочного обследования и закладки 21 пробной площади в различных типах естественных лесов и в культурах с описанием и обмером более 4000 деревьев. Исследование показало, что в северной и центральной лесостепи широко распространены четыре разновидности двух видов березы: бородавчатая усеченнолистная (*Betula verrucosa* Ehrh. var. *truncata* P. Kryl.), бородавчатая обыкновенная (*Betula verrucosa* Ehrh. var. *vulgaris* H. Winkl.), пушистая ромболистная (*Betula pubescens* Ehrh. var. *rhombifolia* Sukacz.) и пушистая яйцевиднолистная (*Betula pubescens* Ehrh. var. *ovalifolia* Sukacz.); в южной — бородавчатая усеченнолистная.

Во всех типах природных лесов и в культурах береза бородавчатая обыкновенная растет быстрее бородавчатой усеченнолистной, а пушистая ромболистная быстрее пушистой яйцевиднолистной.

В березняках низкоразнотравных на черноземах и темно-серых осолоделых почвах рост по высоте и диаметру разновидностей березы отчетливо дифференцирован. По убывающему росту их можно расположить в следующем порядке: бородавчатая обыкновенная, бородавчатая усеченнолистная, пушистая ромболистная, пушистая яйцевиднолистная. Береза пушистая ромболистная в 30—50-летних культурах при небольшом проценте участия березы бородавчатой отстает по высоте от последней на 10—20%, а пушистая яйцевиднолистная — на 20—40%. При значительном участии березы бородавчатой, достаточном для формирования верхнего полога, береза пушистая в возрасте около 40—50 лет отстает в росте в высоту от бородавчатой на 1,5—2 класса бонитета, постепенно вытесняется из верхнего полога и отмирает. Поэтому в спелых и перестойных сомкнутых березняках низкоразнотравных береза пушистая, как правило, отсутствует.

В березняках кустянично-разнотравных на задерненных солодых береза бородавчатая чаще всего также вытесняет пушистую. Но иногда немногочисленные экземпляры березы пушистой ромболистной в этом типе леса имеют примерно такой же рост по высоте, как и береза бородавчатая. Превосходство в росте березы бородавчатой по высоте на черноземах, темно-серых осолоделых почвах и задерненных солодых объясняется как энергией роста, так и более продолжительной вегетацией. Самый короткий вегетационный период у березы пушистой яйцевиднолистной. Видимо, она является северной разновидностью березы пушистой.

В березняках злаково-разнотравных на типичных слабо оглеенных солодых единичные экземпляры березы бородавчатой имеют высоту

практически почти одинаковую с высотой березы пушистой ромболистной, но значительно превосходят последнюю по диаметру. Отмеченное В. Я. Поляковым [4], В. В. Кузьмичевым [1], [2] и др. несоответствие существующих таблиц хода роста березы ходу роста березняков злаково-разнотравных (костянично-разнотравных, по В. В. Кузьмичеву) объясняется не только своеобразием условий произрастания, но и преимущественным формированием в этом типе древостоев березы пушистой.

В березняках злаковых и осоковых с ивовым подлеском, на средние и сильно оглеенных солодах, на первое место по скорости роста выдвигается береза пушистая ромболистная. Береза бородавчатая единично встречается во втором ярусе. В культурах на местоположениях с избытком влаги береза пушистая ромболистная превосходит бородавчатую по высоте уже в первые годы после посадки. В этих условиях произрастания береза пушистая яйцевиднолистная ниже березы пушистой ромболистной примерно на 10—15%.

Типы березовых лесов лесостепной Омской области отличаются не только средним приростом древесины, составом и ростом разновидностей березы, но и динамикой текущих приростов, установленной у 23 модельных деревьев путем определения годичных приростов по диаметру в период с 1951 г. по 1961—1962 гг.

В вегетационные периоды сильно засушливых 1952 и 1955 гг. выпало осадков соответственно на 57 и 35% меньше среднего многолетнего количества, температура воздуха, дефицит влажности воздуха и количество суховейных дней достигали наибольшей величины. Относительно-влажными были 1956, 1960 и 1961 гг. Для остальных умеренно-засушливых семи лет (1951, 1953, 1954, 1957, 1958, 1959 и 1962) характерен недобор летних осадков на 5—35%. Но в осенне-зимние месяцы, предшествовавшие вегетационным периодам этих лет, выпадало осадков больше нормы. Накопившиеся зимние осадки в колочных лесах компенсируют недостаток летних осадков, а в некоторых типах леса даже избыточно увлажняют почву. Особенно много зимних осадков выпало перед засушливым вегетационным периодом 1958 г. (в 2,5 раза больше средних многолетних).

В березняках низкоразнотравных и костянично-разнотравных прирост березы по диаметру резко реагирует на изменение погодных условий каждого гидрологического года. В сильно засушливом 1952 г. у спелых и приспевающих деревьев прирост понизился на 35—65%, в 1955 г. — на 50—80% (у отдельных деревьев на 95%) по сравнению с предыдущими умеренно засушливыми годами (1951 и 1953), особенно у березы пушистой. Снижение приростов в 1954 г. и максимальное их падение в 1956 г. вызвано не только погодными условиями, но и повреждением березы личинками насекомых, уничтожавшими в эти годы в начале августа всю листву.

В березняках злаково-разнотравных и злаковых с ивовым подлеском колебания прироста в зависимости от изменения погодных условий гидрологического года выражены значительно слабее. В 1952 г. у спелых деревьев он понизился на 10—20%, в 1955 г. — на 40—50%. В березняке злаковом с ивовым подлеском на средние оглеенной солоды прирост уменьшился на 20% и в наиболее влажном 1960 г.

В березняках осоковых с ивовым подлеском на сильно оглеенных солодах в засушливые годы (1952 и 1955) наблюдается повышение прироста, а в наиболее влажные (1960 и 1961) — уменьшение. Снижается прирост и в годы с избыточным накоплением зимних осадков (1958). Таким образом, в жизни березового леса на повышенных местах и в небольших сухих западинах в центральной и южной лесостепи бы-

вает много тяжелых периодов. В частые засушливые годы резко снижается прирост и усиливается изреживание древостоя. В первую очередь теряет прирост и погибает береза пушистая. Береза бородавчатая, благодаря способности легко изреживаться в засушливые годы и тем самым поддерживать оптимальную полноту, выходит победителем в борьбе с засухой.

Береза пушистая, особенно яйцевиднолистная, отличается низкой засухоустойчивостью на черноземных почвах. Особенно неблагоприятны для нее легкие разности черноземов. В культурах березы пушистой в южной лесостепи на обыкновенном черноземе с легким механическим составом в возрасте 9 лет в сильно засушливом 1963 г. отпад составил 33%. У 36% кроны усохли наполовину и только у 5% хорошо сохранились. На этом же участке береза бородавчатая усеченнолистная совершенно не имела отпада. Сильно пострадали от засухи только 8%, а хорошо сохранились 48%. Наши данные полностью согласуются с проведенными Ю. З. Кулагиным [3] физиологическими исследованиями водного режима листьев этих же разновидностей березы в сосново-березовых лесах восточных предгорий Южного Урала.

Совершенно иначе ведет себя береза на сильно оглеенных солодах. В этих условиях засушливые вегетационные периоды благоприятствуют ее росту. Но здесь березу подстерегает другая опасность. В периоды с сильным поверхностным стоком талых вод и большим количеством летних атмосферных осадков береза вымокает, особенно бородавчатая.

Оптимальные условия для березы и других древесных пород складываются на типичных слабо оглеенных солодах. Здесь березе не грозит ни высыхание, ни вымокание.

Условия произрастания березняков осоковых, видимо, сильно изменяются в связи с наблюдавшимся общим обсыханием территории лесостепи [1], [2]. Возможно, поэтому в центральной лесостепи на сильно оглеенной солоди и в подтаежной зоне сосново-березовых лесов на торфяно-болотной почве (низовое болото) встречаются высокопроизводительные древостои березы пушистой I и II классов бонитета во II—III классах возраста (всеми исследователями для березы в этих условиях ранее устанавливался IV класс бонитета).

Березу пушистую не следует вводить в культуры, государственные защитные и полезащитные лесные полосы в степной и южно-лесостепной зонах на черноземных почвах, особенно на черноземах с легким механическим составом. Это нужно учитывать при организации работ по сбору семян и использовании дикорастущего посадочного материала березы. Реконструкция березовых насаждений должна заключаться в коренном изменении состава путем введения ценных пород.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. В. Кузьмичев. Типы леса и особенности роста колочных березняков Барбы. Организация лесного хозяйства в некоторых категориях лесов Сибири. Институт леса и древесины АН СССР, Красноярск, 1963. [2]. В. В. Кузьмичев. Основные черты динамики лесного фонда колочных лесов. Институт леса и древесины АН СССР, Красноярск, 1963. [3]. Ю. З. Кулагин. Экология березы бородавчатой и березы пушистой в связи с особенностями их водного режима. Уральский филиал АН СССР, вып. 35, Свердловск, 1963. [4]. В. Я. Поляков. Основы хозяйства в Подгородной лесной даче Сибирского института сельского хозяйства и лесоводства, Омск, 1929.

Поступила в редакцию.
2 ноября 1966 г.

УДК 634.0.892.5

К ВОПРОСУ О ЗАПАСАХ АРАЛИИ МАНЬЧЖУРСКОЙ И ЭЛЕУТЕРОКОККА КОЛЮЧЕГО

А. А. БАБУРИН

(Дальневосточный филиал СО АН СССР)

Ареал аралии маньчжурской почти полностью совпадает с ареалом кедра корейского. Элеутерококк колючий распространен шире и, кроме Приморья, южной части Хабаровского края, юго-востока Амурской области, встречается в бассейне р. Селемджи и на о. Сахалине. Наиболее условия для развития эти породы находят на вырубках и гарях, где они иногда преобладают, а чаще участвуют в кустарниковом пологе наравне с другими породами. Для выявления запасов аралиевых и динамики их развития нами в 1961—1965 гг. были проведены маршрутные обследования и учетные работы в лесах и на вырубках ряда леспромхозов Хабаровского и Приморского краев, расположенных в зоне кедрово-широколиственных лесов Дальнего Востока. Под пологом леса учет произведен на 25 площадках 2×2 м, равномерно распределенных в пределах пробной площади 0,25 га; а на вырубках — на площадках 2×5 м, закладываемых через 25 м по ходу маршрутов поперек склонов от тальвегов ключей к водоразделам через 150—200 м. Однородный участок вырубки характеризовался не менее чем 20 учетными площадками.

Всего обследовано около 4000 га вырубок, заложено 54 пробные площади в лесах Хехцира и на 10120 м² проведены учетные работы на вырубках Даубихинского лесхоза в Приморье.

Элеутерококк колючий неизменно присутствует в подлеске всех типов кедровников, кедрово-еловых лесов и производных от них лиственных. В свежих местоположениях его обилие и встречаемость достигают наибольших величин. В равнозначных по эдафическим факторам условиях местопроизрастания элеутерококк тем распространенней, чем меньше в составе древостоя доля участия мелколиственных и больше широколиственных пород. В подлеске всех типов свежих и влажных ельников элеутерококк отсутствует или встречается единично. Также редок элеутерококк в производных от лиственничников речных осинниках, дубняках, белоберезниках, с подлеском из лещины разнолистной, леспедецы двуцветной.

Аралия маньчжурская под пологом леса встречается редко, единичными экземплярами, приуроченными к прогалинам, окнам. Как и элеутерококк, она предпочитает свежие местоположения.

По описанной методике в Даубихинском лесхозе обследовано около 500 га вырубок от свежих до восьмилетних, расположенных на склонах разной крутизны и экспозиции. Бывшие до рубки типы леса — кедровники лещинный, кленово-лещинный, лещинный с елью. Все вырубки удовлетворительно восстанавливаются лиственными породами и густо зарастают кустарниками (аралия маньчжурская, элеутерококк колючий, лещина маньчжурская, клены желтый и бородатый,

чубушник тонколистный, актинидии коломикта и аргута, лимонник кигайский, бузина корейская, малина боярышниковидная и др.).

На вырубках создаются благоприятные условия для роста и развития аралиевых. Предельных размеров они здесь достигают намного раньше, чем под пологом леса, ежегодно и обильно плодоносят.

На свежих беспаловых вырубках, через 1—2 месяца после лесозаготовок, уже можно насчитать около 1000 особей аралии на 1 га. В основном это корневые отпрыски, вырастающие за лето до 0,6 м (в среднем 0,4 м). Семенных экземпляров мало. Всходы у аралии мелкие и нежные. Однолетние сеянцы имеют высоту 5—10 см. На второй год они прирастают на 30—60 см и вокруг них появляются многочисленные корневые отпрыски. На четвертый год аралия вырастает до 2 м и начинает плодоносить. На четырехлетних вырубках отмечены и максимальная встречаемость, и наибольшее количество аралии. Затем аралия начинает отмирать, заглушаемая порослью кустарников и листовенным молодняком. На восьмилетних вырубках она встречается уже редко (6%), а на десятилетних сохраняется лишь в виде единичных экземпляров по обочинам магистральных волоков и лесовозных дорог.

Встречаемость и обилие элеутерококка колючего на беспаловых вырубках примерно такие же, как и под пологом леса. Колебание встречаемости (40—70%) и обилия (1600—2900 шт./га) по годам вырубки не носит какого-либо направленного характера и должно быть объяснено некоторой неоднородностью условий местопроизрастания, различиями в технологии лесосечных работ, главным образом, сезона рубки и способа очистки лесосек.

На свежих и однолетних вырубках количество пригодных к эксплуатации крупных и средних кустов несколько меньше, чем под пологом леса, а на трех-семилетних вырубках — в 1,5—2 раза больше.

С 1 га вырубок этого возрастного диапазона можно получить столько же сырья элеутерококка, сколько с 4—5 га кедрово-широколиственного леса.

Динамика зарастания паловых вырубок несколько иная. Кустарниковая фаза заканчивается здесь на 2—4 года позднее, кустарники разрастаются мощнее, и аралиевые иногда доминируют, но чаще являются кондоминантами. Так, если на семилетних беспаловых вырубках из общего количества кустарников (12500 шт./га) на долю аралии и элеутерококка приходится 16% (1950 шт./га), то на паловых — 28% (4910 шт./га из 17300 шт./га). На некоторых вырубках-гарях аралиевые составляют около половины всех кустарников.

Учитывая динамику зарастания вырубок аралией маньчжурской, следует рекомендовать заготовку ее корней на 4—5-летних вырубках, где их обилие достигает максимума (2,5—3,5 тыс./га). При использовании только крупных и средних экземпляров здесь можно заготовить 300—400 кг корней.

Наиболее благоприятные условия для заготовок сырья элеутерококка колючего создаются на 4—7-летних вырубках. Из 2—2,5 тыс. отмеченных на них кустов может быть вовлечено в эксплуатацию 60—70% и заготовлено 100—150 кг корней с 1 га.

УДК 634.0.232[674.032.475.8 + 674.032.475.4]

СЕЗОННЫЙ РОСТ КЕДРА СИБИРСКОГО И СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

АНТОНОВ И. С.

ГНУТОВ Ф. И.

(Ленинградская лесотехническая академия)

Кедр сибирский (*Pinus sibirica* Rupr. Mayr.) широко распространен в культурах европейской части СССР. Однако особенности его сезонного роста изучены недостаточно. Поэтому в продолжение трех вегетационных периодов 1962—1964 гг. мы проводили наблюдения за ростом кедра в высоту, а также за динамикой передвижения почвенно-грунтовых вод и для сравнения в 1963—1964 гг. за ростом культур сосны.

Культуры кедра созданы в 1955—1956 гг. в квартале 194 Лисинского учебно-опытного лесхоза на площади 0,10 га. Посадку производили в мае садовым способом под лопату с выемкой грунта и последующей засыпкой корневой системы. Для посадки использовали крупномерный посадочный материал 8 лет, выращенный в питомнике Лисинского лесхоза. Расстояние между рядами 3 м, в ряду 2,5 м. Уходы за культурами проводили путем окашивания травы.

Поверхность участка ровная, с небольшим уклоном на юго-восток. Травяной покров из луговых трав, встречается осот разнолистный, манжетка, мышиный горошек, мятлик луговой и др. Степень покрытия — 1,0.

На этом же участке в мае 1960 г. были посажены двухлетние сосны. Почву обрабатывали полосами шириной 0,75 м, длиной 5 м. Расстояние между полосами 2 м. Посадку производили под меч Колесова в шахматном порядке, расстояние между посадочными местами 35 см.

Почва слабоподзолистая гумусово-иллювиальная супесчаная на озовом среднезернистом песке.

A ₀	0— 1 см	Подстилка.
A ₁	1— 32 „	Темно-серый супесчаный рыхлый, в верхней половине сильно пронизан корнями трав, много гравия. Переход в следующий горизонт резкий (бывший огород).
B	32—108 „	Темно-бурый песок, бесструктурный, обилие гравия и мелких корней, крупные линзы плотного песчаника, переход резкий.
C	108 см и более	Песок серого цвета.

В 18-летнем возрасте (1965 г.) средняя высота кедра была 412 (350—522) см; диаметр на высоте 1,3 м — 6,3 (3,5—9,7) см. Кроны деревьев в рядах сомкнулись (рис. 1).

Наблюдения за сезонным ростом кедра (посадки 1955 г.) проводили на 16, у сосны на 10 деревьях. Приросты измеряли масштабной линейкой от постоянного места. Определяли длину образующейся покоящейся почки. Точность измерений $\pm 0,1$ см. Наблюдения за динамикой почвенно-грунтовых вод вели в четырех смотровых колодцах, расположенных на расстоянии 8—10 м один от другого. Наблюдения

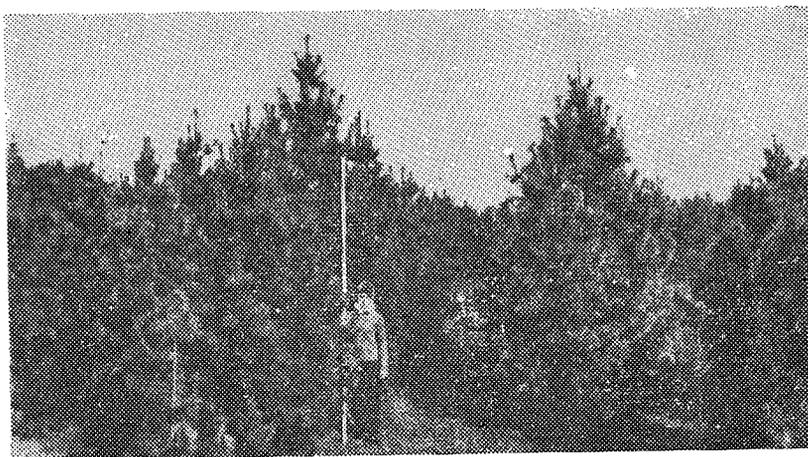


Рис. 1.

производили в период основного роста через 3—5 дней, в последующем один раз в декаду.

Таблица 1

Порода	Год наблюдений	Высота, см	Период наблюдений	Длина побега (прирост), см	Глубина грунтовых вод, см	Сумма суточных температур воздуха	Осадки, мм
Кедр сибирский . . .	1962	240	2. V - 30. VIII	35,5	81	1156	156
		225		30,4		5018	320
	1963	275	6. V—30.VIII	39,2	95	2861	109
		258		31,6		6326	274
	1964	314	2. V—31. VIII	44,1	87	2696	83
290	36,6	5857		186			
1965	358	16. IX	53,7	—	2216	52	
	327		50,7		5330	178	
Сосна	1963	51	17. V—30. VIII	18,1	—	—	—
	1964	69	2.V—31.VIII	28,6	—	—	—

В табл. 1 для кедра в графах «Высота, см» и «Длина побега, см» в числителе приведены данные для всех деревьев на участке; в знаменателе — наблюдаемых; для сосны — только наблюдаемых. В графах «Сумма суточных температур» и «Осадки» в числителе показаны данные за май, июнь (период роста побега), в знаменателе — за май — август (по материалам Лисинской метеорологической станции).

Культуры кедра, как видно из таблицы, оказались успешными на почвах, в которых почвенно-грунтовые воды в период роста этих культур залегают в среднем на глубине 81—95 см. Успешность культур также характеризуется большим годичным приростом побега, который в 1965 г. у кедра был равен 53,7 см. Годичный прирост кедра и сосны коррелирует с осадками и температурой. В те годы, когда в период роста побега температура воздуха была выше и выпало меньше осадков, прирост оказался больше.

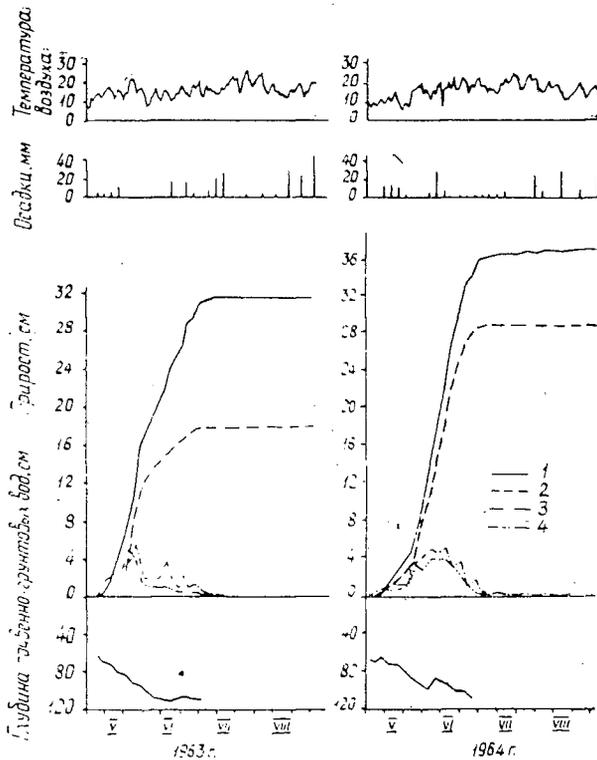


Рис. 2.

1 — суммарный прирост кедра; 2 — периодический прирост кедра;
3 — суммарный прирост сосны; 4 — периодический прирост сосны.

Известно, что в начале вегетационного периода наблюдается постепенное, незначительное нарастание прироста, которое, достигнув максимума, постепенно падает до нуля. Эта закономерность, названная правилом «большого периода» роста, установлена Саксом [5] и в отношении сосны подтверждена А. П. Тольским [7]. Результаты наших наблюдений за культурами кедра и сосны также согласуются с этим правилом. На рис. 2 нанесены кривые суммарного и периодического приростов этих пород.

Начало роста кедра и сосны в годы наблюдений отмечалось 6—8 мая. Грунтовые воды в этот период располагались на глубине 66—68 см, среднесуточная температура воздуха была 10,1—12,5°. Рост заканчивался 3—6 июля. Продолжительность роста побега 56—58 дней. Начало роста кедра в этот же период наблюдал и П. Л. Богданов [1]. В условиях Свердловского ботанического сада рост побегов 8-летних кедров длился 30—35 дней [8], в Липецкой области 47—48 дней [2].

Покоящиеся почки кедра начали формироваться 20—24 июня, увеличение их размера продолжалось до 4—8 июля. Почки крупные, мясистые, средний размер их 4,3 см. У сосны почки стали образовываться 16—18 июня и увеличивались в длину до 5—8 июля. Почки мелкие, к осени заливаются смолой, средний размер их 1,4 см.

Особенность кедра — образование вторичного прироста, который у одних деревьев формируется сразу же по окончании роста покоя-

щихся почек в длину, у других — после небольшого периода покоя. Покоящиеся почки на вторичном побеге заканчивают рост 25—30 августа. В 1964 г. формирование вторичного прироста наблюдалось у всех деревьев, размер его достигал 3—4 см (одно дерево имело вторичный прирост 21 см, первый прирост составил 51 см). На следующий год вторичный побег обычно бывает мало заметен, на этом участке образуется мощная мутовка. В 1962—1963 гг. вторичного прироста не было.

Несмотря на наличие общих закономерностей, в росте кедра и сосны имеются и различия. Периодический прирост кедра представлен ломаной кривой с повышениями и понижениями. Кривая прироста сосны плавная. Большая отзывчивость кедра на колебания температуры воздуха и выпадение осадков в период формирования максимального прироста (с конца мая до 8—10 июня), а также и образование вторичного прироста объясняется тем, что кедр находится в новых условиях произрастания, отличающихся от естественных.

Кедр и сосна, таким образом, близки не только по морфологическим признакам, но и по жизненным функциям. У этих пород совпадает начало и конец роста, период максимального прироста, а также и время формирования покоящихся почек.

Известно, что кедр в естественных условиях произрастания к почвам мало требователен [3], [4], [6]. Очевидно, и за пределами ареала он также может успешно произрастать на многих почвенных разностях. В дендрарии Лисинского лесхоза растет 100-летний кедр высотой 26 м и диаметром 38 см на тяжелых суглинках, подстилаемых ленточной глиной. Здесь он по размерам близок к одновозрастной лиственнице и пихте, сосна в этих условиях выше кедрa на 5—6 м.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. Л. Богданов. Закономерность роста побегов тополей в течение вегетационного периода. Труды ЛТА, 67, 1949. [2]. Н. К. Вехов, В. Н. Вехов. Хвойные породы лесостепной станции. Издание министерства коммунального хозяйства РСФСР, М., 1962. [3]. П. П. Кутузов. Кедр сибирский. Журн. «Природа» № 3, 1954. [4]. Б. А. Лебедев. К вопросу о почвенных условиях произрастания кедрa на Урале. Труды Института биологии УФ АН СССР, вып. 6, М.—Л., 1955. [5]. Л. А. Сабинин. Физиология развития растений. Изд. АН СССР, М., 1963. [6]. Ф. А. Соловьев. Кедр сибирский и его народнохозяйственное значение. Труды Института биологии УФ АН СССР, вып. 6, М.—Л., 1955. [7]. А. П. Тольский. К вопросу о влиянии погоды на прирост сосны в высоту. Труды по лесному опытному делу в России, вып. XVII, 1913. [8]. З. И. Трофимов. О росте кедрa сибирского в Свердловском ботаническом саду. Труды Института биологии УФ АН СССР, вып. 6, М.—Л., 1955.

Поступила в редакцию
11 декабря 1965 г.

УДК 634.0.181.29

ВЫДЕЛЕНИЕ ТРОФОТОПОВ Е И F

О. В. ЗЕЛЕНЬКО

(Харьковский сельскохозяйственный институт)

В основу выделения трофотопов Е и F нами были положены закономерные конкретные связи, существующие между климатом, растительностью и типами почвенного плодородия на суглинках плато [1].

Было также использовано то обстоятельство, что при изменении интенсивности какого-нибудь фактора создаются условия, способствующие появлению одних видов и исчезновению других. Обилием и константностью вид чаще всего характеризуется в экологическом оптимуме. В отклоняющихся от него местообитаниях вид встречается реже, при этом падает его конкурентная способность, и снижается значение в сложении растительного покрова.

Кроме того, в качестве рабочей гипотезы было высказано предположение, что часть грудовых видов в трофотопе Е выпадает, а в трофотопе F их должно быть немного (если они и остаются), и роль их в сложении сообщества должна быть незначительной. Вместе с этим процессом появляются новые виды, причем в трофотопе Е и, особенно, в F должны доминировать виды, которые в горах встречаются редко и имеют подчиненное значение. Во время полевых работ эта гипотеза подтвердилась, хотя и не во всех отношениях.

Объем термотопов для загрудовых трофотопов был взят равным 20° по сумме положительных среднемесячных температур. Мы так поступили для того, чтобы объем загрудовых трофотопов был тождествен объемам трофотопов А, В, С и D. Объемы трофотопов и гигротопов, принятые в эдафической сетке, базируются на практической целесообразности, они выдержали многолетнюю проверку практикой, и разномасштабность в объемах классификационных единиц ничего не даст.

Индикаторы для трофотопов Е были установлены по описаниям, найденным в литературных источниках, а также любезно предоставленным сотрудниками лаборатории типологии Украинского НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации В. Н. Данько, И. Ф. Федцом и М. С. Улановским. Район исследований в зональном климате грудов простирается от Белоруссии до Поволжья; в зональном климате трофотопов Е — в основном на Украине. Всего для этой работы использовано около 600 описаний. Для выделения загрудовых трофотопов были использованы материалы, собранные нами в 1961—1964 гг. в составе десотипологической экспедиционной группы при кафедре лесоводства Харьковского сельскохозяйственного института в пойменных лесах Восточного Предкавказья*. Для выполнения этой части работы было изучено более 500 описаний, в основном, дубовых древостоев.

Использованы описания ровных участков с суглинистыми почвами; склоны крутизной более 5—6° во внимание не принимали.

* Использованы также материалы С. И. Пороши и В. Ф. Лысенко.

Отобранные описания были сгруппированы по подтипам термотопов и по гигротопам. Сравнение описаний, относящихся к различным подтипам термотопов, проводили отдельно для свежего, влажного и сырого гигротопов для того, чтобы более четко уловить моменты появления и исчезновения видов, проследить закономерности изменения их константности в различных подтипах трофотопов D, E и F. При отделении трофотопов E от грядов такая работа была проделана для плакорных и пойменных условий. При изучении описаний пойменных участков оказалось, что в зональном климате грядов трофотопы совпадают с термотопами и в пойме, несмотря на то, что в пойме климатическая обстановка может быть несколько иной. Во всяком случае, если расхождения и имеются, то они не превышают подтипа, то есть при данной точности метода различие не улавливается. Виды, характер поведения которых совпал на плакоре и в пойме, внесены в окончательный список растений-индикаторов по подтипам трофотопов. При выделении трофотопов F порядок работы был тот же, но в этом районе нет плакорных лесов, поэтому и анализировались только леса пойменные. При этом отмечено несколько категорий видов растений.

1 — появляющиеся в сугрудковатом подтипе грядов, но в центральном подтипе грядов не встречающиеся: *Anemone nemorosa* L., *Cacalia hastata* L., *Carex silvatica* Huds., *Comarum palustre* L., *Conioselinum vaginatum* (Spreng.) Thell., *Cypripedium calceolus* L., *Dryopteris austriaca* (Jacq.) Woynar, *Geranium palustre* L., *Hieracium umbellatum* L., *Lathraea squamaria* L., *Myosotis palustris* Lam., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Ranunculus Lingua* L., *Ribes pubescens* Hedl., *Rubus idaeus* L., *Stellaria nemorum* L., *Trisetum pratense* Pers., *Viola epipsila* Ledeb.

2 — характерные для сугрудковатого и центрального подтипов грядов, но не встречающиеся в подтипе, переходном к трофотопу E: *Aconitum excelsum* Reichb., *Campanula latifolia* L., *Cicuta virosa* L., *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh., *Daphne mezereum* L., *Dryopteris cristata* (L.) A. Gray, *D. filix mas* (L.) Schott, *D. spinulosa* (Muell.) Kuntze, *Equisetum silvaticum* L., *Geranium silvaticum* L., *Lonicera xylosteum* L., *Majanthemum bifolium* (L.) Schmidt, *Manyanthes trifoliata* L., *Naumburgia thyrsoflora* (L.) Reichb., *Paris quadrifolia* L., *Ribes nigrum* L., *Sorbus aucuparia* L.

3 — встречающиеся в трофотопе D, но отсутствующие в трофотопе E: *Adenophora liliifolia* (L.) Bess., *Angelica silvestris* L., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Carex caespitosa* L., *C. rhizina* Blytt ex Lindl., *Crepis sibirica* L., *Dryopteris thelypteris* (L.) A. Gray, *Equisetum pratense* Ehrh., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Galium boreale* L., *Impatiens noli-tangere* L., *Melampyrum nemorosum* L., *Mentha arvensis* L., *Padus racemosa* (Lam.) Gilib., *Rubus saxatilis* L., *Ulmus laevis* Pall.

4 — появляющиеся в центральном подтипе грядов, но не встречающиеся в сугрудковатом подтипе грядов: *Acer campestre* L., *A. tataricum* L., *Cerasus fruticosa* (Pall.) Woronow, *Dentaria bulbifera* L., *Heracleum sibiricum* L., *Lycopus exaltatus* L., *Melica altissima* L., *M. picta* C. Koch, *Rubus caesius* L.

5 — появляющиеся в богатом подтипе грядов, переходном к трофотопу E, но не встречающиеся в центральном и тем более сугрудковатом подтипах грядов: *Astragalus glycyphylus* L., *Carex Michellii* Host, *Cornus sanguinea* L., *Craiaegus kyrtostyla* Fingerh., *C. monogyna* Jacq., *Galium rubioides* L., *Populus alba* L., *Prunus spinosa* L., *Sambucus nigra* L., *Scilla bifolia* L., *S. sibirica* Andrews, *Ulmus foliacea* Gilib.

6 — появляющиеся в трофотопе E, не поселяющиеся в трофотопе F: *Alliaria officinalis* Andr. ex M. B., *Antitoxicus scandens* (Somm. et Lev.) Pobed., *A. stepposum* Pobed., *Ballota nigra* L., *Carex brevicollis* DC. ex Lam. et DC., *Cerasus mahaleb* (L.) Mill., *Cornus mas* L., *Euphorbia stepposa* Zoz, *Festuca sulcata* Hack., *Inula aspera* Poir., *Iris graminea* L., *Ligustrum vulgare* L., *Lithospermum purpureo-coeruleum* L., *Nigella arvensis* L., *Polygonatum latifolium* Desf., *Physalis alkekengi* L., *Sambucus ebulus* L., *Scutellaria altissima* L., *Stipa capillata* L., *Symphytum tauricum* Willd., *Vinca herbacea* Waldst. et Kit., *Viburnum lantana* L.

7 — встречающиеся в богатом подтипе трофотопов E, переходном к трофотопу F, но не растущие в трофотопе F: *Acer platanoides* L., *Aegopodium podagraria* L., *Asarum ibericum* Stev. ex Ledeb., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Cerasus avium* (L.) Moench, *Chrysosplenium alternifolium* L., *Dentaria bulbifera* L., *Heracleum* sp., *Rosa iberica* Stev., *Salvia glutinosa* L., *Struthiopteris filicasterum* All., *Symphytum asperum* Lepech., *Ulmus scabra* Mill., *Valeriana officinalis* L., *V. tiliifolia* Troitzky, *Veronica peduncularis* M. B.

8 — характерные для трофотопов E, но заходящие и в смежный подтип трофотопов F: *Agrimonia eupatoria* L., *Allium Waldsteinii* G. Don, *Asperula odorata* L., *Euony-*

mus verrucosa Scop., *Hippophae rhamnoides* L., *Lamium album* L., *Oryzanthum vulgare* L., *Ornithogalum pyrenaicum* L., *Oryzopsis virescens* (Trin.) G. Beck, *Polygonatum glaberrimum* C. Koch, *P. multiflorum* (L.) All., *Primula macrocalyx* Bge., *Pulmonaria mollissima* A. Kerner, *Scutellaria altissima* L., *Sorbus torminalis* (L.) Crantz, *Teucrium chamaedrys* L., *Tilia cordifolia* Bess.

9 — появляющиеся в трофотопе F, в подтипе, переходном к трофотопу E: *Althaea armeniaca* Ten., *Calystegia silvestris* (Willd.) Roem. et Schull., *Cydonia oblonga* Mill., *Cynanchum acutum* L., *Glycyrrhiza echinata* L., *G. glabra* L., *Limonium Meyeri* Boiss.) Kuntze, *Malus orientalis* Uglitzk.

10 — появляющиеся в центральном подтипе трофотопа F: *Capparis spinosa* L., *Crupina vulgaris* Cass., *Galium articulatum* Lam., *Kochia prostrata* (L.) Schrad., *Periploca graeca* L., *Rhamnus Pallasii* Fisch. et Mey., *Tamarix ramosissima* Ledeb., *Trachomitum sarmatiense* Woodson, *Veronica crista-galli* Stev., *Viola montana* L.

Обращает внимание тот факт, что в трофотопах Е и F под пологом леса встречаются виды, которые в более северных районах под лесной полог не заходят, но обычны в травянистых сообществах или на опушках: *Festuca sulcata* Hack., *Stipa capillata* L., *Glycyrrhiza glabra* L., *Prunus spinosa* L. Методика экологической оценки растений-индикаторов, примененная нами, основана на сравнении изотопических участков, тождественных по местоположению и механическому составу почв, но различающихся по сумме среднемесячных положительных температур. Но если учесть, что с повышением суммы тепла богатство почв увеличивается [1], на что, собственно, и был сделан упор в этой методике, то становится очевидным, что изменяются, по крайней мере, два фактора: эдафические и климатические условия. Поэтому остается выяснить, в результате изменения какого фактора происходят те изменения растительности, которые можно наблюдать при движении с севера на юг.

Растительность плакорных условий и борových террас в одной и той же климатической зоне, несмотря на тождественность климатических условий, сильно различается. Особенно большие различия в экологии слагающих сообщества видов можно заметить в южной лесостепи и степи, то есть в тех условиях, где на плакоре формируются загроудовые трофотопы, в то время как на борových террасах преобладают субори. В этом случае такие резкие различия нельзя связать с влиянием климата, и изменение растительности, которое мы наблюдаем при переходе из районов с холодным климатом в более теплые, должно объясняться эдафическими условиями, а при одном уровне увлажнения — богатством почв. Непосредственное влияние климата на растительность при тождестве эдафических условий не так заметно, что можно проследить на примере лесных сообществ на древнеаллювиальных кварцевых песках. Если бы ведущим фактором было непосредственное влияние климата на растительность, то во всех случаях и на кварцевых песках была бы зональная растительность.

Рассматриваемый вопрос тесно связан с вопросом о плодородии, точнее, о богатстве элементами пищи растений почв трофотопов Е и F. Некоторые исследователи [2] считают почвы этих трофотопов беднее почв грудов на том основании, что они засолены. По этому поводу необходимо заметить, что, во-первых, засоленные почвы не имеют зонального распространения и не так уж часто встречаются даже в условиях сухого климата в трофотопе F; во-вторых, падение производительности дуба, как и производительности, обилия и константности многих других видов, объясняется тем, что при нарастании до определенной величины интенсивности любого фактора, вызывающего сначала увеличение этих показателей, происходит обратное явление, согласно закону единства и борьбы противоположностей, то есть падение производительности дуба происходит как раз в результате повышения богатства почв. Но если на одних видах увеличение богатства почв сказывается отрицательно, то на других, более требовательных, только положительно: их обилие и константность возрастают. Кроме того, предполагаемое уменьшение богатства почв трофотопов Е и F должно было бы сопровождаться появлением на таких почвах олиготрофных и мезотрофных видов, растущих в климатических условиях

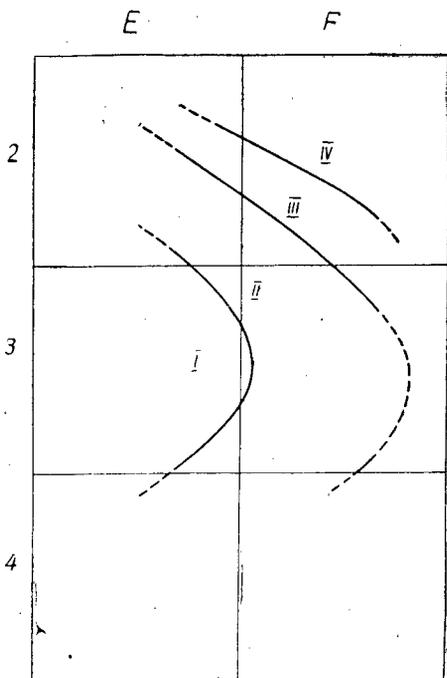


Рис. 1.

1 — появляющиеся при сумме положительных температур 91° , но к богатству почв нетребовательные: *Aristolochia clematitidis* L., *Bidens tripartita* L., *Bromus inermis* Leyss., *Dactylis glomerata* L., *Euonymus europaea* L., *Rhamnus cathartica* L.

2 — встречающиеся при сумме тепла 97° , но к богатству почв нетребовательные: *Cerasus avium* (L.) Moench, *Chelidonium majus* L., *Inula britannica* L., *Pyrus communis* L.

3 — появляющиеся при сумме тепла 104° и также нетребовательные к богатству почв: *Artemisia austriaca* Jacq., *A. vulgaris* L.

Сравнение зональной (в отношении богатства почв) растительности с растительностью малопродуктивных местообитаний проведено только для трофотопов D и грудоватого подтипа трофотопов E; в Восточном Предкавказье возможности такого сравнения нет вследствие того, что пески минералогически обогащены продуктами размыва горных пород, а осыпи и скалы отсутствуют.

Объективность приведенного деления подтверждается графиком изобонитетов порослевых дубняков в пределах эдатонов E_2 , E_3 , F_2 и F_3 (рис. 1). Пунктирные изолинии наносили путем экстраполяции.

Изменение производительности дубняков в загрудовых трофотопов доказывает целесообразность и необходимость их выделения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Д. В. Воробьев. Лесотипологическая классификация климатов. Труды Харьковского сельскохозяйственного института, т. XXX (XVII), Харьков, 1961.
 [2]. Д. Д. Лавриненко. Варианты почвенного плодородия и значения их оценки для лесохозяйственной практики. Труды Института лесохозяйственных проблем, IX, изд. АН Латвийской ССР, Рига, 1955. [3]. П. С. Погребняк. Основы лесной типологии. Изд. АН УССР, Киев, 1955.

соответствующих термотопов на борových террасах. Но, как показывает обследование пойменных лесов Восточного Предкавказья и анализ имеющихся материалов по южной лесостепи Украины, олиготрофы в загрудовых трофотопов отсутствуют совершенно, а мезотрофы представлены слабо. Таким образом, если принять утверждение, что растительность является «абсолютным критерием плодородия» [3], то как следствие необходимо признать, что богатство почв с нарастанием теплоты климата увеличивается и в районах загрудовых трофотопов.

Оказалось также, что часть видов, появляющихся при определенной теплоте климата, может расти не только в зональных плакорных условиях суглинистых почв, но и на песчаных борových террасах с бедными почвами. Это еще раз подтверждает, что имеются виды, более требовательные к теплоте климата, чем к богатству почв.

УДК [634.0.525 + 634.0.614]: 674.031.623.234.2

**ТОВАРНОСТЬ И ВОЗРАСТ РУБКИ ОСИННИКОВ
ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР****В. М. ПАВЛОВ**

(Воронежский лесотехнический институт)

В. В. СТЕПИН

(Всесоюзное аэрофотолесоустроительное объединение «Леспроект»)

Известно, что в первые 20—30 лет осина характеризуется сильным ростом в высоту и большой производительностью, превышая по этим показателям другие древесные породы. По нашим наблюдениям, в Калужской области осиновый древостой в возрасте 27 лет имел среднюю высоту 19 м, запас — 280 м³ (Мятлевское лесничество, Дзержинский лесхоз), в возрасте 39 лет — среднюю высоту 23,4 м, запас — 396 м³ (Медынское лесничество, Медынский лесхоз). В то же время осину значительно чаще, чем другие породы, поражает стволовая гниль. К принятому возрасту рубки (41—50 лет и старше) нередко более половины стволов оказываются гнилыми, вследствие чего выход деловой древесины не превышает 20—30% общего запаса древостоя.

Развитие целлюлозно-бумажной промышленности ставит перед лесным хозяйством задачу выращивания наиболее быстрорастущих, скороспелых и легковозобновляющихся пород. Именно к таким породам относится осина.

Выращивание осины на баланс позволяет снизить возраст рубки ее насаждений и увеличить выход деловой древесины. Однако и в этом случае невозможно полностью устранить потери деловой древесины от стволовой гнили. Поэтому возраст рубки осиновых насаждений должен приниматься не только по возрасту количественной и технической спелости всей древесины, но и должен учитывать развитие стволовой гнили в древостоях. Возникла необходимость пересмотра возраста рубки осинников в центральных районах европейской части СССР для использования осины в целлюлозно-бумажном производстве.

Наши расчеты и предложения основаны на изучении данных 79 пробных площадей, заложенных в естественно изреживающихся наиболее полных осиновых насаждениях Калужской, Костромской и Тульской областей (из них — 35 в Ia, 21 — в I и 14 — во II классах бонитета). Было срублено и обмерено свыше 1700 модельных деревьев, у которых, помимо обычных показателей, определяли диаметры гнили на серединах двухметровых отрубков. Сортиментацию моделей проводили по ГОСТу 9462—60. Возраст рубки находили по ходу роста насаждений и динамике их товарности. В табл. 1 показана динамика (в зависимости от возраста) товарности осиновых насаждений центрального района европейской части СССР, установленная по материалам пробных площадей.

Наибольшее развитие гнили наблюдается в осинниках после 50-летнего возраста. К 80 годам процент гнилой древесины увеличи-

Таблица 1

Класс бонитета насаждений	Процент гнилой древесины в древостое в зависимости от возраста, лет										
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Ia	0,2	0,6	1,1	1,8	2,9	4,4	6,5	9,2	12,2	15,4	18,8
I	0,7	1,4	2,2	3,3	4,7	6,3	8,5	11,4	14,4	17,6	20,8
II	1,0	1,9	3,2	4,6	6,2	8,2	10,9	14,1	17,3	20,6	24,0

вается в 4—6 раз и достигает 19—24% общего запаса. В осинниках старше 60—70 лет из-за развития гнили происходит интенсивный распад насаждения: к 80 годам из осинового полога' выпадает 20—40% запаса древостоя, главным образом, гниющей древесины. Таким образом, к 70—80 годам общие потери от гнили составляют 30—60% запаса нормального насаждения.

Развитие гнили снижает товарность осинников. В табл. 2 приведены данные о выходе спичечного кряжа и баланса в осиновых древостоях центральных районов европейской части СССР в зависимости от возраста и класса бонитета.

Таблица 2

Класс бонитета насаждений	Выход спичечного кряжа и баланса от общего запаса древостоя, %, в возрасте, лет											
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Ia	43	58	70	74	72	68	63	58	53	46	40	33
I	27	43	58	63	62	58	54	48	43	37	32	26
II	13	31	46	54	53	50	45	40	35	29	23	17

Наибольший выход спичечного кряжа и баланса дают 40-летние осинники: 74% в насаждениях Ia и 54% — II класса бонитета. С 60 лет товарность осиновых насаждений резко падает. К 80 годам максимальный выход деловой древесины составляет треть запаса в насаждениях Ia и шестую часть — в древостоях II класса бонитета. Данные табл. 2 можно использовать при определении товарности лесосечного фонда в центральном районе европейской части СССР.

По данным табл. 2 и местным таблицам хода роста определены возраст количественной и технической спелости, а также возраст рубки осинников центральных районов европейской части СССР. Количественную спелость устанавливали по максимуму среднего прироста запаса не пораженной гнилью древесины, техническую — по наибольшей величине среднего прироста баланса и спичечного кряжа вместе.

В табл. 3 показано изменение среднего прироста запаса всей древесины, не пораженной гнилью, а также спичечного кряжа и баланса в зависимости от возраста и класса бонитета.

Из таблицы видно, что количественная спелость осинников центральных районов европейской части СССР наступает в возрасте 30—35 лет, а техническая в 40 лет.

Осиновые насаждения II класса бонитета дают незначительный выход спичечного кряжа и баланса. В аналогичных условиях насаждения других пород, в частности, сосны и ели, дают больше товарной древесины. По этой причине целесообразно осинники II класса бонитета заменять более производительными древостоями хвойных пород.

Таблица 3

Возраст насаждений, лет	Средний прирост, м ³ , по категориям древесины и классам бонитета								
	всей			не пораженной гнилью			товарной		
	Ia	I	II	Ia	I	II	Ia	I	II
25	10,7	8,2	6,1	10,7	8,2	6,0	4,5	2,2	0,8
30	10,7	8,4	6,3	10,7	8,3	6,2	6,2	3,6	1,9
35	10,5	8,4	6,4	10,4	8,3	6,3	7,3	4,8	2,9
40	10,3	8,2	6,3	10,2	8,1	6,1	7,5	5,1	3,3
45	10,0	8,1	6,2	9,8	7,8	5,9	7,0	4,8	3,1
50	9,6	7,8	6,0	9,3	7,4	5,6	6,3	4,3	2,8
55	9,3	7,6	5,9	8,9	7,1	5,4	5,6	3,8	2,4
60	9,0	7,3	5,7	8,4	6,7	5,1	4,9	3,2	2,0

Показатели количественной и технической спелости приведены для насаждений, выращиваемых при полноте 1,0. В наиболее распространенных среднеполнотных осинниках средний диаметр выше, чем в выскополнотных, поэтому выход баланса и спичечного кряжа выше. По нашим данным, при полноте 0,8—0,9 осинники дают на 10—15% больше товарной древесины, чем при полноте 1,0. В них максимум среднего прироста товарной древесины наблюдается в 35—40 лет.

Возраст рубки обычно принимают по максимальному выходу товарной древесины (для осинников центрального района европейской части СССР — 35—40 лет). В связи с тем, что при существующих методах определения размера главного пользования насаждения практически назначают в рубку после достижения верхнего предела возраста рубки, осинники IV класса возраста следует относить к категории спелых.

Низкий возраст рубки осинников требует проведения их таксации по 5-летним классам возраста.

Задержка с вырубкой спелых осинников приводит к уменьшению продуктивности леса. При рубке осиновых насаждений в V классе возраста потери с каждого гектара составляют 15% товарной древесины, а в VI — 35%. Поэтому снижение возраста рубки осинников до рекомендуемого нами позволит повысить продуктивность лесов в среднем на 15%.

Во многих лесхозах центральных районов европейской части СССР (Калужская, Тульская области) имеются большие площади спелых и перестойных осиновых насаждений, товарность которых систематически снижается.

Фактический возраст их рубки нередко составляет 60—70 лет, а товарный выход — 40—50% от возможного. Интенсивная их вырубка и использование древесины в целлюлозно-бумажной промышленности поднимет в 1,5—2 раза продуктивность хозяйств с преобладанием осиновых насаждений.

УДК 634.0.562.2

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТЕКУЩЕГО ОБЪЕМНОГО ПРИРОСТА НАСАЖДЕНИЙ

А. Н. БОБКО

(Украинская сельскохозяйственная академия)

Лесоустроительной инструкцией 1964 г. предусмотрено определение текущего прироста насаждений по объему как одного из важных признаков, характеризующих продуктивность лесных площадей и имеющих существенное значение при установлении размера пользования, а также для правильного проектирования различных лесохозяйственных мероприятий и оценки их эффективности. Перед нами стояла задача выяснить практическую возможность выполнения этой работы и установить точность упрощенных методов определения текущего прироста, рекомендуемых этой инструкцией. Были исследованы и некоторые другие методы определения прироста по объему, применение которых или не требует взятия модельных деревьев, или они берутся в небольшом количестве.

Объектом исследования послужили березовые насаждения Курганской области, где Украинская лесоустроительная экспедиция проводила лесоустроительные работы в 1964—1965 гг. Одновременно с лесоустройством была сделана опытная проверка таблиц В. Антанайтиса [1] для таксации текущего прироста отдельных насаждений.

Для разрешения поставленной задачи были использованы пробные площади сплошной рубкой всех деревьев: в Кетовском лесхозе — 127 деревьев, в Юргамышском лесхозе — 55 и в Шучанском лесхозе — 27 моделей, взятых по способу пропорционального представительства от каждой ступени толщины.

В табл. 1 приведены основные таксационные показатели пробных площадей.

На первых двух пробах периодический текущий прирост определен путем измерения прироста по диаметру за период 10 лет по сечениям на середине двухметровых отрубков. Измерения проводили по двум направлениям: СЮ и ВЗ.

Текущий прирост ступени толщины по запасу был определен по формуле

$$z_{M_{ст}}^{тек} = \sum z_{v_{мод}}^{тек} \frac{\sum g_{ст}}{\sum g_{мод}}$$

где $\sum g_{ст}$ — сумма площадей сечения всех деревьев ступени;

$\sum g_{мод}$ — сумма площадей сечения взятых моделей;

$\sum z_{v_{мод}}^{тек}$ — сумма текущих приростов по объему взятых моделей.

Вычисленный таким путем прирост по запасу был принят за истинный.

На этих же пробных площадях для определения трудоемкости и точности упрощенных методов текущий прирост был вычислен по следующим упрощенным способам, не связанным с рубкой моделей: Н. П. Анучина [2], В. Джурджу [5], Ю. М. Руденко [9], К. Е. Никитина [8], М. Л. Дворецкого [4] — по формулам прироста и процента текущего прироста древесины.

Одновременно были использованы и некоторые способы, связанные с рубкой небольшого числа моделей: по формуле Г. М. Козленко [3], а также по предложению М. Л. Дворецкого [4], путем определения текущего прироста через элементарный прирост по объему ствола.

Таблица 1

Лесхоз, лесничество, квартал и состав насаждений	Площадь пробы, га	Класс возраста Возраст, лет	Средняя высота, м Средний диаметр, см	Класс бонитета тип леса	Полнота Сумма площадей сечений, м ²	Запас основного яруса, м ³ Число стволов на 1 га
Кетовский, Кетовское, 76; 10Б	0,15	V	20,7	I	0,89	209
		46	18,5	Б.рт-вт	22,86	847
Юргамышский, Кислянковое, 38; 9Б1Ос	0,125	VI	20,1	II	0,75	157
		57	23,3	Б.сл-тр	19,4	440
Щучанский, Сафакулевское, 1; 10Б	0,5	IV	19,0	I	0,92	194
		38	18,5	Б.рт-вт	23,8	1041

Примечание. Б. рт-вт — березняк разнотравно-высокотравный; Б. сл-тр — березняк сложнотравный.

Для сравнения текущий прирост найден по таблицам И. М. Науменко и по таблицам таксации текущего прироста, составленным В. Антанайтисом по заданию в/о «Леспроект». Одновременно был проведен расчет текущего объемного прироста по данным таблиц хода роста на основании формулы Гергардта [10] и Ф. П. Моисеенко [6].

Результаты вычисления текущего прироста по объему различными упрощенными методами и полученные отклонения от фактических данных приведены в табл. 2, из которой видно, что определение текущего прироста по таблицам И. М. Науменко дает значительное систематическое преувеличение. Некоторое систематическое преувеличение текущего прироста по таблицам В. Антанайтиса вызывается, вероятно, местными особенностями роста и развития насаждений.

Как видно, не все упрощенные методы приводят к одинаковым результатам. Наилучшие показатели получены при определении текущего прироста по предложению М. Л. Дворецкого с рубкой небольшого количества моделей, а также по методу Ю. М. Руденко.

Однако нахождение текущего прироста через элементарный [4] требует рубки 6—8 пробных деревьев из центральных ступеней толщины на каждой пробной площади, а по предложению Ю. М. Руденко [9] — предварительного выявления процента прироста по видовой высоте на основе рубки значительного числа модельных деревьев и анализа их роста по высоте. Это несколько усложняет применение последних методов.

Хорошие результаты дает способ Г. М. Козленко, требующий рубки небольшого количества модельных деревьев на каждой пробе.

Систематическое преувеличение прироста по объему получается и при пользовании упрощенным методом М. Л. Дворецкого без рубки моделей, а также номографическим способом К. Е. Никитина.

Упрощенный метод определения текущего прироста Н. П. Анучина [2] приводит к значительному систематическому преувеличению.

При установлении текущего прироста с использованием таблиц хода роста, вероятно, более надежно пользоваться формулой Гергардта для светолюбивых пород, которая дает лучшие результаты по сравнению с формулой Ф. П. Моисеенко.

Определение прироста по диаметру на высоте груди в настоящее время не представляет особой трудности, что нами было проверено в производственных условиях. При лесоустроительных работах в Курганской области для этой цели были использованы возрастные буравы. Один рабочий на одно сверление и необходимые замеры затрачивает в среднем 3,5 мин.

Таблица 2

Показатели	Величина показателей по пробам		
	1	2	3
Текущий прирост, м ³	6,70	4,35	6,81
	<u>100</u>	<u>100</u>	<u>100</u>
Текущий прирост, вычисленный упрощенными методами:			
по Н. П. Анучину [2]	8,5	6,95	8,76
	<u>+26,9</u>	<u>+59,8</u>	<u>+28,6</u>
по В. Джурджу [5]	7,66	4,87	7,21
	<u>+14,3</u>	<u>+12,0</u>	<u>+6,0</u>
по М. Л. Дворецкому [4] по формуле прироста	7,1	4,59	9,04
	<u>+6,0</u>	<u>+5,5</u>	<u>+32,7</u>
по формуле процента текущего прироста	8,30	4,89	7,28
	<u>+24,0</u>	<u>+12,1</u>	<u>+7,0</u>
через элементарный прирост по объему ствола	6,3	4,41	6,05
	<u>-6,0</u>	<u>+1,4</u>	<u>-11,2</u>
по Ю. М. Руденко [9]			
по формуле	6,87	3,99	7,5
	<u>+2,5</u>	<u>-8,3</u>	<u>+10,1</u>
по номограмме	6,78	4,01	7,45
	<u>+1,2</u>	<u>-7,8</u>	<u>+9,4</u>
по номограмме К. Е. Никитина [8]	7,7	4,69	8,0
	<u>+14,9</u>	<u>+7,8</u>	<u>+17,5</u>
по Г. М. Козленко [3]	6,52	4,59	8,15
по таблицам текущего прироста	<u>-2,7</u>	<u>+5,5</u>	<u>+19,7</u>
И. М. Науменко [7]	8,8	5,5	9,4
	<u>+31,3</u>	<u>+26,4</u>	<u>+38,0</u>
В. Антанайтиса [1]	7,3	4,85	8,0
по таблицам хода роста с применением формул Гергардта [10]	+8,9	+11,5	+17,5
	<u>6,2</u>	<u>4,97</u>	<u>7,9</u>
	<u>-7,5</u>	<u>+14,3</u>	<u>+16,1</u>
Ф. П. Моисеенко [6]	7,0	5,57	8,75
	<u>+4,5</u>	<u>+28,0</u>	<u>+28,5</u>

Примечание. В числителе — текущий прирост, м³; в знаменателе — процент отклонения от фактического.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. Антанайтис. Таблицы таксации текущего прироста отдельных насаждений. Каунас, 1964. [2]. Н. П. Анучин. Новый метод определения текущего прироста насаждений. Журн. «Лесное хозяйство» № 11, 1959. [3]. П. В. Воробанов, Г. М. Козленко и др. Устройство лесничества по участковому методу хозяйства. Гослесбуиздат, М., 1962. [4]. М. Л. Дворецкий. Текущий прирост древесных ствола и древостоя. М., 1964. [5]. В. Джурджу. Об определении текущего прироста насаждений. Журн. «Лесное хозяйство» № 9, 1957. [6]. Ф. П. Моисеенко. О влиянии полноты на прирост в сложных дубовых насаждениях. Сборник работ по лесному хозяйству, вып. VI. Изд. БелНИИЛХа, Минск, 1947. [7]. И. М. Науменко. Текущий объемный прирост насаждений. Научные записки Воронежского лесохозяйственного института, т. IX, Воронежское областное изд-во, 1946. [8]. К. Е. Никитин. Определение процента объемного прироста насаждений по номограмме. Научные труды УСХА, т. XXXI, вып. 10, 1963. [9]. Ю. М. Руденко. Пути повышения продуктивности лесов, Киев, 1965. [10]. Gehrgardt. Ertragstafeln für Eiche, Buche, Tanne, Fichte und Kiefer. Berlin, 1923.

Поступила в редакцию
21 апреля 1966 г.

УДК 629.1—44

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА
МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА НА БИФИЛЯРНОМ ПОДВЕСЕ

В. Ф. КОЗЛОВ

(Московский лесотехнический институт)

Механизмы поворота на бифилярном подвесе, в сочетании с захватывающими, находят применение на различных операциях погрузочно-выгрузочных работ (рис. 1).

Как показали теоретические и экспериментальные исследования, проведенные автором, процесс разворота груза на подвесах по азимуту и прекращение разворота связаны с крутильными колебаниями груза на подвесах.

В настоящей статье рассмотрены два условия, при которых исчезают крутильные колебания груза на подвесах.

В результате гравитационного действия груза при закручивании подвесов создается реактивный момент, определяющий характер движения груза при его развороте по азимуту.

Величина реактивного момента определяется по формуле

$$M_p = \frac{Q' \cdot h_n}{4l} \cdot \frac{\sin \varphi_n}{\sqrt{1 - \frac{h_n^2}{l^2} \sin^2 \frac{\varphi_n}{2}}} \quad (1)$$

M_p — реактивный момент подвесов;

Q' — сила тяжести массы, подвешенной к подвесам;

φ_n — угловое перемещение траверсы H ;

l — длина подвесов;

h_n — расстояние между подвесами.

На траверсе H смонтирован электродвигатель с редуктором. При вращении электродвигателя вращается зубчатая шестерня g , которая в данной схеме (рис. 1, a) является ведущим членом. Ведомые звенья — a и H .

Механизм, состоящий из звеньев g , a и H , является дифференциальным. Для заданного дифференциального механизма в качестве независимых обобщенных координат принимаем углы разворота φ_a и φ_n звеньев a и H .

Уравнение Лагранжа второго рода в обобщенных координатах имеет вид

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_a} - \frac{\partial T}{\partial \varphi_a} &= Q_{\varphi_a} \\ \frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_n} - \frac{\partial T}{\partial \varphi_n} &= Q_{\varphi_n} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

* Вывод формулы (1) дан в нашей статье «Подвесные механизмы поворота». ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1967.

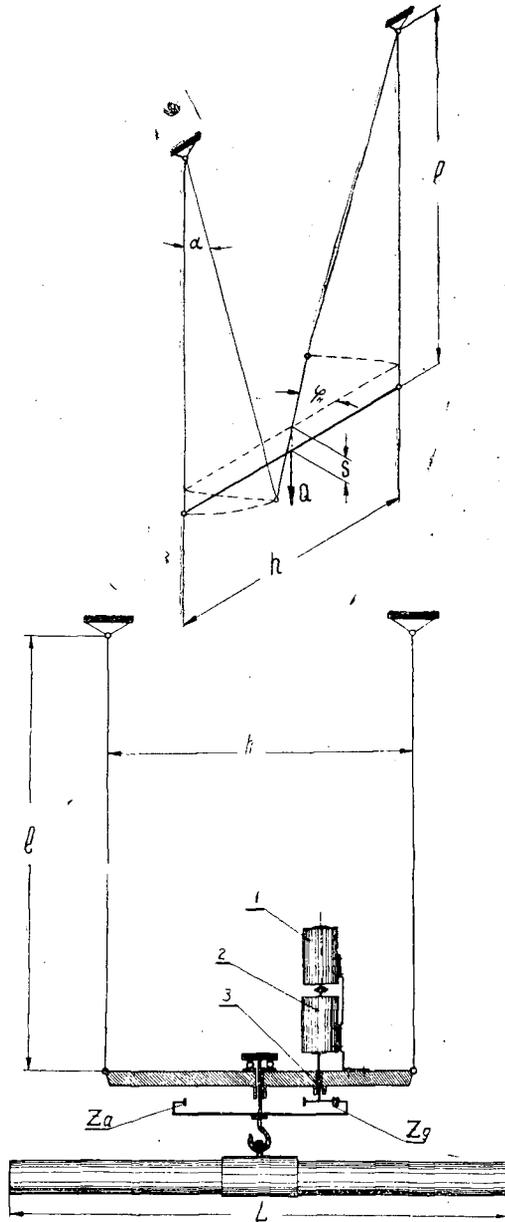


Рис. 1.

1 — электродвигатель; 2 — редуктор; 3 — траверса H .

где T — кинетическая энергия системы;
 Q_{φ_a} и Q_{φ_n} — обобщенные силы системы.

Считая, что при установившемся движении угловая скорость электродвигателя постоянна и угол закручивания тросов при $l/h < 1$ — $\varphi_n < 50^\circ$; $l/h_n < 2$ — $\varphi_n < 30^\circ$ и $l/h_n > 2$ — $\varphi_n < 20^\circ$, зависимость между M_p и φ_n можно принять линейной.

Решая уравнения (2) при указанных допущениях, получим

$$\left. \begin{aligned} I_a \frac{d^2 \varphi_a}{dt^2} &= -M_{ca} \\ I_H \frac{d^2 \varphi_H}{dt^2} &= -M_{cH} - M'_{cH} - \frac{Qh_n^2}{4l} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

и далее найдем дифференциальное уравнение

$$I'_c \frac{d^2 \varphi_a}{dt^2} + \frac{Qh_n^2}{4l} \varphi_a = \omega_k \frac{Qh_n^2}{4l} t - M'_{cH}. \quad (4)$$

Разворот груза при установившемся движении электродвигателя механизма поворота будет происходить по следующему уравнению, полученному решением выражения (4):

$$\varphi_a = [\omega_a^n - \omega_k] \sqrt{\frac{I'_a}{z}} \sin \sqrt{\frac{z}{I'_a}} t + \left[\frac{M'_{cH}}{z} + \varphi_H^n \right] \cos \sqrt{\frac{z}{I'_a}} t - \frac{M'_{cH}}{z}, \quad (5)$$

где φ_a — угловое перемещение звена a ;
 φ_H^n — угловое перемещение звена H в конце разгона электродвигателя;
 ω_a^n — угловая скорость звена a в конце разгона электродвигателя;
 ω_k — угловая скорость звена a при неподвижном звене H ;
 I'_a — момент инерции подвешенных масс относительно оси звена a ;
 z — жесткость подвески;
 M'_{cH} — момент трения в блоках тросовой подвески;
 t — текущее время.

Момент инерции относительно оси звена a определяется формулой

$$I'_a = I_Q + I_H^3 + m' \left(\frac{h_n^2}{4l} \right)^2 \frac{\sin^2 \varphi_H}{1 - \frac{h_n^2}{l^2} \sin^2 \frac{\varphi_H}{2}} \approx k_1 \frac{Q' L_1^{\frac{3}{2}}}{4g}, \quad (6)$$

где m' — масса груза (груза, грейфера и траверсы);
 L_1 — длина груза;
 $k_1 = 0,16 \div 0,26$ — опытный или расчетный коэффициент, зависящий от степени заполнения грейфера, соответственно от $(0,3 \div 1) Q_{гр}$ груза.

Жесткость подвески определится по формуле

$$z = \frac{Q' h_n^2}{4l}. \quad (7)$$

Согласно уравнению (5), движение груза при развороте происходит с крутильными колебаниями. Из экспериментальных исследований на натуральных образцах можно принять $\omega_a^n \approx 0$; $\varphi_H^n \approx 0$; $M'_{cH} = 0$; тогда значения периода и амплитуды крутильных колебаний, полученные из формулы (5), запишутся следующим образом:

$$T = 2\pi k_2 \sqrt{\frac{I'_a}{z}} = 2\pi \frac{L_1}{h_n} k_2 \sqrt{\frac{k_1 l}{g}}; \quad (8)$$

$$\varphi_{Hmax} = \pm \omega_k k_3 \sqrt{\frac{I'_a}{z}} = \omega_k \frac{L_1}{h_n} \cdot k_3 \sqrt{\frac{k_1 l}{g}}. \quad (9)$$

Коэффициенты k_2 и k_3 учитывают неизохронность колебаний и определяются по графику (рис. 2).

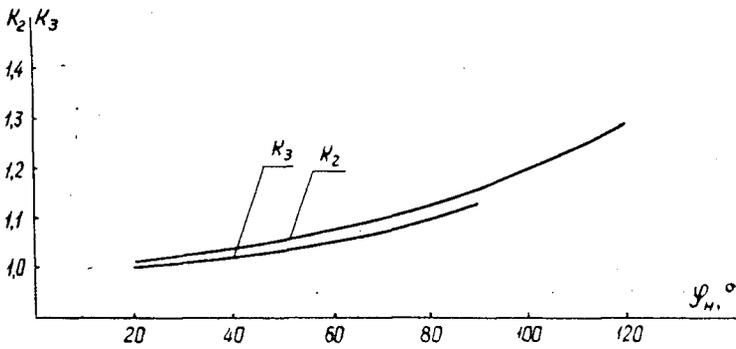


Рис. 2.

$$k_2 = 1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \sin^2 \frac{\varphi_H}{2} + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4}\right)^2 \sin^4 \frac{\varphi_H}{2} + \dots; \quad k_3 = \frac{\varphi_H}{\sqrt{2(1 - \cos \varphi_H)}}.$$

Предположим, что при разгоне электродвигателя угловая скорость звена a равняется $\omega_a^n = \omega_k$, а величина закручивания подвесов $\varphi_H^n = \frac{M'_c}{z}$. Подставив значения φ_H^n и ω_a^n в формулу (5), получим

$$\varphi_a = \omega_k t - \frac{M'_c}{z}, \quad (10)$$

то есть в этом случае при развороте груз движется равномерно. Чтобы обеспечить равномерное движение груза, необходимо за период разгона электродвигателя получить $\omega_a^n = \omega_k$ и $\varphi_H^n = -\frac{M'_c}{z}$. Для упрощения выводов предположим, что $M_c \approx 0$. Тогда после периода разгона электродвигателя $\omega_a^n = \omega_k$; $\varphi_H^n \approx 0$.

Уравнение углового перемещения траверсы H за период разгона электродвигателя имеет вид

$$\varphi_H^n = \frac{M_H^n}{z} \left[1 - \cos \sqrt{\frac{z}{J_H^n}} t \right], \quad (11)$$

где M_H^n — приведенный момент от электродвигателя к оси звена H ;

J_H^n — приведенный момент инерции к оси звена H .

В конце периода разгона при $t = t_p$ величина φ_H^n обратится в нуль при следующем равенстве:

$$\sqrt{\frac{z}{J_H^n}} t_p = 2\pi,$$

из которого и определим время разгона электродвигателя

$$t_p = 2\pi \sqrt{\frac{J_H^n}{z}}. \quad (12)$$

Угловая скорость траверсы в конце периода разгона электродвигателя

$$\omega_H = \frac{M_H^n}{z} \sqrt{\frac{z}{I_H^n}} \sin \sqrt{\frac{z}{I_H^n}} t \quad (13)$$

при

$$t = t_p.$$

За период разгона, при постоянном значении пускового момента электродвигателя, справедливы следующие зависимости

$$\omega_a = \frac{M_a^n}{I_a^n} t_p; \quad (14)$$

$$\frac{\omega_a}{i_p} = i_{g-a}^n (\omega_a^n - \omega_H), \quad (15)$$

где ω_a — угловая скорость ротора электродвигателя;
 M_a^n — приведенный пусковой момент от электродвигателя к оси звена a ;
 I_a^n — приведенный момент инерции к оси звена a ;
 i_p — передаточное число редуктора;
 i_{g-a}^n — передаточное число от звена g к звену a при неподвижном звене H .

Из уравнения (15) определим величину приведенного пускового момента от электродвигателя к оси звена a

$$M_a^n = \frac{\omega_a}{i_p i_{g-a}^n} \frac{I_a^n}{2\pi} \sqrt{\frac{z}{I_H^n}}. \quad (16)$$

Пусковой момент электродвигателя при разгоне определится по формуле

$$M_э^n = \frac{\omega_a}{\eta (i_p i_{g-a}^n)^2} \frac{I_a^n}{2\pi} \sqrt{\frac{z}{I_H^n}}, \quad (17)$$

где η — к. п. д. редуктора;
 i_{g-a}^n — передаточное число от звена g до звена a .

Преобразуем формулу (17) следующим образом:

$$M_э^n = \frac{\omega_a}{4\pi} \frac{h_H}{(i_p \cdot i_{g-a}^n)^2} \cdot \frac{1}{\eta \sqrt{I_H^n}} I_a^n \sqrt{\frac{Q'}{l}}.$$

В режиме торможения электродвигателя время торможения определится по формуле

$$t_T = t_p,$$

и момент торможения электродвигателя должен равняться пусковому, то есть

$$M_э^n = M_T^n.$$

Чтобы исключить колебания груза при развороте и после него, электродвигатель привода должен работать в рассмотренном выше режиме. Практически создать такой режим трудно, так как пусковой момент электродвигателя и момент торможения будут зависеть от ряда меняющихся в процессе эксплуатации величин: приведенного момента инерции I_a^n ; силы тяжести массы груза Q' ; длины подвесов l .

На существующих механизмах поворота установлены асинхронные двигатели. Как показали теоретические и экспериментальные исследования, время разгона электропривода мало отличается от времени разгона электродвигателя вхолостую.

Процесс торможения электродвигателя также происходит быстро, ввиду небольшого значения момента инерции ротора и приведенных к нему масс и благодаря большим передаточным числам и статическим сопротивлениям привода. Эксперименты на натурных образцах механизмов подтвердили, что периоды разгона и торможения асинхронных электродвигателей мало влияют на характер движения груза при развороте. В инженерных расчетах при определении параметров механизма можно принимать: $t_p \approx 0$; $t_r \approx 0$; $\varphi_a \approx 0$; $\omega_a^n \approx 0$.

При выключении электродвигателя и прекращении разворота груза в момент, когда $\omega_a = \omega_{a0}$, $\varphi_n = \varphi_{n0}$, груз продолжает совершать крутильные колебательные движения на подвесах по уравнению

$$\varphi_a = \omega_{a0} \sqrt{\frac{I'_a}{z}} \sin \sqrt{\frac{z}{I'_a}} t + \varphi_{n0} \cos \sqrt{\frac{z}{I'_a}} t, \quad (18)$$

где t — время, отсчитываемое от начала остановки.

Эксперименты показали, что при включении электродвигателя в момент, когда $\varphi_{n0} = 0$; $\omega_{a0} = 0$, крутильных колебательных движений груза не будет. При повторном включении двигателя во время крутильных колебательных движений груза при значениях $\varphi_n = \varphi_{n1}$; $\omega_a = \omega_{a1}$, разворот груза будет характеризоваться уравнением

$$\varphi_a \approx \omega_k t - (\omega_{a1} - \omega_k) \sqrt{\frac{I'_a}{z}} \sin \sqrt{\frac{z}{I'_a}} t + \varphi_{n1} \cos \sqrt{\frac{z}{I'_a}} t \quad (19)$$

(начало отсчета t от момента включения электродвигателя).

Автор теоретически установил, что если между φ_{n1} и ω_{a1} имеется зависимость

$$\varphi_{n1} = \sqrt{(2\omega_k - \omega_{a1}) \omega_{a1} \frac{I'_a}{z}}, \quad (20)$$

то на кривой, построенной по уравнению (19), будут существовать точки, в которых $\varphi_n = 0$; $\omega_a = 0$. Для упрощения формулы (19) принято $M'_c \approx 0$.

Таким образом, после остановки электродвигателя при значениях φ_{n0} и ω_{a0} груз также будет совершать колебательные движения, определяемые уравнением (18). При повторном пуске электродвигателя и значениях $\varphi_n = \varphi_{n1}$ и $\omega_a = \omega_{a1}$ разворот груза будет происходить в соответствии с выражением (19). Но так как φ_{n1} и ω_{a1} отвечают условиям уравнения (20), то при движении груза на кривой, согласно уравнению (19), будут точки, в которых $\varphi_n = 0$, $\omega_a = 0$.

При значениях $\varphi_n = 0$ и $\omega_a = 0$ груз можно останавливать. Используя это обстоятельство, груз можно разворачивать на любой угол, производя следующие манипуляции: 1) включение электродвигателя и закрутку подвесов на угол φ_{n0} ; 2) выключение электродвигателя; после этого следует раскрутка подвесов и их закрутка на угол φ_{n1} ; 3) повторный пуск электродвигателя до момента, когда $\varphi_n \approx 0$ и $\omega_a \approx 0$.

Полный угол разворота будет определяться

$$\begin{aligned} \varphi = & \omega_k t - \omega_k \sqrt{\frac{I'_a}{z}} \sin \sqrt{\frac{z}{I'_a}} t_1 + \omega_{a_0} \sqrt{\frac{I_a}{z}} \sin \sqrt{\frac{z}{I_a}} t_2 - \\ & - \varphi_{H_0} \cos \sqrt{\frac{z}{I'_a}} t_2 + \omega_k t_3 - (\omega_{a_1} - \omega_k) \sqrt{\frac{I'_a}{z}} \sin \sqrt{\frac{I'_a}{z}} t_3 - \\ & - \varphi_{H_1} \cos \sqrt{\frac{z}{I'_a}} t_3, \end{aligned} \quad (21)$$

где t_1 — время работы электродвигателя до момента остановки;
 t_2 — время стоянки электродвигателя;
 t_3 — время работы электродвигателя при повторном включении.

Так как $\varphi_{H_1} = -\varphi_{H_0}$ и $\omega_a = \omega_{a_0}$, то из кривой по уравнению (21) $t_1 = t_3$.

Из уравнения (21), принимая $t_1 = t_3$, получим

$$t_1 = \frac{\varphi}{2\omega_k}. \quad (22)$$

Остановка электродвигателя должна произойти через t_1 сек при значении

$$\begin{aligned} \varphi_H = \varphi_{H_0} = & \omega_k t_1 - \omega_k \sqrt{\frac{I'_a}{z}} \sin \sqrt{\frac{z}{I'_a}} t_1; \\ \omega_a = \omega_{a_0} = & \omega_1 \left(1 - \cos \sqrt{\frac{I'_a}{z}} t_1 \right). \end{aligned}$$

После остановки электродвигателя груз разворачивается по уравнению

$$\varphi_a = \omega_{a_0} \sqrt{\frac{I'_a}{z}} \sin \sqrt{\frac{z}{I'_a}} t + \varphi_{H_0} \cos \sqrt{\frac{z}{I'_a}} t$$

при $t = 0,5 t_2$ и $\varphi_{H_0} < 0$; $\varphi_a = 0$.

Это уравнение можно записать так:

$$\omega_{a_0} \sqrt{\frac{I'_a}{z}} \sin \sqrt{\frac{z}{I'_a}} \frac{t_2}{2} - \varphi_{H_0} \cos \sqrt{\frac{z}{I'_a}} \frac{t_2}{2} = 0,$$

из которого определяется величина t_2 по формуле

$$t_2 = 2 \sqrt{\frac{I'_a}{z}} \operatorname{arctg} \frac{\varphi_{H_0}}{\omega_{a_0} \sqrt{\frac{I'_a}{z}}}. \quad (23)$$

Полное время разворота

$$t = 2t_1 + t_2. \quad (24)$$

На рис. 3 показаны кривые, рассчитанные по формулам (21) и (23), для режимов «пуск — остановка — повторный пуск» при следующих данных: суммарная масса груза и траверсы $Q' = 5500$ кг; максимальная длина груза $L_1 = 6,5$ м; расстояние между подвесами $h_n = 320$ мм; угловая скорость траверсы $\omega_k = 0,069$. Расчет произведен при $l = 1,2$ м на углы разворота 90° .

Из данного расчета следует: а) при снижении угла разворота общее время разворота уменьшается, но не пропорционально; б) время t_1 и t_3 , соответствующее пуску и повторному пуску, уменьшается, а время остановки t_2 увеличивается; в) в случае $\omega_k = \text{const}$ и $h_n = \text{const}$ при развороте груза на постоянный угол время пуска и повторного пуска остается постоянным для различных грузов и длин подвеса.

При увеличении длины подвеса возрастает общее время разворота вследствие увеличения времени остановки электродвигателя.

Для исследования влияния угловой скорости на величину времени разворота был проведен расчет и построены графики $\varphi_a = f(t)$; $\omega_a = f(t)$ для различных значений угловой скорости (рис. 2). Кривые, обозначенные цифрой 1, соответствуют значению $\omega_k = 0,069 \text{ сек}$. Процесс разворота состоит из пуска электродвигателя, механизма поворота груза и остановки его в конце разворота при $\varphi_n \approx 0$, $\omega_a \approx 0$ (самые простые манипуляции). Время разворота груза на 90° составит $22,6 \text{ сек}$, а амплитуда колебаний или закручиваемость подвесов — $14,20^\circ$.

Кривые 2 соответствуют значению $\omega_k = 0,138 \text{ 1/сек}$. Для этого случая разворот груза на 90° можно осуществить только в режиме «пуск — остановка — повторный пуск»: время пуска (участок 0—а) $5,65 \text{ сек}$; время остановки (участок а—а) $5,6 \text{ сек}$; время повторного пуска (участок а—d) — $5,65 \text{ сек}$. Общее время разворота составляет $16,9 \text{ сек}$; угол закручивания подвеса $\varphi_n = 28,4^\circ$.

Таким образом, при возрастании ω_k вдвое время разворота сократилось в 1,33 раза, а закручивание подвеса увеличилось в 2 раза, режим пуска стал более сложным.

Кривые 3 соответствуют значению $\omega_k = 0,276 \text{ 1/сек}$. Для этого случая разворот груза на 90° необходимо произвести также в режиме «пуск — остановка — повторный пуск» соответственно участкам 0—в, в—в, в—с. Величина закручивания подвеса составит 39° . Общее время разворота $14,2 \text{ сек}$. В результате неизохронности колебательного процесса оно фактически будет увеличено в 1,07 раза ($15,2 \text{ сек}$).

Увеличение ω_k в 4 раза (кривые 1 и 3) приводит к уменьшению времени разворота в 1,48 раз, к повышению угла закручивания подвесов в 2,7 раза и также к более сложному режиму работы механизма поворота. Отсюда следует, что первый случай наиболее предпочтителен, если время разворота груза вписывается в цикл движения крана и тележки. На основании проведенных исследований может быть рекомендована следующая методика расчета механизма поворота на тросовой подвеске.

1. Из особенностей конструкции подвески траверсы определяем приведенное расстояние между тросами (то есть схему подвески приводим к расчетной схеме двухтросовой параллельной, с расстоянием между тросами h_n):

а) для подвеса с непараллельными тросами

$$h_n = \sqrt{Hh},$$

где H и h — расстояние между тросами в верхней и нижней частях крепления тросов;

б) для подвеса с несколькими параллельными тросами, но с разными расстояниями между ними

$$h_n = \sqrt{\frac{n_1 h_1^2 + n_2 h_2^2}{n_1 + n_2}},$$

где n_1 — число тросов с расстоянием h_1 ;

n_2 — число тросов с расстоянием h_2 .

2. Из условий технологии погрузочных работ выбираем пределы изменения длины подвесов $l_1 \div l_2$ при поворотах груза максимальной длины. Желательно l брать меньше, так как при этом можно повышать скорость разворота груза и, следовательно, производительность погрузочных работ.

3. Период крутильных колебаний груза при развороте

$$T_1 = k_2 2\pi \frac{L_1}{h_n} \sqrt{\frac{k_1 l_1}{g}};$$

$$T_2 = k_2 2\pi \frac{L_1}{h_n} \sqrt{\frac{k_1 l_2}{g}},$$

где L_1 — длина разворачиваемого груза.

Диапазон изменения длины подвесов желательно брать меньший. Значения коэффициента $k_2 = 1 \div 1,15$. Период крутильных колебаний будет меняться от T_1 до T_2 при $l_1 < l_2$; $T_1 < T_2$.

4. При остановке электродвигателя в момент, когда $\omega_a = \max$, амплитуда крутильных колебаний траверсы $\varphi_{\text{ност}} = 2\varphi_{\text{нmax}}$, то есть амплитуда колебаний увеличивается вдвое по сравнению с амплитудой при развороте груза.

Для исключения перекручивания подвесов до момента, когда $M_p \approx 0$, необходимо, чтобы $2\varphi_{\text{ност}} < \pi$. Практически можно рекомендовать $\varphi_n < \frac{\pi}{2}$; $\varphi_n \approx$ до 40° .

Определение угловой скорости крюка при развороте

$$\varphi_a = \omega_k T_2 \cdot n,$$

где φ_a — угол, на который необходимо разворачивать груз по технологическому процессу;

ω_k — скорость поворота крюка при неподвижной траверсе;

n — целое число.

$$\varphi_{\text{нmax}} \approx \omega_k \frac{T_2}{2\pi} \approx \omega_k \frac{L_1}{h_n} k_3 \sqrt{\frac{k_1 l_2}{g}}.$$

Из двух формул определяем ω_k и $\varphi_{\text{нmax}}$ при целом значении коэффициента n .

При больших углах закручивания подвесов резко увеличивается возможность скакивания каната с дорожки барабана и с роликов, поэтому крайне желательно снижать значения угловой скорости крюка ω_k ; при этом максимальное значение амплитуды траверсы $\varphi_{\text{нmax}}$ уменьшится до 40° .

5. Время разворота груза

$$t_{\text{раз}} = T_2 n$$

должно вписываться в цикл работы крана. Если окажется, что $n < 1$ и $\varphi_{\text{ност}} > 5^\circ$, то в этом случае разворот груза необходимо производить методом «пуск — остановка — повторный пуск» — формулы (21), (22), (23), (24).

Для крана ККУ-7,5, оборудованного грейфером и механизмом поворота, время цикла при штабелевке и погрузке в вагоны больше 200 сек. Время разворота свыше 30 сек несколько увеличивает цикл и снижает производительность. Уменьшение времени разворота (меньше 25—30 сек) не сокращает цикл работы крана и не повышает его производительности. Таким образом, для крана ККУ-7,5 время разворота груза должно быть в пределах 15—30 сек.

6. Мощность электродвигателя

$$N = \frac{\omega_k^2}{102\eta} \cdot k_3 \sqrt{zI'_a} = \frac{Q'h_n L_1}{408\eta} \omega_k^2 k_3 \sqrt{\frac{k_1}{gl}} \text{ квт.}$$

При выбранной мощности подбираем электродвигатель, затем передаточное число редуктора и по значениям максимально реактивного момента рассчитываем фрикционное предохранительное устройство.

УДК 621.317

АППАРАТУРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ КОЛЕСНОГО ТЯГАЧА НА ТРЕЛЕВКЕ ЛЕСА

С. Г. ЖЕНДАЕВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

До последнего времени исследование работы автомобилей, в том числе лесовозных, проводили, главным образом, на полигонах, в процессе установившегося движения. Производственные испытания машин (например, на лесосеке) были затруднены из-за отсутствия аппаратуры, которая работала бы надежно и с достаточной точностью регистрировала измеряемые параметры. В связи с этим на кафедре тяговых машин ЛТА в течение ряда лет ведется работа по созданию такой аппаратуры.

В 1964—1965 гг. в Лисинском учебно-опытном лесхозе ЛТА было проведено экспериментальное исследование работы колесного тягача на трелевке леса. В процессе испытаний замерялись следующие параметры: крутящий момент на правой полуоси заднего моста; крутящий момент на карданном валу между коробкой передач и раздаточной коробкой; тяговое усилие на крюке тягача; число оборотов коленчатого вала двигателя; число оборотов колес правой стороны тягача, время и путь.

Для измерения крутящего момента на полуоси заднего моста автор совместно с инженером Г. М. Анисимовым сконструировал датчик с использованием вращающегося трансформатора (ВТ). Такие трансформаторы серийно выпускаются отечественной промышленностью. Они позволяют получить выходное напряжение, пропорциональное углу поворота ротора по отношению к статору. Линейная зависимость сохраняется достаточно точно при углах поворота $\pm 60^\circ$. Максимальная относительная погрешность примененного ВТ (второй класс точности) составляет не более 0,25% [5].

Устройство датчика показано на рис. 1. В полуоси 2 просверлено сквозное отверстие, в которое вставлен стержень 1. Уменьшение момента сопротивления полуоси при этом незначительно. Один конец стержня жестко прикреплен к внутреннему концу полуоси, второй с помощью муфты 36 связан с валиком ротора ВТ 28. Статор ВТ через фланцы 27 и 12 жестко соединен со ступицей колеса. Щеточный токосъемник размещен на стакане 24, установленном на подшипнике 21. Стакан 24 удерживается от вращения с помощью рычага, закрепленного на раме тягача. На фланец 12 напрессовано четыре бронзовых контактных кольца 16, изолированных от массы. Каждое кольцо работает в паре с мягкой графитовой щеткой ЭГ-4, весьма стойкой против вибрации. Провода припаяны к кольцам и по каналу внутри фланца 12 выведены на клеммы ВТ.

Крутящий момент, передаваемый полуосью, закручивает ее на некоторый угол, на этот же угол будет закручиваться ротор ВТ по отношению к статору. Переходное сопротивление щеточного токосъёмни-

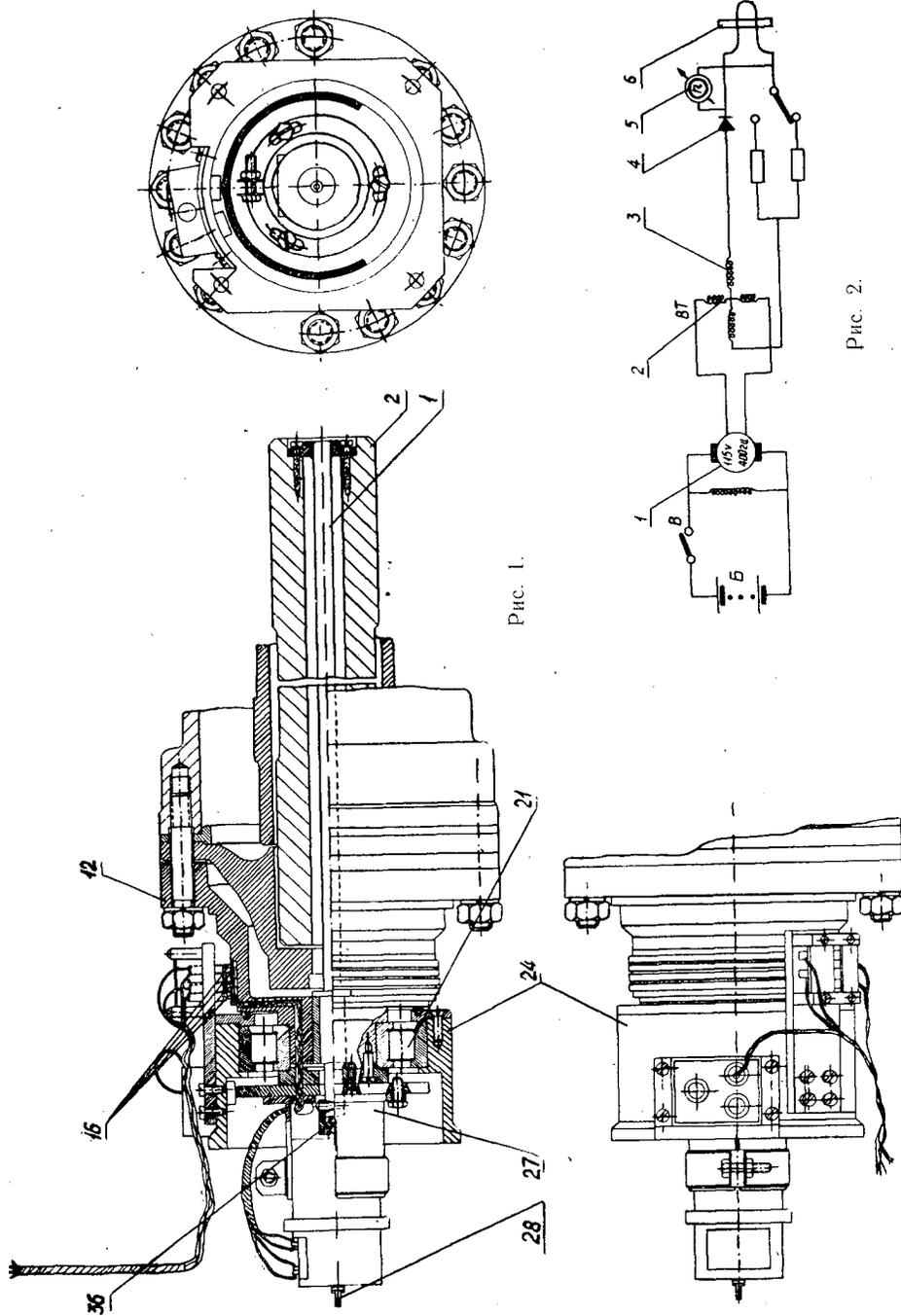


Рис. 1.

Рис. 2.

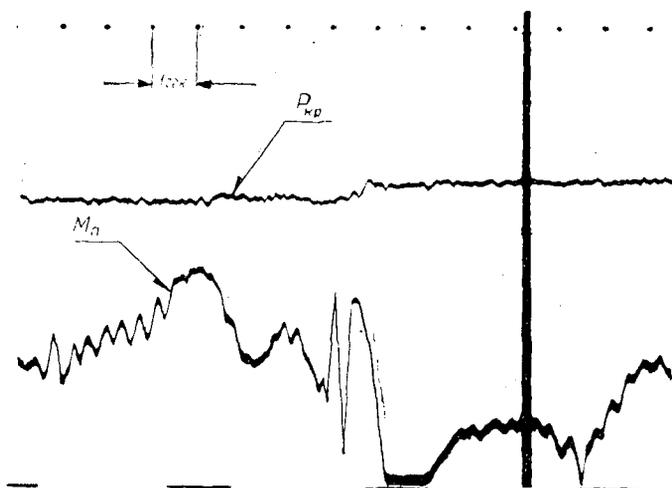


Рис. 3.

ка неизмеримо меньше величины сопротивления обмоток ВТ и не влияет на точность измерения.

На рис. 2 показана принципиальная электрическая схема регистрации крутящего момента. С преобразователя 1 (МА-100) на первичную обмотку ВТ 2 подается стабильное переменное напряжение с фиксированной частотой (400 гц). С вторичной обмотки 3 напряжение, пропорциональное крутящему моменту, через полупроводниковый выпрямитель 4 и прибор для визуального наблюдения 5 (вольтметр, шкала которого проградуирована в кгм), подается на прибор осциллографа 6.

Образец осциллограммы с записью крутящего момента на полуоси M_n преобразователем с ВТ показан на рис. 3.

Статическую тарировку полуоси заднего моста производили на специальной крутильной машине в механической лаборатории Ленинградского инженерно-строительного института. При нагружении крутящим моментом $M_k = 1800$ кгм полуось закручивалась на угол $\varphi = 15^\circ 40'$. Перед испытаниями тягача была проведена тарировка всей измерительной схемы датчика с ВТ с записью показаний на пленку осциллографа. Выходное напряжение, подаваемое на прибор осциллографа, в процессе тарировки достигало 12 в при повороте ротора по отношению к статору на угол $\varphi = 16^\circ$ (максимальный расчетный угол закручивания полуоси). Величина поворота ротора по отношению к статору фиксировалась с помощью специального лимба с точностью $30''$.

Для определения динамической погрешности измерения крутящего момента на полуоси произведем расчет собственной частоты колебаний механической системы преобразователя с ВТ.

Ротор ВТ муфточкой 3б соединен со стержнем 1, второй конец которого связан с внутренним концом полуоси 2 (рис. 1). Поскольку момент инерции полуоси и связанных с ней деталей заднего моста велик, конец стержня рассматриваем жестко закрепленным. Частота собственных колебаний определится из уравнения

$$n_c = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C}{I}} \text{ гц [3]}, \quad (1)$$

где C — упругая константа стержня l ;
 I — момент инерции ротора ВТ.

Упругая константа C

$$C = \frac{M}{\varphi}, \quad (2)$$

где M — некоторый действующий на систему крутящий момент;
 φ — угол закручивания стержня, рад;

$$\varphi = \frac{Ml}{I_p G}, \quad (3)$$

где l — длина стержня, см ($l = 120$ см);

I_p — полярный момент инерции стержня, см⁴;

G — модуль сдвига материала стержня $G = (7,5 \div 8,0) \cdot 10^5$ кг/см².

Подставив значение φ в выражение (2), получим

$$C = \frac{I_p G}{l}. \quad (4)$$

Полярный момент инерции стержня

$$I_p = \frac{\pi D^4}{32}, \quad (5)$$

где D — диаметр стержня, см ($D = 1,5$ см).

Подставив значение I_p в уравнение (4), будем иметь

$$C = \frac{\pi D^4 G}{32l} \text{ кг см}. \quad (6)$$

Момент инерции ротора ВТ определится по формуле

$$I = mr^2 = \frac{Q}{g} r^2 \text{ кг см сек}^2, \quad (7)$$

где Q — вес ротора ВТ, кг ($Q = 0,05$ кг);

r — радиус ротора, см ($r = 1,0$ см).

Подставив значения C и I в формулу (1), найдем собственную частоту колебаний механической системы преобразователя с ВТ

$$n_c = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C}{I}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi \cdot D^4 \cdot G \cdot g}{32 \cdot l \cdot Q \cdot r^2}} = \frac{1}{6,28} \sqrt{\frac{3,14 \cdot 1,5^4 \cdot 8 \cdot 10^5 \cdot 9,81}{32 \cdot 120 \cdot 0,05 \cdot 1,0^2}} = 128 \text{ гц}.$$

Таким образом, преобразователь с ВТ можно использовать для исследования процессов, протекающих с частотой до 13 гц (при динамической погрешности измерения 1%) и с частотой до 26 гц (при динамической погрешности, не превышающей 4%). Изменяя жесткость и массу механической системы, частотный диапазон можно расширить.

Для замера крутящего момента на карданном валу был использован импульсный метод. Комплект аппаратуры, основанной на импульсном методе (включая теневой осциллограф), был разработан доцентом кафедры К. В. Васильевым и в течение нескольких лет используется кафедрой и другими организациями для исследования машин в тяжелых условиях эксплуатации. Теоретические основы измерения крутящего момента, а также устройство и работа теневого осциллографа, описаны ранее [1], [2].

Датчик для замера крутящего момента на карданном валу (рис. 4) выполнен следующим образом. В расточенные вилки карданов 8 и 11 вварены втулки 6 с шестигранными отверстиями. Во втулки вставлен

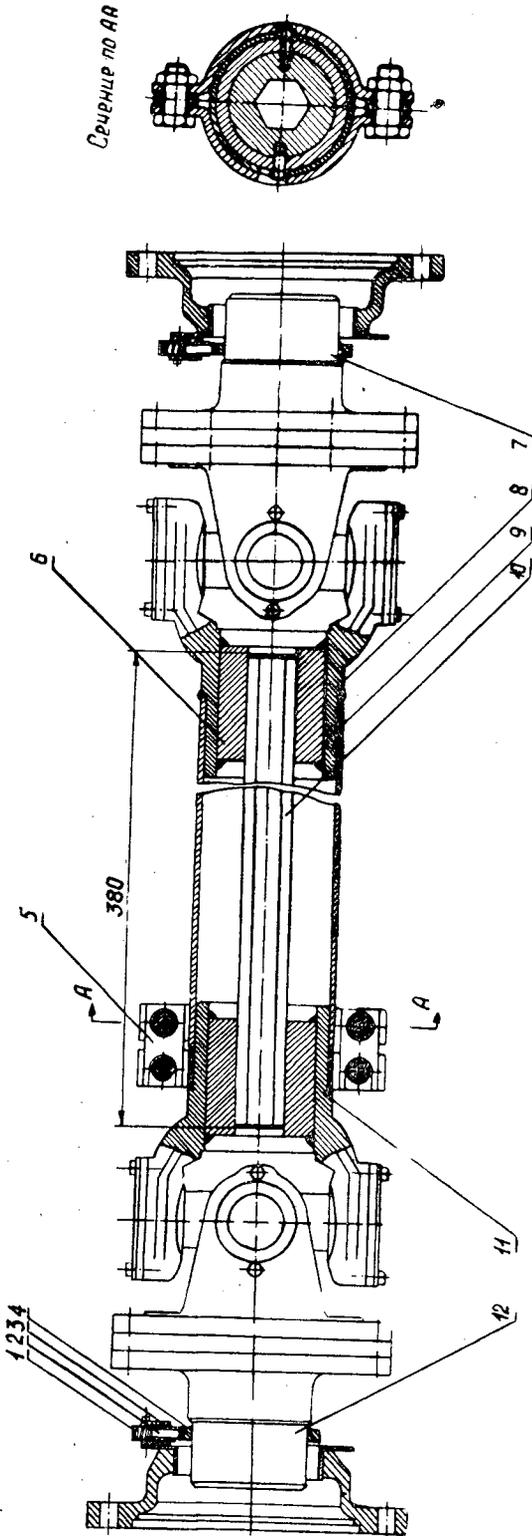


Рис. 4.

упругий элемент (торсион 10), имеющий линейную характеристику при угле закручивания до $17^{\circ}30'$ моментом 300 кгм. Таким образом, жесткое соединение вала заменяется гибким элементом, через который и передается крутящий момент. Для гашения низкочастотной составляющей крутильных колебаний на вилке 11 и карданной трубе 9 установлена демпфирующая муфта 5. На фланцах 12 и 7, закрепленных соответственно на вторичном валу коробки передач и верхнем валу раздаточной коробки, установлены датчики коллекторного типа. Каждый датчик состоит из бронзового кольца 4 с пазами, заполненными диэлектриком (текстолитом). Кольцо работает в паре со щеткой 2, установленной в щеткодержателе 3, изолированном от массы. Щетка постоянно прижимается к кольцу пружиной 1. Питание датчиков осуществляется от отдельной батареи 6СТЭ-128. Образец осциллограммы с записью крутящего момента показан на рис. 5. Методы расчета импульсных датчиков, их достоинства и недостатки, вопросы тарировки, а также погрешность измерения рассмотрены ранее [1], [2], поэтому здесь не приводятся.

Тяговое усилие на крюке тягача измеряли посредством накладного динамометра [4]. Тарировку динамометра осуществляли до и после каждого цикла испытаний, образец записи $P_{кр}$ показан на рис. 3.

Для определения загрузки двигателя тягача, параллельно с измерением крутящего момента на карданном валу $M_{кр.в}$ и на полу-

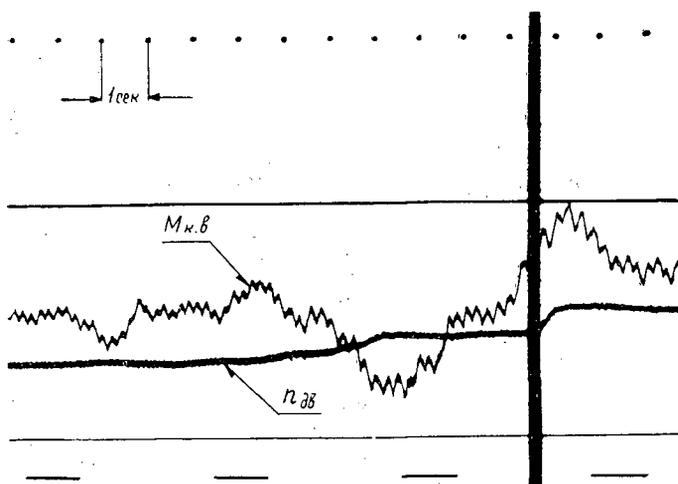


Рис. 5.

оси, измеряли число оборотов коленчатого вала двигателя. В качестве тахогенератора в этом случае использовали генератор Г-25Б, установленный на двигателе. Число оборотов $n_{зв}$ записывали на пленку осциллографа (рис. 5).

Аппаратура, использованная для исследования работы колесного тягача в производственных условиях, работала надежно и обеспечила успешное выполнение задач эксперимента. Метод замера крутящего момента на полуоси с помощью ВТ имеет ряд преимуществ: простота электрической схемы, стабильность в работе и высокая точность измерения, возможность использования щеточного токосъемника простой конструкции для снятия сигнала, возможность постоянной визуальной оценки измеряемого параметра, малая стоимость приборов измерительной схемы, возможность размещения аппаратуры и источников питания на испытуемой машине, обеспечивающая проведение исследований в производственных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. А. Бухарин, В. К. Голяк. Испытание автомобиля с использованием электрических методов измерения. Машгиз, 1962. [2]. К. В. Васильев. Электрические измерения механических величин импульсным методом. ЛТА, Л., 1962. [3]. А. А. Высоцкий. Динамометрирование сельскохозяйственных машин, Машгиз, 1954. [4]. Г. Н. Петруша. Основы выбора параметров тягачей на трелевке леса. Диссертация, ЛТА, Л., 1962. [5]. В. О. Чернышев. Поворотные трансформаторы и их применение в вычислительных и автоматических устройствах. Изд-во «Энергия», 1965.

Поступила в редакцию
20 октября 1966 г.

УДК 634.0.378.7

УПРУГАЯ ПОДАТЛИВОСТЬ ЯКОРНОЙ ШЕЙМЫ

Н. Н. БУТОРИН

(Архангельский лесотехнический институт)

При изучении динамического взаимодействия тел основное значение имеет поведение связей, одной из которых является якорный канат-шейма. Ниже рассматривается вопрос об упругом перемещении в горизонтальном направлении точки крепления шеймы к наплавному сооружению под действием горизонтальной силы (рис. 1).

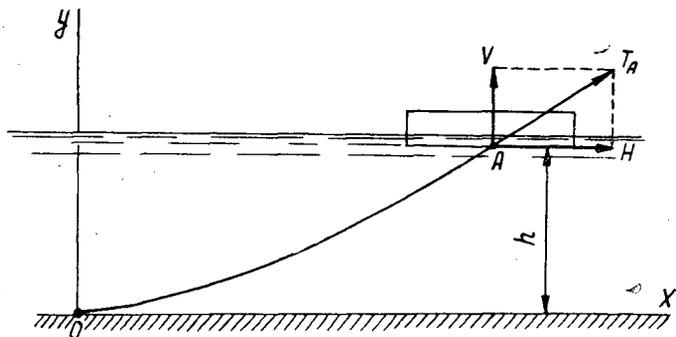


Рис. 1.

Точное решение задачи о работе растяжимого троса шеймы весьма сложно. Вычисление функции $x(H)$ можно выполнить приближенным способом с достаточной для практики степенью точности.

Как известно, трос под действием собственного веса провисает и принимает форму цепной линии. Дифференциальное уравнение цепной линии записывается так:

$$ay'' = \sqrt{1 + y'^2}, \quad (1)$$

здесь $a = \frac{H}{q}$, м;

q — вес единицы длины троса с учетом взвешивающего действия воды, н/м.

Натяжение троса T является функцией длины дуги цепной линии s . Проекция натяжения T на ось абсцисс есть величина постоянная, равная горизонтальной силе H .

Общее решение дифференциального уравнения

$$y = a \operatorname{ch} \frac{x + C_1}{a} + C_2. \quad (2)$$

Так как $ds = \sqrt{1 + y'^2} dx$, то, подставив сюда значение y , получим выражение для дуговой координаты

$$s = a \operatorname{sh} \frac{x + C_1}{a} + C_3. \quad (3)$$

Постоянные интегрирования найдем из условий работы троса, а именно:

- 1) в начале координат $x = 0, y = 0, s = 0$;
- 2) в точке A $y = h, s = l$;

где h — глубина воды;
 l — длина троса.

Первое условие дает

$$C_2 = -a \operatorname{ch} \frac{C_1}{a};$$

$$C_3 = -a \operatorname{sh} \frac{C_1}{a}.$$

Из второго условия для точки A имеем

$$h = a \operatorname{ch} \frac{x + C_1}{a} - a \operatorname{ch} \frac{C_1}{a}; \quad (4)$$

$$l = a \operatorname{sh} \frac{x + C_1}{a} - a \operatorname{sh} \frac{C_1}{a}. \quad (5)$$

Решая совместно уравнения (4) и (5), исключаем постоянную интегрирования C_1 . Для этого сначала складываем уравнения (4) и (5), а затем вычитаем. Полученные два уравнения почленно перемножаем и после преобразований получим

$$x = 2a \operatorname{Arsh} \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{2a} = 2a \operatorname{Arsh} \frac{b}{2a}, \quad (6)$$

где $b = \sqrt{l^2 - h^2}$.

Это уравнение позволяет определить абсциссу точки A , если известна горизонтальная сила H .

Применение формулы (6) ограничено случаем, когда на всей длине (исключая точку крепления к якорю) трос не касается дна. Он может лежать на дне лишь при сравнительно небольших значениях H . Работа троса в таких условиях не представляет большого интереса. Указанное ограничение математически можно записать следующим образом. В предельном случае линия дна водоема является касательной к тросу, то есть при $x = 0$ $y' = 0$. Поэтому из формулы (2) можно получить

$$y' = \operatorname{sh} \frac{C_1}{a} = 0,$$

откуда для нашего случая $C_1 = 0$.

Тогда уравнения (4) и (5) дают

$$h + a = a \operatorname{ch} \frac{x}{a};$$

$$l = a \operatorname{sh} \frac{x}{a}.$$

Оба уравнения возведем в квадрат и вычтем друг из друга. Получим

$$\frac{b}{2a} = \frac{h}{b}.$$

Таким образом, область применения формулы (6) ограничивается условием

$$\frac{b}{2a} \leq \frac{h}{b}.$$

В формуле (6) величины l и h есть функции горизонтальной силы H , а следовательно, функции a . Глубина h почти всегда в несколько раз меньше длины троса. Изменением h по сравнению с l можно пренебречь и считать $h = \text{const}$. (Специальные численные расчеты показали, что h изменяется на сотые доли процента.) Длина троса l существенно изменяется при изменении силы H .

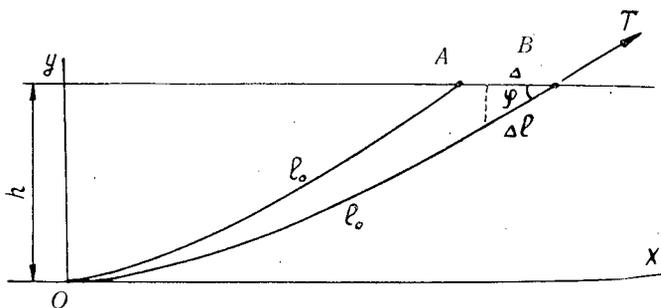


Рис. 2.

Если бы трос был нерастяжимым, то, обозначая его длину через l_0 , абсциссу точки A (рис. 2) легко можно было бы найти по формуле (6). Под действием сил натяжения T трос удлинится на величину Δl , и точка A переходит в точку B . Тогда длина троса

$$l = l_0 + \Delta l. \quad (7)$$

Величину удлинения троса Δl можно найти следующим способом. Напряжение, действующее в проволоках троса,

$$\sigma(s) = \frac{T(s)}{F},$$

где $T(s)$ — сила натяжения троса как функция дуговой координаты s ; F — площадь поперечного сечения всех проволок троса.

Проекция вектора напряжения $\vec{\sigma}$ на ось x

$$\text{пр}_x \vec{\sigma} = \frac{H}{F},$$

так как проекция $\vec{T}(s)$ на ось x есть величина постоянная, равная H . Если трос растяжим по закону Гука, то его удлинение

$$\Delta l = \frac{\sigma(s)}{E} l_0,$$

здесь E — модуль упругого растяжения каната, н/м^2 .

Проекция удлинения троса на ось x

$$\text{пр}_x \Delta l = \frac{\text{пр}_x \vec{\sigma}(s)}{E} l_0 = \frac{\text{пр}_x \vec{T}(s)}{FE} l_0 = \frac{H l_0}{FE} = a l_0 \frac{q}{FE} = \Delta. \quad (8)$$

Обычно удлинение троса Δl при нагрузках, близких к предельным, составляет около 1% длины троса. Поэтому элемент троса Δl можно принять за отрезок прямой. Тогда

$$\Delta l = \frac{\Delta}{\cos \varphi} = \Delta \sqrt{1 + \text{tg}^2 \varphi} = \Delta \sqrt{1 + y'^2}. \quad (9)$$

Для того чтобы найти y' , представим уравнение (2) в следующем виде (учтя найденное значение постоянной интегрирования C_2):

$$y = 2a \operatorname{sh} \frac{x}{2a} \operatorname{sh} \left(\frac{x}{2a} + \frac{C_1}{a} \right).$$

Постоянную интегрирования C_1 найдем из условия, что при $y = h$

$$x = 2a \operatorname{Arsh} \frac{b}{2a}.$$

Подставляя, получим

$$h = b \operatorname{sh} \left(\operatorname{Arsh} \frac{b}{2a} + \frac{C_1}{a} \right).$$

или

$$\operatorname{Arsh} \frac{h}{b} = \operatorname{Arsh} \frac{b}{2a} + \frac{C_1}{a},$$

откуда

$$C_1 = a \left(\operatorname{Arsh} \frac{h}{b} - \operatorname{Arsh} \frac{b}{2a} \right).$$

Теперь продифференцируем уравнение (2) и подставим в него полученное выражение для C_1

$$y' = \operatorname{sh} \frac{x + C_1}{a} = \operatorname{sh} \left(\frac{x}{a} + \operatorname{Arsh} \frac{h}{b} - \operatorname{Arsh} \frac{b}{2a} \right).$$

Подставив сюда x из формулы (6) и выполнив преобразования, найдем

$$y' = \frac{l}{2a} + \frac{h}{b} \sqrt{\left(\frac{b}{2a} \right)^2 + 1}. \quad (10)$$

Подставляя в эту формулу l_0 и $b_0 = \sqrt{l_0^2 - h^2}$ вместо l и b , найдем y'_A , то есть производную линии провисания троса в точке A . С достаточно высокой степенью точности можно считать, что эта производная пренебрежимо мало отличается от соответствующей производной в точке B . То есть $y'_A = y'_B = y'$. Численные расчеты показывают, что y'_A отличается от y'_B примерно на 0,01%.

Теперь, используя формулу (9) и затем (7), можно найти удлинение троса Δl и длину растянутого троса l , которую и следует подставить в формулу (6) для нахождения искомой абсциссы точки крепления шейки к наплавному сооружению.

При исследовании динамики работы наплавных сооружений важно знать не абсолютное значение величины x , а ее приращение Δx при изменении горизонтальной силы H . Это приращение проще всего может быть найдено как разность двух значений x , вычисленных для разных H . Величина Δx мала по сравнению с абсолютной величиной x . Поэтому, желая достаточно точно определить Δx , нужно вычислять x по формуле (6) с точностью, по крайней мере, пяти — шести верных значащих цифр.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. С. Щедров. Основы механики гибкой нити. Машгиз, 1961.
[2]. А. Р. Янпольский. Гиперболические функции. Физматгиз, 1960.

Поступила в редакцию
5 июля 1965 г.

УДК 531.8 : 634.0.37

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ ПОД ПОДСТИЛАЮЩИМ СЛОЕМ (ПОДУШКОЙ) ВРЕМЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ (ДРЕВЕСНО-ГРУНТОВЫХ) ДОРОГ

В. И. УДИЛОВ

(Уральский лесотехнический институт)

Для выполнения плана по вывозке древесины на каждые 25—30 тыс. м³ заготовленной древесины строят 1 км магистральной лесовозной дороги или ветки и 5—6 км усов. За последнее время широкое применение нашли усы с подстилающим слоем из лесосечных отходов. Дороги такого типа состоят из земляного основания и подушки, сформированных из хвороста, сучьев, дровяных отходов и пней, засыпанных грунтом или гравием из местного карьера. Учитывая, что такие дороги не исследовались и в литературе нет обоснованных данных об их устойчивости, мы поставили задачу определить напряжения под подстилающим слоем (подушкой) различной толщины. Для измерения была разработана методика и подобрана измерительная аппаратура.

В качестве чувствительных элементов, воспринимающих давление под подушкой, применяли месдозы конструкции ВНИИ МПС.

На испытаниях был использован восьмиканальный тензометр на полупроводниковых приборах марки ТП-8К, предназначенный для регистрации статических и динамических деформаций испытываемых конструкций с помощью проволочных датчиков сопротивления. Усиленный сигнал разбаланса моста подается с усилителя на осциллограф. Для регистрации электрических или любых других процессов, преобразованных в электрический ток или напряжение, применялся осциллограф Н-700.

Перед началом полевых измерений всю аппаратуру тщательно проверяли. Для правильности показаний производили тщательную подготовку места укладки месдоз. Жесткость месдозы и грунта были сбалансированы путем уплотнения грунта вокруг нее. Месдозы укладывали под подстилающий слой в грунт на глубину 5 см. В качестве нагрузки использовали груженный хлыстами автомобиль МАЗ-501 с давлением на два спаренные задние колеса 4334 кг. При замерах автомашинка имела постоянную нагрузку. На поперечник, от оси дороги, укладывали семь месдоз. Расположение месдоз в поперечном направлении (размеры в см) показано на рис. 1, а схема расчета — на рис. 2. Скорость движения автомобиля (3—5 км/час) определяли по скорости движения ленты осциллографа. Во избежание случайных показателей в каждом поперечнике было произведено до 40 записей, что позволило обеспечить точность измерений в пределах 5% на поперечниках с различной толщиной подушки и влажностью (20—40%). Влажность грунта определяли в полевых условиях с помощью карбидного прибора СНИИЛПа.

Экспериментальные исследования показали, что удельное давление на грунт основания дороги зависит не только от толщины подушки,

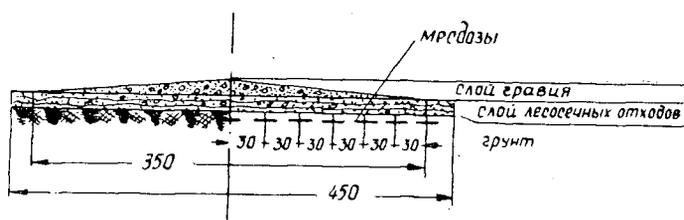


Рис. 1.

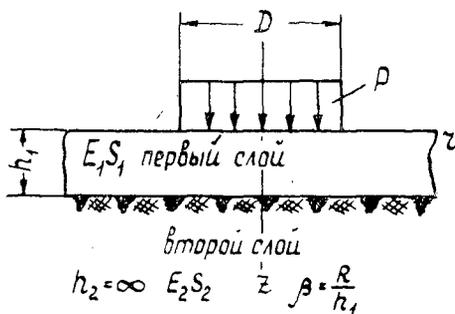


Рис. 2.

но и от модуля деформации грунта. Давления на мредозу (металлическую коробочку площадью 20 см²) и удельные давления при модуле деформации грунта 60 кг/см² (вторая климатическая зона) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Номера точек	Давления на мредозу, кг (числитель) и удельные давления, кг/см ² (знаменатель) в зависимости от толщины слоя, см				
	10	15	20	25	30
1	7,75	5,92	3,08	1,40	1,00
	0,39	0,30	0,15	0,07	0,05
2	25,90	18,85	10,20	5,20	3,00
	1,29	0,94	0,51	0,26	0,15
3	42,80	34,20	16,80	8,90	5,65
	2,14	1,71	0,84	0,44	0,28
4	60,50	39,50	24,13	12,40	0,41
	3,02	1,97	1,21	0,62	
5	56,80	35,00	23,32	12,10	7,70
	2,84	1,79	1,16	0,61	0,39
6	39,50	29,66	15,53	8,60	5,10
	1,97	1,48	0,46	0,43	0,25
7	21,51	15,91	8,32	3,90	2,10
	1,07	0,79	0,42	0,19	0,10

Распределение напряжений в зависимости от толщины подушки показано на рис. 3 и 4 (при удельном давлении на грунт соответственно 0,948 и 3,0 кг/см²). Для правильного выбора формы кривой сравниваем два вида зависимостей:

$$y = a \cdot x^a$$

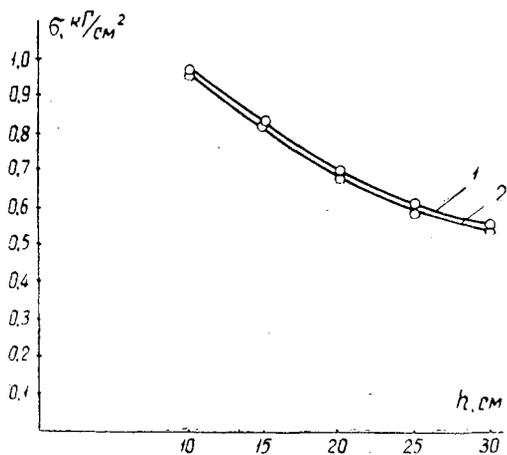


Рис. 3.

1 — по методу М. Б. Корсунского;
2 — экспериментальные данные.

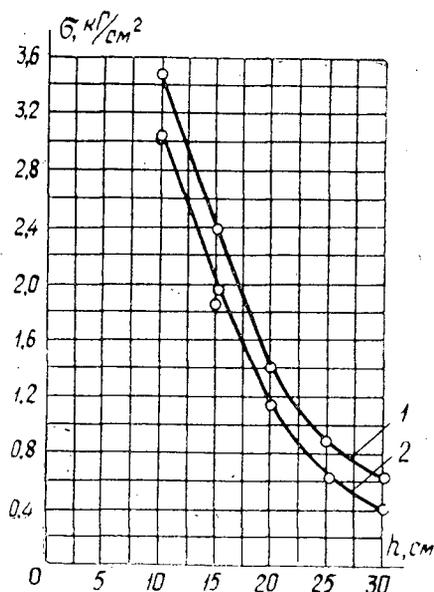


Рис. 4.

Обозначения см. на рис. 3.

и

$$y = c + ax + bx^2, \quad (2)$$

где y — давление на мездозу, кг (или удельное давление, $\text{кг}/\text{см}^2$);
 x — толщина подстиляющего слоя, см ;
 a, b и c — корреляционные коэффициенты.

Решение методом наименьших квадратов дает при использовании зависимости (1)

$$y = 2080x^{-1,542}, \quad (3)$$

где y — давление на мездозу, кг .

Если вместо давления на мездозу взять удельное давление, формула (3) примет вид

$$y = 104x^{-3/2}. \quad (4)$$

Аналогично определяя коэффициенты зависимости (2), получим формулу

$$y = 108,9 - 5,8x + 0,08x^2. \quad (5)$$

Для правильного выбора эмпирической формулы определяем их погрешности (табл. 2).

Погрешность находим из зависимости

$$E = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_1^n \rho^2}, \quad (6)$$

где n — число опытных данных;
 ρ — отклонения показаний.

Таблица 2

x, см	Значения у		Разница	Квадраты отклонений
	экспериментальные	расчетные		
10	60,50	60,00	0,50	0,25
		58,90	1,60	2,56
15	39,50	38,10	1,40	1,96
		39,90	0,40	0,16
20	24,13	24,40	0,27	0,07
		24,90	0,77	0,59
25	12,40	13,30	0,90	0,81
		13,90	1,50	2,25
30	8,10	8,50	0,40	0,16
		6,90	1,20	1,44
Всего				3,25 7,00

Примечание. В числителе — данные, найденные по формуле (3); в знаменателе — по формуле (5).

Используя данные табл. 2 и подставляя их в формулу (6), получим $E_{(3)} = 0,432$ и $E_{(5)} = 2,562$. Как видно, формула (3) дает погрешность в 6 раз меньше, чем формула (5), поэтому при расчете давления на месдозу следует применять формулу (3), а при определении удельного давления — формулу (4). Удельные давления под подстилающим слоем, вычисленные по расчетным формулам и таблицам М. Б. Корсунского*, оказались близкими к экспериментальным. Так, согласно данным М. Б. Корсунского, составляющие напряжения в любой точке нижнего слоя полупространства с любым количеством слоев определяются по следующей формуле:

$$\sigma_z = -P \left[\frac{a}{\beta} \cdot S_2 \left(\frac{b+\eta}{\beta}; \rho \right) + \frac{c - (1-\eta)c_1}{\beta} \cdot S_2 \left(\frac{\eta}{\beta}; \rho \right) - \frac{(1-\eta)a_1}{\beta} S_2 \left(\frac{b_1+\eta}{\beta}; \rho \right) + a_1 \cdot S_1 \left(\frac{b_1+\eta}{\beta}; \rho \right) + c_1 S_1 \left(\frac{\eta}{\beta}; \rho \right) \right]. \quad (7)$$

Коэффициенты $a, b, c, a_1, b_1, c_1, S_1$ и S_2 определяются из таблиц 1 и 2 М. Б. Корсунского. При условии (рис. 2 и 5) $\eta = 1, \rho = 0, \beta = \frac{R}{H}; \rho = \frac{r}{R}; \eta = \frac{z}{H}$ и отношениях моделей: $\frac{E_1}{E_2} = 5; 7,5; 10; 12$ и 14 для слоя толщиной 10 см будем иметь (из табл. 2): $a = 1,265; b = 1,220; c = 0,410; a_1 = 0,689; b_1 = 0,807; c_1 = 0,311$. Коэффициенты S_1 и S_2 определены из табл. 1 М. Б. Корсунского. Подставляя указанные значения в формулу напряжений (7), получим

$$\begin{aligned} \sigma_{z=10} = & -P \left[\frac{1,265}{1,640} \cdot S_2 \left(\frac{2,220}{1,640} \right) + \frac{0,410}{1,640} \cdot S_2 \left(\frac{1}{1,640} \right) + 0,689 \cdot S_1 \left(\frac{1,807}{1,640} \right) + \right. \\ & + 0,311 \cdot S_1 \left(\frac{1}{1,640} \right) \left. \right] = -P [0,77 \cdot S_2(1,4) + 0,25 \cdot S_2(0,6) + \\ & + 0,689 \cdot S_1(1,1) + 0,311 \cdot S_1(0,61)] = -P \cdot 0,59. \end{aligned}$$

* М. Б. Корсунский. Метод численного определения напряжений и перемещений в многослойном линейно-деформируемом пространстве. «Доклады и сообщения на научно-техническом совещании по строительству автомобильных дорог». М., 1963.

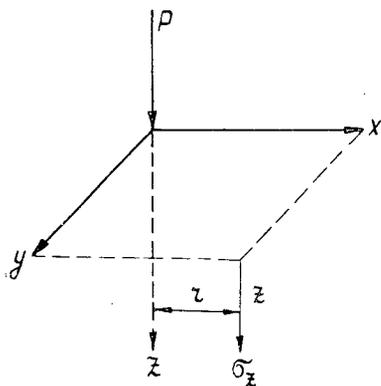


Рис. 5. Расчетная схема напряжений.

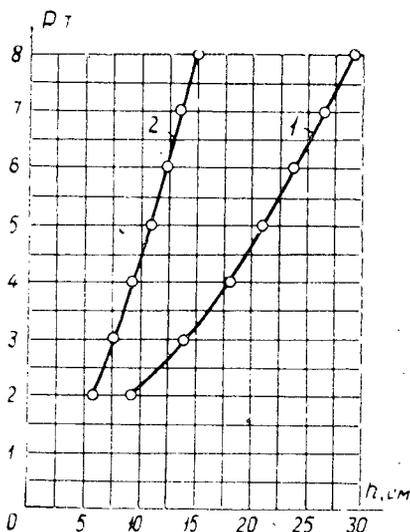


Рис. 6. Кривые определения минимальной толщины слоя по нагрузке.

1 — на одно заднее колесо;
2 — на два спаренных задних колеса.

Принимая для автомобиля МАЗ-501 удельное давление 6 кг/см^2 , будем иметь $\sigma_{z=10} = -0,59 \cdot 6 = -3,540 \text{ кг/см}^2$.

Таким же способом найдены напряжения для остальных слоев, которые составили: $\sigma_{z=15} = -2,400 \text{ кг/см}^2$; $\sigma_{z=20} = -1,446 \text{ кг/см}^2$; $\sigma_{z=25} = -0,864 \text{ кг/см}^2$; $\sigma_{z=30} = -0,636 \text{ кг/см}^2$.

Из рис. 3 и 4 видно, что экспериментальные и теоретические кривые имеют одинаковую форму, причем теоретически определенные напряжения несколько выше экспериментальных. Это объясняется тем, что подстилающий слой состоит из древесных отходов, которые перераспределяют и снижают удельные давления на грунт.

По максимальному удельному давлению (табл. 1) определяем нагрузку на колесо в зависимости от толщины слоя. Если при слое толщиной 10 см и нагрузке на два спаренные задние колеса 4334 кг удельное давление составило $3,02 \text{ кг/см}^2$, то при этом же удельном давлении с повышением толщины слоя нагрузка может быть больше на величину разницы в удельных давлениях между слоями, а именно, для слоя 15 см она составит 6600 кг и т. д. Вычисляя таким образом нагрузку для всех слоев и обрабатывая данные по методу наименьших квадратов, находим зависимость толщины подстилающего слоя от нагрузки на колесо автомобиля (рис. 6), которая выражается формулой

$$h = \sqrt[3]{\frac{Q}{7Q}}, \quad (8)$$

где h — толщина подстилающего слоя подушки, см;

Q — нагрузка на два спаренные задние колеса, Т.

Зная нагрузку на два спаренные задние колеса автомобиля, по этой формуле легко определить толщину подстилающего слоя.

Поступила в редакцию
30 августа 1966 г.

УДК 625.75

ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИГНОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Б. В. ВЕСЕЛОВ, Л. А. САВЕЛЬЕВА

(СевНИИП)

Строительство лесовозных автодорог с капитальными покрытиями требует значительных затрат и осуществляется, как правило, только при организации новых лесозаготовительных предприятий с большими объемами производства. Проблема наиболее экономичного улучшения грунтовых и гравийных дорог может быть разрешена только путем искусственного укрепления грунтов и гравийных смесей вяжущими материалами, которые получили весьма широкое распространение при улучшении дорог общего пользования.

Наряду с применением цемента, для улучшения проезжей части лесовозных автомобильных дорог могут быть использованы отходы химической переработки древесины, ресурсы которых обширны. Имеется положительный зарубежный опыт применения сульфитных щелоков для укрепления дорог, однако в нашей стране они для этой цели не используются, хотя утилизация их представляет интерес.

В лаборатории дорожных покрытий СевНИИПа изучалось влияние лигносульфонатов на основные физико-химические и водные свойства грунтов, а также методы укрепления их концентратами ССБ и возможность применения добавок ССБ и гидролизного лигнина для повышения прочностных свойств грунтов, укрепленных известью. Основные физические и водные свойства грунтов, как необработанных, так и обработанных добавками ССБ, определяли по методике В. Д. Ломтадзе [8], а химические — согласно руководству Е. В. Аринушкиной [2]. Изготовление грунтовых образцов, укрепленных добавками вяжущих веществ, проведение лабораторных испытаний, а также порядок обработки и оценки экспериментальных данных отвечали действующим стандартным нормам и инструкциям [3], [9]. Установлено, что добавки ССБ, адсорбируясь на частицах грунта, диспергируют их, увеличивают количество химически связанной воды и прочно входят в поглощающий комплекс грунта, изменяя его физические свойства (табл. 1).

Таблица 1

Дозировка ССБ от ве- са грунта, %	Максимальная молекулярная влагоемкость, %	Количество химически связанной воды, %	Емкость поглощения, мг-экв на 100 г грунта	Коэффициент фильтрации, см/сек	
				для суглинка	для супеси
0,0	10,0	4,30	12,56	$2,3 \times 10^{-8}$	$2,2 \times 10^{-4}$
0,5	10,5	4,75	14,09	$0,68 \times 10^{-8}$	$1,2 \times 10^{-4}$
1,0	11,0	5,07	14,34	$0,65 \times 10^{-8}$	$0,53 \times 10^{-4}$
2,0	11,7	6,24	15,11	$0,05 \times 10^{-8}$	$0,03 \times 10^{-4}$
4,0	11,9	7,14	15,77	$5,65 \times 10^{-9}$	$8,95 \times 10^{-6}$
6,0	12,3	9,97	16,73	$0,79 \times 10^{-9}$	$4,33 \times 10^{-6}$

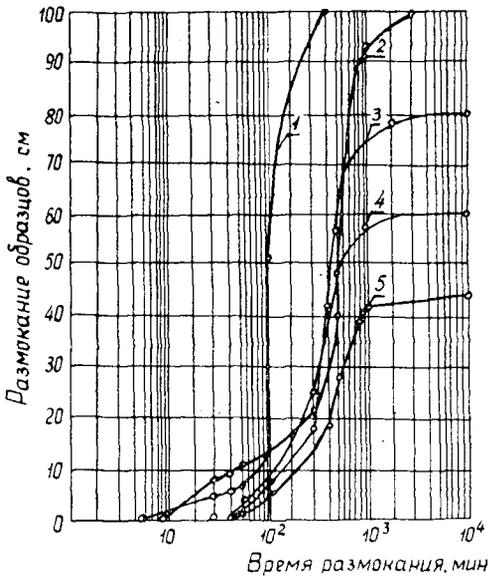


Рис. 1. Размокание грунтовых образцов в зависимости от времени нахождения их в воде (для суглинки).

1 — необработанный грунт; 2 — обработанный 0,5% ССБ; 3 — 1% ССБ; 4 — 2% ССБ; 5 — 3% ССБ.

ся на 130 см, то при обработке его 2% ССБ и при тех же условиях увлажнения только до 25 см.

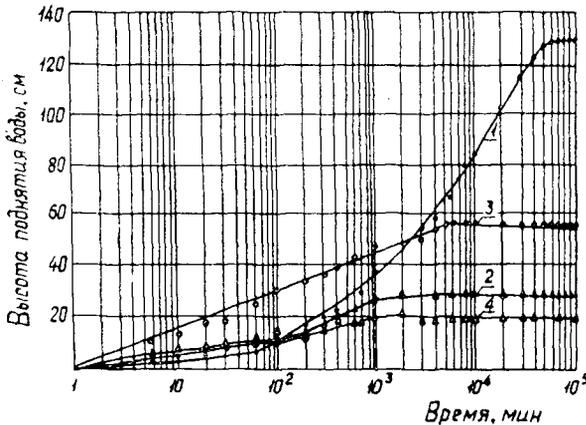


Рис. 2. Зависимость высоты капиллярного поднятия воды в грунтах от времени водонасыщения.

1 — суглинок необработанный; 2 — обработанный 2% ССБ; 3 — супесь необработанная; 4 — обработанная 2% ССБ.

Способность лигносульфонатов затруднять передвижение воды в грунтах может быть использована для предохранения от увлажнения снизу верхних слоев грунта земляного полотна путем устройства в теле насыпи изолирующих прослоек из грунта, обработанного добавками сульфитного щелока или ССБ. В результате такой обработки уменьшается возможность морозного лучения грунтов [1], что имеет немаловажное значение.

При устройстве дорожных конструкций из грунтов, обработанных концентратами ССБ, серьезного внимания заслуживают два метода

При этом коренным образом изменяется отношение грунта к воде. Если обычно грунт полностью размокает в течение часа, то при обработке его 3% ССБ грунтовые образцы за 12 суток пребывания в воде теряют около 40% веса (рис. 1). Это объясняется увеличением количества твердосвязанной воды, которая уменьшает миграцию свободной воды в порах грунта и затрудняет ее доступ к частицам извне.

Указанное предположение подтверждается данными опытов по определению фильтрационной способности обработанных грунтов (табл. 1) и по результатам установления высоты капиллярного поднятия воды в грунтах (рис. 2). Если в необработанном суглинистом грунте при капиллярном водонасыщении в течение двух месяцев вода поднимается

укрепления. Первый заключается в термополимеризации лигносульфонатов путем прогрева прунта с ССБ. Применение этого метода затруднено, вследствие больших затрат тепловой энергии для прогрева грунта до необходимой температуры на всю толщину слоя дорожного основания. Второй метод, основанный на обработке лигносульфонатов солями хрома, превращающими лигнинные продукты в водонерастворимые гели, предложили Е. Алтио и Р. Рошир. Проверка этого метода в ЦНИИМЭ и Уральском институте коммунального хозяйства [6], [7] привела к обнадеживающим выводам, которые, однако, еще не были достаточными для рекомендации производству.

Исследования, проведенные нами в СевНИИПе, позволили усовершенствовать этот метод, снизить стоимость обработки грунта и повысить его прочность. Если по методу ЦНИИМЭ для увеличения прочности укрепленного грунта, достигаемой путем замены иона кальция в лигносульфоновом комплексе барды катисном более высокой валентности, в смесь вводили добавки хлорного железа, то по методу СевНИИПа — добавки гидролизного лигнина. Повышение прочности в этом случае происходит, во-первых, в результате того, что волокнистые частицы лигнина, образуя гибкий пространственный каркас, воспринимают на себя и уменьшают внутренние напряжения, возникающие вследствие деформирования геля при его старении; во-вторых, гидролизный лигнин, обладая хорошей адсорбционной способностью, адсорбирует на своей поверхности частицы воды и поддерживает, благодаря этому, постоянные влажные условия, препятствующие старению геля.

Предварительная проверка этого метода показала, что если контрольный лигносульфоновый гель после старения представляет собой очень хрупкий материал с черно-блестящим изломом и многочисленными трещинами усадки, то гель с добавкой гидролизного лигнина имеет темно-бурую окраску и обладает значительной плотностью и механической прочностью. Испытания водонасыщенных грунтовых образцов на прочность при сжатии (табл. 2) показали, что добавки гидролизного лигнина в количестве 0,5—1,0% от веса грунта дают прирост прочности укрепленного грунта в пределах 45—70% (нижний предел относится к супесчаному грунту, верхний — к суглинистому). Дозировка ССБ в пересчете на сухое вещество — 4%.

Таблица 2

Наименование грунта и его основные свойства	Дозировка гидролизного лигнина, % к весу грунта	Предел прочности образцов в водонасыщенном состоянии, кг/см ² , при дозировке бихромата калия, % сухого вещества		
		0,5	1,0	1,5
Супесь	0,00	3,1	16,3	17,1
(оптимальная влажность	0,25	3,8	17,9	19,2
W = 10,5%;	0,50	4,5	20,4	24,5
число пластичности 4,7;	1,00	2,1	16,2	15,8
pH 6,8)				
Суглинок	0,00	11,0	14,6	20,3
(оптимальная влажность	0,25	16,3	25,0	26,0
W = 13,5%;	0,50	17,9	24,4	24,2
число пластичности 11,5;	1,00	11,7	25,2	26,2
pH = 6, 0)				

Грунты, укрепленные концентратами ССБ по указанному методу, имеют прочность, соответствующую II—III классу прочности грунтов, укрепленных минеральными вяжущими, и могут быть использованы для устройства дорожных оснований и облегченных покрытий лесовозных автомобильных дорог.

Теоретические представления об армирующей роли гидролизного лигнина в укрепленном грунте послужили основой для разработки способа повышения прочности и морозостойкости грунтов, укрепленных известью [4]. Здесь, как и в предыдущем способе, волокнистые частицы лигнина уменьшают внутренние напряжения, возникающие в результате неполной гидратации окиси кальция в уплотненном известковом грунте, и способствуют повышению всех физико-механических свойств укрепленного грунта. Оптимальная дозировка лигнина для несвязных грунтов составляет 0,5—1,0% от веса грунта, для связных — 1,5—3,0%.

В производственных условиях этот метод был проверен в 1962 г. На Кораблевской автолесовозной дороге на участке 200 пог. м было построено известе-грунтовое основание с 0,5%-ной добавкой гидролизного лигнина. В 1963 г. на него был положен природный известняковый щебень. В настоящее время участок эксплуатируется и находится в хорошем состоянии.

Значительно большее увеличение прочности известкованных грунтов можно получить, если в известе-грунтовую смесь ввести небольшие добавки ССБ и хлористого кальция. Так, при укреплении пылеватого суглинка 10% извести прочность после пяти циклов замораживания — оттаивания составляет 20 кг/см², а при введении в ту же смесь 0,1% ССБ и 1,0% хлористого кальция — 74 кг/см².

В процессе детальных лабораторных исследований была выявлена физико-химическая сущность действия каждой из этих добавок на гидратацию извести.

Сульфитно-спиртовая барда, являющаяся поверхностно-активным веществом, с одной стороны, диспергирует известковые частицы и увеличивает число контактов срастания кристаллов в единице объема, с другой, замедляет рост кристаллов и изменяя их форму, обеспечивает образование мелкозернистой нитевидной кристаллизационной структуры затвердевшего известе-грунта [5]. Переплетение вытянутых кристалликов приводит как бы к естественной микроармировке структуры и обеспечивает, благодаря этому, повышение физико-механических свойств известе-грунта.

Хлористый кальций, способствуя растворению извести, ускоряет процессы образования адсорбционных пленок на поверхности грунтовых частиц и процессы коагуляции высокодисперсной части грунта. Кроме того, хлористый кальций в сочетании с известью способен образовывать оксихлориды кальция, которые в начальной стадии твердения создают жесткий скелет, способствующий упрочнению известе-грунта.

Результаты лабораторных работ были проверены на опытном участке, построенном в 1963 г. на дороге общего пользования Архангельск — Косково. Опытный участок протяжением 200 пог. м состоял из двух равных секций: с покрытием из известе-грунта с добавками ССБ и хлористого кальция и с покрытием из цемента-грунта с добавкой CaCl₂. Сверху покрытие на обеих секциях было защищено слоем износа из оптимальной гравийной смеси толщиной 5 см. Опытный участок принят комиссией Облдоруправления с хорошей оценкой и сдан в эксплуатацию в ноябре 1964 г. Во время строительства по участку было вывезено более 120 тыс. т грунта. Периодические обследования участка и испытания его в периоды максимального увлажнения грунтов показали, что модуль деформации соответствует расчетному (известе-грунтовая секция) и превышает его (цементно-грунтовая секция), а поверхность проезжей части не имеет каких-либо заметных деформаций. В настоящее время участок интенсивно эксплуатируется и находится в хорошем состоянии.

Экономические расчеты показали, что экономия от замены привозных гравийных материалов и песка укрепленным грунтом составляет 7,28 тыс. руб. на 1 км.

Проведенные исследования, а также анализ литературных данных позволяют наметить конкретные пути использования лигносодержащих отходов в дорожном строительстве. Отходы сульфитно-целлюлозных и сульфитно-спиртовых заводов (сульфитный щелок, сульфитно-спиртовая барда и последрожжевая бражка), различающиеся лишь концентрацией и содержанием редуцирующих веществ, целесообразно использовать для: 1) придания грунтам земляного полотна водоустойчивости и стойкости против морозного пучения путем устройства в теле насыпи изоляционных прослоек из обработанного ими грунта; 2) улучшения эксплуатационных качеств проезжей части грунтовых и гравийных лесовозных дорог (обеспыливание и связывание верхнего слоя грунта) путем разлива по их поверхности концентрированных (до 50%) отходов в количестве 5—7 л на 1 м²; 3) укрепления грунтов проезжей части дороги совместно с небольшими добавками соединений шестивалентного хрома и гидролизного лигнина либо с последующей термической обработкой грунтовой смеси до температуры 350°С; 4) увеличения прочности и морозостойкости грунтов, укрепленных минеральными вяжущими веществами, и дорожных бетонов путем использования их в качестве пластифицирующих и поверхностно-активных добавок (0,1—0,5% к цементу).

Отход гидролизного производства — гидролизный лигнин — следует использовать в качестве волокнистой армирующей добавки при укреплении грунтов минеральными и полимерными вяжущими материалами с целью предохранения структуры твердения от разрушения в результате возникновения в ней внутренних растягивающих напряжений и усадочных трещин. Оптимальная дозировка лигнина для несвязных грунтов составляет 0,5—1,0% от веса грунта, для связных — 1,5—3,0%.

В заключение следует сказать, что скептическое отношение ряда работников целлюлозно-бумажной промышленности к перспективе использования сульфитных щелоков и концентратов ССБ в строительной практике необоснованно. Говоря о большой выгоде выращивания кормовых дрожжей на сульфитно-спиртовой барде, они не учитывают того обстоятельства, что последрожжевая бражка может найти широкое применение в строительном производстве, так как в ней отсутствуют вредные для твердения цементов редуцирующие вещества.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. В. Аверочкина. Исследование влияния химических добавок на пучение грунтов. Вестник ВНИИЖТ № 7, 1962. [2]. Е. В. Аринушкина. Руководство по химическому анализу почв. Изд. МГУ, 1961. [3] В. М. Безрук и др. Справочное руководство по лабораторным испытаниям дорожно-строительных материалов и грунтов. Изд. Минавтошосдора РСФСР, 1960. [4]. Б. В. Веселов. Способ укрепления грунтов. Авторское свидетельство № 141103, 1961. [5]. Б. В. Веселов. Исследование сульфитно-спиртовой барды как поверхностно-активной добавки к извести. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1965. [6]. Н. Г. Ехлакова. Применение сульфитно-бардяных концентратов в дорожном строительстве. Труды совещания по теоретическим основам технической мелиорации грунтов. Изд. МГУ, 1961. [7]. В. А. Комиссарова. К вопросу о стабилизации грунтов отходами химической переработки древесины при строительстве лесовозных дорог. Труды ЦНИИМЭ, № 50, 1964. [8]. В. Д. Ломтадзе. Методы лабораторных исследований физико-механических свойств песчаных и глинистых грунтов. Изд. МГУ, 1958. [9]. Указания по применению в дорожном и аэродромном строительстве грунтов, укрепленных вяжущими материалами. СН 25-58, Госстрой СССР, М., 1958.

УДК 634.0.377.71

К ВОПРОСУ О СТАБИЛИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ УЗКОЙ КОЛЕИ В ПРОЦЕССЕ РЕМОНТА ПУТИ

В. Н. ЕРЕМИЧЕВ, Ю. А. САВЕЛЬЕВ

(СевНИИП)

Для изучения вопроса о стабилизации пути лесовозных узкоколейных железных дорог в послеремонтный период лаборатория строительства и эксплуатации дорог СевНИИПа в сезон путевых работ 1964 г. провела эксперименты на ужд Верховского опытного леспромхоза.

Опытные участки пути были выбраны на 10 км магистрали дороги. Характеристика участков: рельсы типа Р18, число шпал на 1, км — 1500, балласт — песок средней крупности, шпалы деревянные. На выбранных участках длиной по 24 м для сравнения путь ремонтировали машинным и ручным способом. Рельсо-шпальную решетку поднимали на слой свежего балласта высотой до 10 см и уплотняли балласт под шпалами. При машинном способе использовали путеремонтную машину ужд конструкции СевНИИПа. При ручном способе ремонта путь поднимали винтовыми домкратами, балласт под шпалами уплотняли маховыми подбойками по существующей технологии производства работ.

Осадки пути на опытных участках измеряли с помощью флексометров, представляющих собой свайку диаметром 22 мм, длиной

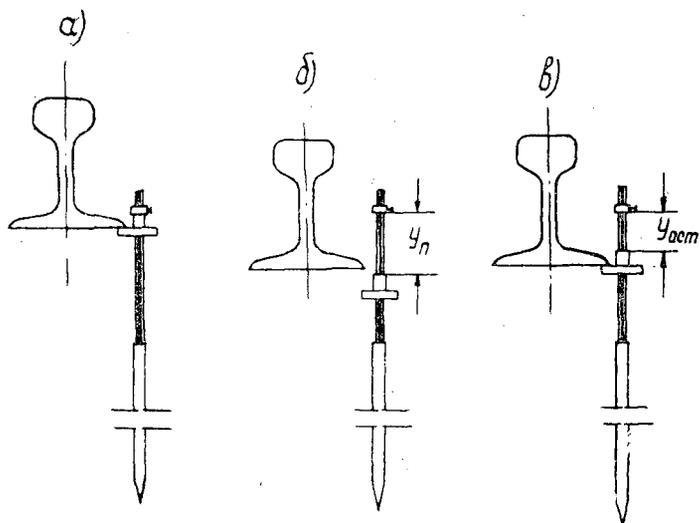


Рис. 1.

а — I положение — перед проходом поезда; б — II положение — после прохода поезда (отсчет y_n); в — III положение — после прохода поезда (отчет $y_{ост}$).

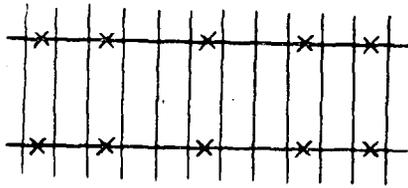


Рис. 2.

750 мм, на один конец которой надевается подпружиненная втулка и стопорное кольцо. С помощью флексометров, как видно из рис. 1, а, б, в, фиксируется упругая и остаточная осадка пути в мм. Отсчеты по флексометрам снимали мерным клином с точностью до 0,2 мм. На опытных участках флексометры забивали через балластную призму в земляное полотно по обеим ниткам пути друг против друга по схеме, приведенной на рис. 2.

Показания по флексометрам снимали в первый день после пропуска первого и второго поездов и на второй день утром, впоследствии после пропуска по опытным участкам 0,3; 0,7; 10,0; 12,4; 13,2; 16,7; 26,0; 27,3 тыс. м³ древесины.

В результате опытов получены следующие характеристики железнодорожного пути: полные прогибы пути $Y_{ц}$, упругие деформации пути $Y_{упр}$, остаточные деформации пути $Y_{ост}$. Вычисленные средние значения остаточных деформаций $Y_{ост}$ приведены в табл. 1.

Таблица 1

Количество древесины, пропущенной по опытным участкам, тыс. м ³	Величина остаточной деформации, мм		
	правой нитки	левой нитки	средняя
0,3	$\frac{5,7}{2,0}$	$\frac{6,2}{2,0}$	$\frac{5,9}{2,0}$
0,7	$\frac{6,6}{2,6}$	$\frac{7,0}{3,0}$	$\frac{6,8}{2,8}$
10,0	$\frac{10,5}{-}$	$\frac{10,5}{-}$	$\frac{10,5}{-}$
12,4	$\frac{-}{6,2}$	$\frac{-}{6,0}$	$\frac{-}{6,1}$
13,2	$\frac{11,1}{-}$	$\frac{11,3}{-}$	$\frac{11,2}{-}$
16,7	$\frac{-}{6,5}$	$\frac{-}{6,7}$	$\frac{-}{6,6}$
26,0	$\frac{-}{7,2}$	$\frac{-}{7,3}$	$\frac{-}{7,2}$
27,3	$\frac{12,3}{-}$	$\frac{12,3}{-}$	$\frac{12,3}{-}$

Примечание. В числителе — данные для ручного способа ремонта; в знаменателе — для машинного.

По табличным данным построен график накопления остаточной деформации пути $Y_{ос}$ в зависимости от количества пропущенного груза Q для участков с машинным и ручным способом ремонта пути (рис. 3).

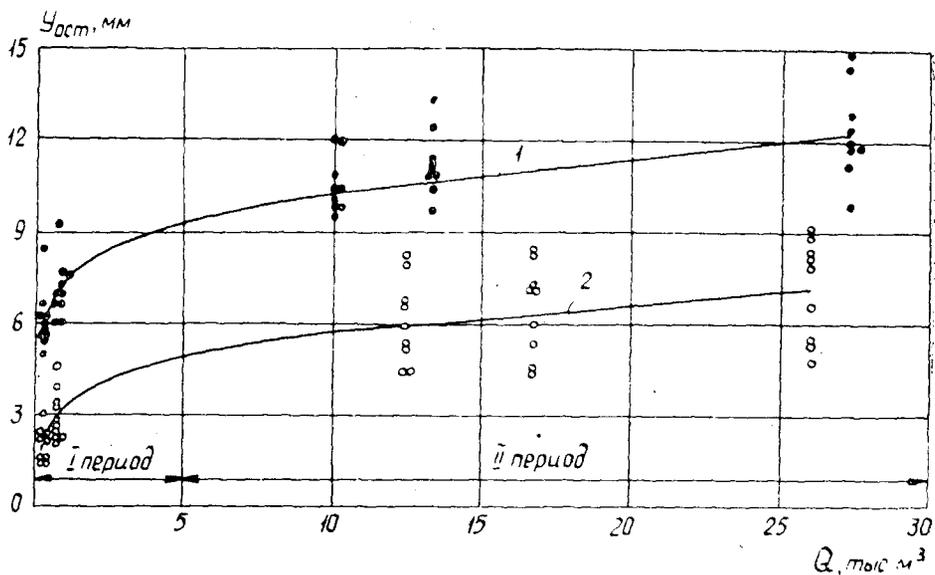


Рис. 3.

1 — ручной способ ремонта; 2 — машинный.

Из анализа приведенного графика видно, что наблюдаются два периода стабилизации пути: I — до пропуска 5,0 тыс. м³ древесины — характеризуется быстрым ростом накопления остаточных деформаций (при ручном способе ремонта они в 1,8 раза больше, чем при машинном); II — после пропуска 5,0 тыс. м³ древесины — характеризуется медленным ростом накопления остаточных деформаций пути (в среднем 1,1 мм на 10 тыс. м³ вывезенной древесины при машинном способе ремонта и 1,5 мм на 10 тыс. м³ при ручном).

Для повышения качества ремонтных работ на узкоколейных железных дорогах следует широко применять машинный способ ремонта путей, обеспечивающий лучшую подбивку балласта под шпалами и меньший рост остаточных деформаций в I и II периодах стабилизации пути.

В целях сохранения исправного железнодорожного пути, в I период стабилизации, когда рост остаточных деформаций происходит наиболее быстро, следует ограничивать скорости движения поездов на отремонтированных участках до пропуска 1,5—2,0 тыс. м³ древесины.

Поступила в редакцию
26 апреля 1965 г.

УДК 674.053

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

О ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЯХ ДИСКОВЫХ ПИЛ
ДЛЯ ПРОДОЛЬНОЙ РАСПИЛОВКИ ДРЕВЕСИНЫ

А. Э. ГРУБЕ,

В. И. САНЕВ, В. К. ПАШКОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Имеющиеся экспериментальные материалы по колебаниям пил недостаточны как по количеству, так и по качеству информации. В данной статье изложены экспериментальные исследования по изучению сложных явлений, связанных с поперечными колебаниями дисковых пил; а также приведены материалы по исследованию зависимости поперечных колебаний пил от числа оборотов пильного вала.

С учетом практических режимов распиловки древесины диапазон изменения скорости вращения пил в опытах был установлен в пределах 900—3000 *об/мин*. Этот диапазон охватывает скорости резания в пределах 20—100 *м/сек*. Были испытаны дисковые пилы диаметром 400, 500, 630 *мм*, толщиной 1,2; 1,5; 1,8; 2,0; 2,5 *мм* с различной степенью проковки. Материал дисковых пил — сталь 85ХФ. Диаметр зажимных шайб 115, 150, 200 *мм*.

Во время опытов по каждой дисковой пиле фиксировали статическую неплоскостность; размах поперечных колебаний при ступенчатом изменении числа оборотов вала (через 100 *об/мин*) в диапазоне 900—3000 *об/мин*; размах поперечных колебаний при плавном изменении числа оборотов вала в пределах 900—3000 *об/мин*.

Целью комплекс работ по изучению колебаний дисковых пил производили на специальной лабораторной установке.

При показателе точности 3% количество повторных наблюдений было принято равным 7. Результаты опытов обрабатывали статистическим методом непосредственного вычисления. Статическую неплоскостность дисковых пил регистрировали на пленке осциллографа при медленном повороте пильного вала. Типовые графики статической неплоскостности некоторых испытанных дисковых пил приведены на рис. 1.

Типовой график зависимости размаха поперечных колебаний плоских дисковых пил от скорости вращения пильного вала представлен на рис. 2.

Результаты сравнительного анализа экспериментальных данных по замеру размаха колебаний дисковых пил сведены нами в таблицу (рис. 3). Резонансные области отмечены в каждой строке двумя горизонтальными линиями: верхняя относится к условиям ступенчатого изменения скорости вращения вала, нижняя — к условиям плавного ее изменения. Опыты показывают, что возрастание диаметра диска пилы при сохранении постоянной его толщины ведет к увеличению областей чисел оборотов, где пила теряет плоскую форму равновесия.

Плавное регулирование числа оборотов пильного вала позволяет наблюдать четыре характерных вида колебаний дисковых пил: 1) от-

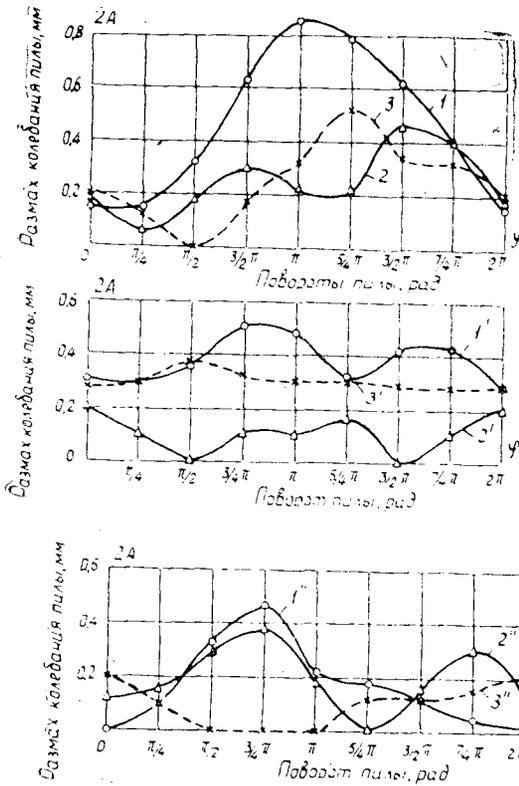


Рис. 1.

1 - $\varnothing = 630$ мм, $s = 1,8$ мм; 2 - $\varnothing = 630$ мм, $s = 2$ мм; 3 - $\varnothing = 630$ мм, $s = 2,5$ мм; 1' - $\varnothing = 500$ мм, $s = 1,8$ мм, $f = 0$ мм; 2' - $\varnothing = 500$ мм, $s = 2$ мм, $f = 0$ мм; 3' - $\varnothing = 500$ мм, $s = 2,5$ мм, $f = 0$ мм; 1'' - $\varnothing = 400$ мм, $s = 1,8$ мм, $f = 0$ мм; 2'' - $\varnothing = 400$ мм, $s = 2$ мм, $f = 0$ мм; 3'' - $\varnothing = 400$ мм, $s = 2,5$ мм, $f = 0$ мм.

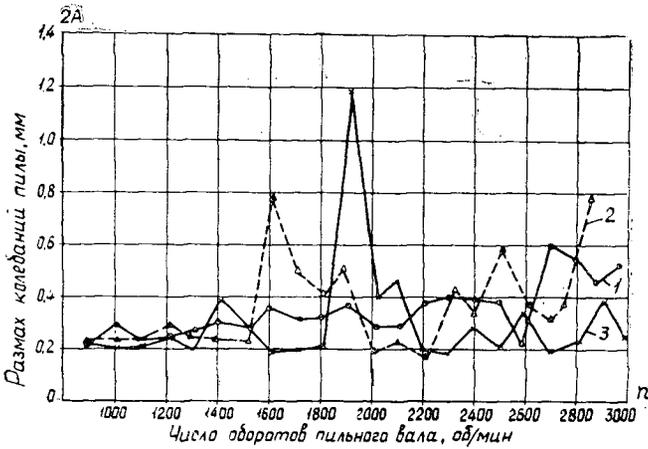


Рис. 2.

1 - $\varnothing = 500$ мм, $s = 1,8$ мм, $f = 0$ мм, 2 - $\varnothing = 500$ мм, $s = 1$ мм, $f = 0$ мм; 3 - $\varnothing = 500$ мм, $s = 2,5$ мм, $f = 0$ мм.

носителю средней плоскости дисков (условно эти колебания можно назвать симметричными биениями); 2) с отклонением дисков от нормальной плоскости вращения (колебания с короблением); 3) медлен-

№ пилы	Параметры пил				Диаметр шайбы $d_{ш}, мм$	Размах колебаний пилы		Резонансные области пил, об/мин														
	диаметр $D, мм$	толщина $S, мм$	проковка $\phi, мм$	качество		Этапы	Максимум	Минимум	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000		
1	400	1,5	0		115	0,15	0,25															
2	400	1,8	0		115	0,45	0,32															
3	400	1,2	0		115	-	0,31															
4	400	2,0	0		115	0,38	0,25															
5	400	2,0	0		115	0,45	0,25															
6	400	2,5	0		115	0,20	0,21															
7	400	2,5	0		115	-	0,27															
8	500	1,2	0		115	0,17	0,05															
9	500	1,6	0		115	0,16	0,08															
10	500	1,8	0		115	0,24	0,24															
11	500	2,0	0		115	0,20	0,20															
12	500	2,0	0		115	-	0,5															
13	500	2,0	0,2		115	0,8	0,4															
14	500	2,0	0,4		115	0,82	0,72															
15	500	2,0	2,5		115	0,46	0,45															
16	500	2,5	0		115	0,1	0,20															
17	630	1,8	0		115	0,7	0,5															
18	630	1,8	0		115	0,83	0,6															
19	630	2,0	0		115	0,40	0,30															
20	630	2,0	0		115	-	0,40															
21	630	2,0	оборотов 2,5		150	1,83	1,45															
22	630	2,5	0		115	0,52	0,45															
23	630	2,5	0		115	0,53	0,4															
24	630	2,0	0		150	1,22	0,65															
25	630	2,0	0		200	0,7	0,6															

Рис. 3. Резонансные области дисковых пил различных параметров.

ные колебания периферии дисковых пил в целом или отдельными секторами относительно средней плоскости (колебания с качанием); 4) колебания большой скорости. (высокой частоты), которые накладываются на колебания сравнительно низкой частоты (условно можно назвать вибрацией).

Биение дисковой пилы возникает, в основном, из-за неточности установки и перекоса в крепежных шайбах. Кривая колебаний каждой точки диска в поперечном направлении близка к синусоидальной. Схема расположения пилы в шайбах и форма колебаний приведены на рис. 4, а.

Типовая осциллограмма биения для дисковой пилы диаметром 500 мм, толщиной 2,0 мм, степенью проковки 2,5 мм и числом оборотов вала 1500 об/мин представлена на рис. 5, а.

Коробление дисковых пил, очевидно, связано с неравномерными их деформациями в радиальном и тангентальном направлениях. Наиболее отчетливо коле-

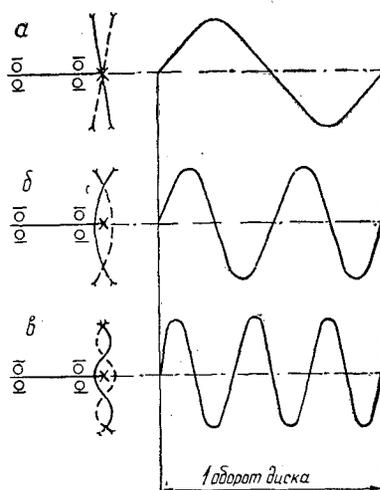


Рис. 4. Характерные виды колебательных процессов дисковых пил.

а — схема биения диска; б — схема коробления диска при потере им плоской формы равновесия по второй веерной форме; в — то же по третьей веерной форме.

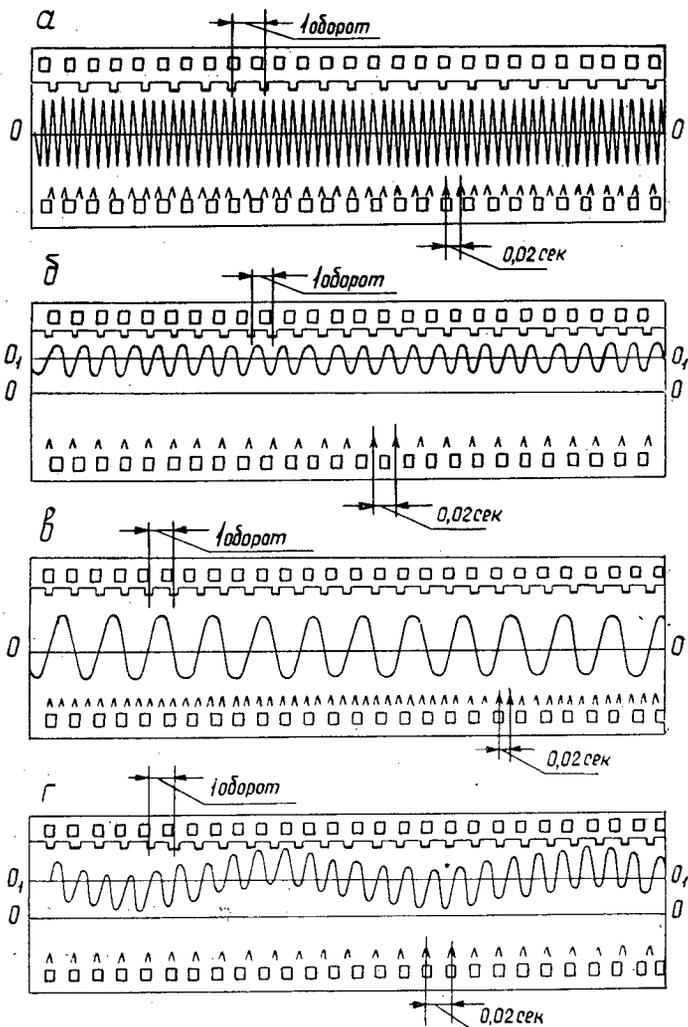


Рис. 5. Типовые осциллограммы поперечных колебаний дисковых пил.

a — при наличии только биения; *б* — при наличии биения и коробления; *в* — при наличии только коробления; *г* — при наличии биения, короблений и качания.

бание с короблением наблюдается у тонких дисковых пил. В определенных условиях оно связано с потерей плоской формы равновесия по второй и третьей веерной формам. При потере устойчивости по второй форме диск принимает вид, представленный на рис. 4, б; при этом кривая поперечного колебания диска имеет, как правило, вид двойной синусоиды с неподвижными узловыми диаметрами. На осциллограмме (рис. 5, б) этот момент фиксируется отклонением средней плоскости O_1O_2 диска от нормальной плоскости вращения OO_1 .

Переход от второй веерной формы к третьей сопровождается ростом отклонения диска от нормальной плоскости вращения с резким возмущением в момент принятия другой формы. При этом колебания диска происходят относительно нормальной плоскости вращения OO_1 . Кривая колебаний в данном случае представляет правильную синусоиду с периодом минимум в два оборота пильного диска.

Осциллограмма колебаний диска по третьей веерной форме приведена на рис. 5, в. В процессе опытов было зарегистрировано коробление диска по этой форме с неподвижными в пространстве узловыми диаметрами. Схема колебаний приведена на рис. 4, в.

Качание дисковых пил при колебаниях наблюдается в тех диапазонах чисел оборотов вала, в которых дисковые пилы коробятся по второй веерной форме. Осциллограмма, характеризующая этот процесс качания, приведена на рис. 5, г. При качаниях диск представляет неустойчивую податливую систему, способную совершать, кроме высокочастотных, и низкочастотные медленные колебания в форме подвижных упругих волн напряжений. На осциллограмме рис. 5, г зафиксированы три вида колебаний. Биение представлено быстрыми (с частотой 50 *Гц*) синусоидальными колебаниями относительно плоскости пилы O_1O_1 , коробление — отклонением плоскости пилы O_1O_1 относительно нормальной плоскости вращения OO , качание — медленными колебаниями кривой биения диска относительно средней его плоскости O_1O_1 .

Вибрации пильных дисков обнаружены при больших числах оборотов вала. Эти быстрые колебания накладываются на кривую биений и придают ей зубчатую форму.

Выводы

1. Колебания дисковых пил представляют собой сложный процесс, зависящий от скорости вращения и внутреннего напряженного состояния пил.

2. Каждому пильному диску (даже дискам одинаковых геометрических параметров) свойственен строго индивидуальный характер поперечных колебаний. Это объясняется различием внутренних напряженных состояний дисковых пил.

3. Для непрокованных дисковых пил с относительной толщиной (отношение толщины диска к его диаметру) менее 0,0036—0,0040 резонансные области (вплоть до потери устойчивости по второй веерной форме) находятся внутри диапазона регулирования скорости вращения пильного вала (750—3000 *об/мин*).

4. Значение размаха поперечных колебаний дисковых пил в динамике увеличивается с возрастанием величины их статической неплоскостности. Наименьшая величина размаха поперечных колебаний дисковых пил в динамике меньше их статической неплоскостности.

5. Увеличение диаметра зажимных шайб и проковка средней зоны дисковых пил сокращают количество и размеры резонансных областей (в диапазоне 750—3000 *об/мин*), сдвигая их в сторону больших чисел оборотов.

Поступила в редакцию
2 января 1967 г.

УДК 674.815—41

РАСЧЕТ СЫРЬЯ, СМОЛЫ И ХИМИКАТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

И. А. ОТЛЕВ, Г. А. ПАРФЕНЕНКО

(Брянский технологический институт)

В производстве древесностружечных плит для определения потребности в древесном сырье, синтетической смоле и химикатах, а также для расчета технологического и транспортного оборудования необходимо выполнить соответствующие расчеты.

Известно, что древесное сырье в процессе производства претерпевает большие изменения. Для расчета количества сырья, проходящего через каждую операцию технологического процесса, удобно пользоваться диаграммами баланса сырья и безвозвратных отходов при выработке трехслойных (рис. 1) и однослойных экструзионных плит (рис. 2). Пользование диаграммами покажем на примере.

Часовая производительность цеха мощностью 25 тыс. м³ в год составляет 4,16 м³ или 4,16 · 650 = 2700 кг (650 кг/м³ — объемный вес плит). Оба наружные и средний слои в готовых шлифованных плитах составляют соответственно 25 и 75% от толщины плиты. Расчет ведут отдельно для наружных и внутреннего слоев плиты.

Учитывая, что влажность готовых плит в среднем равна 8%, определяем количество абс. сухого материала в них:

в наружных слоях

$$\frac{2700 \cdot 0,25}{1,08} = 625 \text{ кг/час};$$

в среднем слое

$$\frac{2700 \cdot 0,75}{1,08} = 1875 \text{ кг/час},$$

где 1,08 — коэффициент, учитывающий влажность плиты.

По диаграмме (рис. 1) потери сухого материала наружных слоев при шлифовке составляют 25,0% от веса сухого материала наружных слоев*.

Следовательно, вес сухого материала, содержащегося в наружных слоях плиты до шлифовки, равняется

$$\frac{625 \cdot 100}{(100 - 25)} = 835 \text{ кг/час}.$$

Потеря сухого материала внутреннего слоя при шлифовке нет. Потери при обрезке плит по формату составляют 3,2% для наружных слоев и 2,6% — для внутреннего. Тогда вес сухого материала в плитах до обрезки равен 865 кг/час в наружных слоях и 1925 кг/час — во внутреннем слое.

Потери при формировании стружечного ковра составляют 14,0% для наружных слоев и 14,0% для внутреннего слоя. Однако стружечно-клеевая масса не выбрасывается, а возвращается в формирующие машины внутреннего слоя. Вес сухого материала наружных слоев, проходящего каждый час через формирующие машины, равняется 1005 кг/час.

Количество сухого материала, поступающего в формирующие машины внутреннего слоя при возврате потерь от наружных слоев, получаемых при формировании

* Средняя величина потерь сырья на операциях шлифовки, форматной обрезки, сортировки, сушки и изготовления стружки принята по данным исследований, проведенных авторами в цехах древесностружечных плит (с отечественным оборудованием).

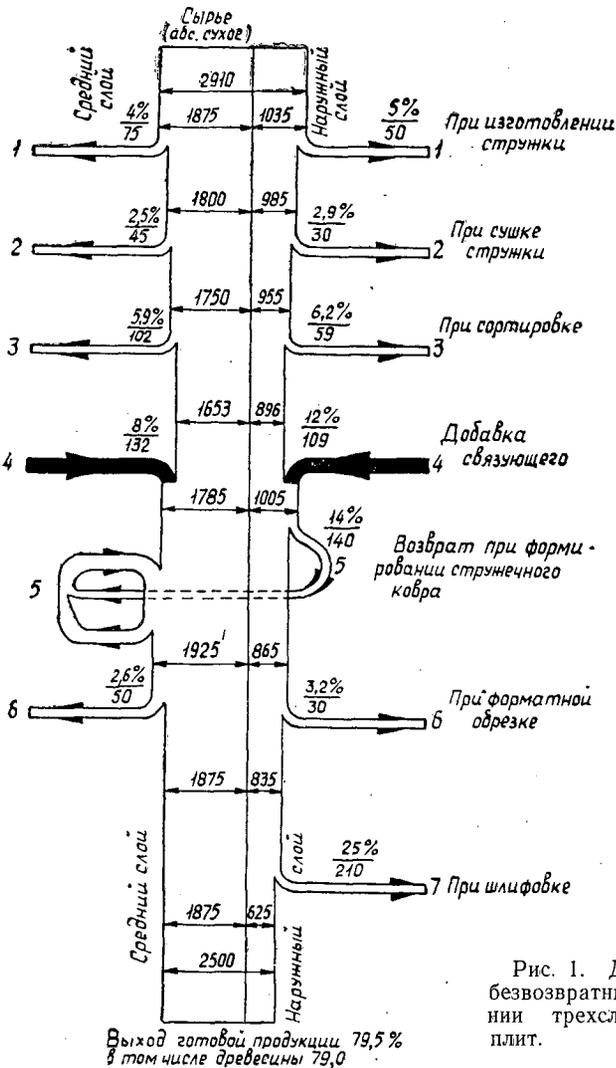


Рис. 1. Диаграмма потока сырья и безвозвратных отходов при изготовлении трехслойных древесностружечных плит.

стружечного ковра, составит $1005 - 865 = 140$ кг/час. Тогда количество сухого материала, выходящего из смесителя, для внутреннего слоя равняется $1925 - 140 = 1785$ кг/час.

Затем определяют количество связующего (по сухому остатку), поступающего в смеситель.

Принимают, например, что к стружке для наружных слоев добавляют 12% связующего (в сухом виде), а к стружке для внутреннего слоя — 8%. Тогда часовой расход связующего в сухом виде составит:

для наружных слоев

$$\frac{1005 \cdot 12}{100 + 12} = 109 \text{ кг/час};$$

для внутреннего слоя

$$\frac{1785 \cdot 8}{100 + 8} = 132 \text{ кг/час.}$$

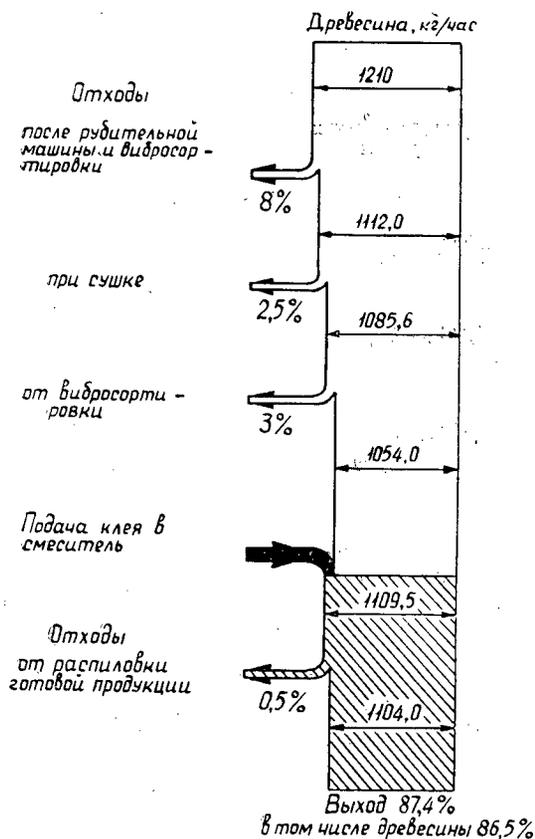


Рис. 2. Диаграмма потока сырья и безвозвратных отходов при изготовлении экструзионных плит.

Все количество связующего (по сухому остатку), поступающего в смесители каждый час, составит 241 кг/час. Вес сухой стружки, поступающей в смесители каждый час, для наружных слоев равен 896 кг/час, для внутреннего слоя — 1653 кг/час.

Аналогично выполняют дальнейшие расчеты. Результаты сведены в табл. 1.

Таблица 1

Технологические операции процесса производства плит	Часовой расход абс. сухой стружки для слоев, кг		Влажность стружки на каждой стадии про- изводства для слоев, %		Часовой расход стружки данной влажности для слоев, кг	
	наружных	внутрен- него	наружных	внутрен- него	наружных	внутрен- него
Готовые шлифованные плиты	625	1875	Не учитывают		—	—
До шлифовки	835	1875	"		—	—
До обрезки	865	1925	"		—	—
До формирующей маши- ны (то есть стружки, выходящей из смеси- теля)	1005	1785	20	13	1275	2020
До смесителя	896	1653	7	4	960	1720
До сортировки	955	1755	7	4	1020	1790
До сушилок	985	1800	80	80	1770	3240
До стружечных станков	1035	1875	80	80	1860	3380

Расход стружки данной влажности по слоям g_w (кг) определен по формуле

$$g_w = \frac{g_{\text{сух}}(100 + W)}{100}$$

где $g_{\text{сух}}$ — расход стружки по данной операции в абс. сухом виде, кг;
 W — влажность стружки в данном слое, %.

Тогда для выполнения программы потребность в сырой древесине

$$G_{\text{час}} = g_{\text{нар}} + g_{\text{вн}} = 1860 + 3380 = 5240 \text{ кг/час.}$$

Вес этой древесины (сосны) переведем в объем, разделив весовое количество сырой древесины на объемный вес при данной влажности (из табл. 2)

$$V_{\text{час}} = \frac{G_{\text{час}}}{\gamma_{80}} = 6,9 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Удельный расход сырья на изготовление 1 м³ плит

$$V_{\text{уд}} = \frac{V_{\text{час}}}{Q_{\text{пл}}} = 1,66 \text{ м}^3/\text{м}^3,$$

где $Q_{\text{пл}}$ — часовая производительность цеха, м³ готовых плит.

Если для наружных и внутреннего слоев используется древесина различных пород, то часовой расход древесины для каждого слоя в отдельности делится на плотность древесины данной породы при данной влажности.

Таблица 2

Порода	Вес 1 м ³ , кг, при влажности, %									
	0	5	10	15	20	30	40	50	60	80
Сосна	480	490	500	510	520	550	590	640	680	760
Ель	420	430	440	450	460	490	520	560	600	670
Лиственница	630	645	660	670	680	710	770	820	880	900
Кедр	410	420	430	440	450	480	510	550	590	660
Пихта европейская	410	425	440	450	460	490	520	560	600	670
Пихта сибирская	350	355	360	370	380	400	430	460	490	550
Береза	610	625	640	650	660	690	740	800	850	960
Осина	470	480	490	500	510	540	580	620	670	750
Липа	460	475	490	500	510	540	580	620	670	750
Ольха	480	495	510	520	530	560	610	650	690	780
Бук	630	635	640	650	660	690	750	800	850	960
Дуб	670	685	700	720	740	780	840	900	960	1080
Граб	760	770	790	810	830	880	940	1010	1080	1210
Клен	660	675	690	710	730	770	830	880	950	1060
Ясень	640	660	680	700	720	760	820	870	930	1060

Удельный расход связующего (смолы) в сухом виде на 1 м³ плит

$$g_{\text{уд. св}} = \frac{241}{4,16} = 58 \text{ кг,}$$

где 241 — часовой расход связующего в сухом виде на оба слоя;
 4,16 — часовая выработка готовых плит, м³.

Расход связующего в виде раствора при концентрации 50%

$$g_{\text{раств. св}} = \frac{g_{\text{сух. св}}}{k} \cdot 100 = 112 \text{ кг,}$$

где k — концентрация связующего, %.

К рабочему раствору смолы (на 100 вес. частей смолы) добавляем комбинированный отвердитель в следующих количествах: 4—6 вес. частей для смол М-60 и МФСМ, 5—8 вес. частей для смол М-19-62.

Например, при использовании смолы МФСМ на 1 м³ плит необходимо добавить отвердителя

$$g_{\text{отв}} = \frac{g_{\text{раств. см}}}{100} \cdot P_{\text{отв}} = 5,6 \text{ кг.}$$

В табл. 3 приведены данные о составе отвердителя и о расходе химикатов на 1 м³ плит.

Таблица 3

Составные части комбинированного отвердителя	Количество весовых частей	Расход химикатов на 1 м ³ плит, кг
Хлористый аммоний	20	1,12
Аммиачная вода (25%-ная) . .	20	1,12
Вода	60	3,36

Аналогично выполняется пооперационный расчет перерабатываемого сырья на каждой технологической операции при изготовлении экструзионных древесностружечных плит.

Например, часовая производительность цеха мощностью 12 тыс. м³ в год составляет 2 м³ плит (плотность 0,6 г/см³), то есть равна 1200 кг/час. Количество добавляемого связующего 5%.

При расчете пользуются диаграммой сырья и безвозвратных отходов (рис. 2). Результаты расчета приведены в табл. 4.

Таблица 4

Стадии производства и обработки сырья и плит	Часовой расход абс. сухой стружки, кг	Влажность стружки на каждой техно- логической опе- рации, %	Часовой расход стружки данной влажности, кг
Готовые плиты	1104	Не учитывают	—
До распиловки	1109,5	"	—
До смесителя	1054	4	1095
До сортировки	1085,6	4	1130
До сушилки	1112,0	60	1780
Древесное сырье, поступающее в переработку	1210	65	2000

Для получения расхода сырья (м³) вес древесины необходимо разделить на плотность древесины данной породы при заданной влажности.

При использовании березы в качестве сырья расход древесины за 1 час

$$V_{\text{бер}} = \frac{2000}{875} = 2,28 \text{ м}^3/\text{час};$$

при использовании соснового сырья

$$V_{\text{сосны}} = \frac{2000}{700} = 2,85 \text{ м}^3/\text{час.}$$

Удельный расход сырья $V_{\text{уд. бер}} = 1,14 \text{ м}^3 \text{ сырья}/\text{м}^3 \text{ плит}$ — при использовании березы, $V_{\text{уд. сосны}} = 1,42 \text{ м}^3 \text{ сырья}/\text{м}^3 \text{ плит}$ — при использовании сосны.

Из расчета видно, что удельный расход сырья зависит от породы древесины.

Удельный расход связующего по сухому остатку на 1 м³ плит

$$g_{\text{сух. св}} = \frac{56,5}{2} = 28,25 \text{ кг,}$$

где 56,5 — расход связующего за 1 час (по расчету);
2 — часовая производительность цеха в готовых плитах, м³.

УДК 621.933.6

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА НА ВЕДУЩЕМ ВАЛУ МЕХАНИЗМА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ВПЕРЕДИРАМНОЙ ТЕЛЕЖКИ

Г. М. ГЕРНЕТ, Ю. И. ЮРЬЕВ

(Архангельский лесотехнический институт)

В. А. КОНОВАЛОВ

(ЦНИИМОД)

Большая часть аварийных простоев связана с выходом из строя механизма перемещения тележки. При этом следует отметить наиболее характерные виды аварий: выход из строя электродвигателя механизма перемещения тележки из-за перегорания обмоток; срез шпонки или поломка зубьев шестерен редуктора механизма перемещения.

При конструировании узла механизма перемещения тележки и назначении размеров деталей первостепенную роль приобретает вопрос определения величины действующих усилий. Учитывая специфические условия работы впередирамных тележек, наиболее точно фактические усилия можно определить экспериментальным путем.

Крутящие моменты определяли на вращающемся валу ходовых колес впередирамной тележки ПРТ8-2 с помощью датчиков сопротивления; последние располагали по направлению действия главных напряжений, то есть под углом 45° к оси вала.

Датчики с усилителями непосредственно соединяли проводом, так как применение токосъемников со скользящими контактами (ввиду малой величины э. д. с., возникающей при измерении) могло вызвать большие погрешности.

Чтобы предотвратить повреждение места спая датчиков и провода при перемещении тележки, было разработано следующее приспособление. К тележке жестко крепили кронштейн. На верхнем конце его, на уровне 2 м от пола, располагали блок, через который перекидывали гибкий многожильный экранированный провод, соединяющий датчики с усилителем. Блок помещали точно над местом присоединения провода к датчикам. В плите тележки над местом приклейки датчиков вырезали отверстие для провода. Провод на валу зажимали таким образом, чтобы при вращении вала не было смещения и повреждения места припайки датчиков.

При передвижении тележки провод наматывался на вал. Равномерность наматывания обеспечивали грузом, прикрепленным к части провода, перекинутого через блок. Величина перемещения тележки при опытах составляла 1,3—1,8 м.

Тарирование измерительного устройства

Тележку поднимали над уровнем рельс до 0,2 м и устанавливали рамой на деревянные прокладки.

Тарировочное устройство состояло из нагрузочной балки, крепившейся болтами к одному колесу, и упорного рычага, крепившегося к противоположному колесу ведущего вала тележки. Порядок тарирования был следующий. Датчики на валу подключали к измерительному устройству. С помощью груза, подвешенного к нагрузочной балке, создавали крутящий момент, величина которого определялась как произведение веса на плечо от точки приложения веса до центра вала. Одновременно положение луча вибратора записывалось на пленке осциллографа. Величина крутящего момента изменялась ступенчато путем изменения плеча действия силы.

Порядок проведения эксперимента по определению крутящего момента в период пуска и торможения

Бревно зажимали в клещах тележки таким образом, чтобы ось бревна совпала с осью тележки. Диаметр бревна 25 см, длина 6,67 м, вес 380 кг. Чтобы исключить возможность появления удара бревна о подающие валцы в случае несрабатывания тормоза, тележку с бревном перед перемещением отводили в крайнее положение (насколько позволял рельсовый путь).

В процессе подготовительной работы были произведены отладка измерительной аппаратуры и пробное осциллографирование переходного процесса. Последнее было необходимо для контроля величины усиления сигнала, выдаваемого измерительными устройствами. Тележку с бревном отводили в исходное положение. После прохождения тележкой расстояния 1,0—1,5 м производили торможение ее равномерным натяжением тормоза на педаль до момента полной остановки. Одновременно с перемещением тележки осциллографировали переходный процесс.

Осциллографирование начиналось до момента пуска и заканчивалось после полной остановки тележки. Опыт проводили как при переднем ходе (подача бревна в лесопильную раму), так и при заднем (откатка тележки с бревном) и повторяли шесть раз (три раза — при перемещении вперед и три раза — при перемещении назад).

Сразу же после эксперимента было произведено контрольное тарирование измерительного устройства; при этом устройство нагружали в соответствии с полученными осциллограммами пробного перемещения.

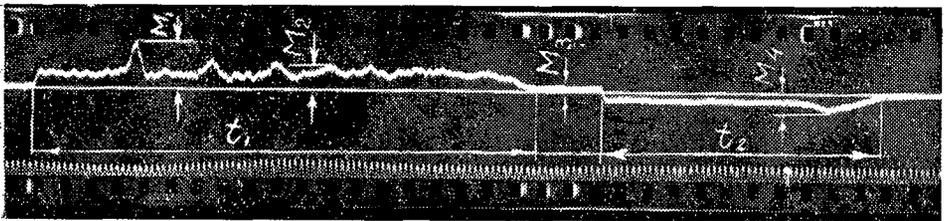


Рис. 1.

На рис. 1 приведена одна из осциллограмм, отражающая характер изменения крутящего момента на ведущем валу ходовых колес тележки в процессе пуска и торможения. На осциллограмме буквами обозначены: M_1 — максимальное пиковое значение крутящего момента в период пуска; M_2 — среднее значение крутящего момента в период пуска; M_3 — среднее значение крутящего момента при установившемся

движении тележки; M_4 — максимальное значение величины крутящего момента при торможении; t_1 — время пуска; t_2 — время торможения.

Экспериментальные данные величин крутящего момента и времени периодов пуска и торможения, полученные при обработке осциллограмм переходного процесса, представлены в табл. 1.

Таблица 1

№ замера	M_1 , кг/см	M_2 , кг/см	M_3 , кг/см	M_4 , кг/см	t_1 , сек	t_2 , сек
Передний ход (подкатка)						
1	3800	1710	310	1225	0,76	0,55
2	3850	2425	400	750	0,99	0,53
3	4050	1225	360	1450	0,89	0,4
Задний ход (откатка)						
1	4700	1710	450	1500	1,35	0,56
2	3700	1710	300	1225	0,77	0,68
3	3940	1450	310	1450	0,85	0,54

Следует отметить, что в различные периоды переходного процесса при подкатке и откатке характер изменения величины крутящего момента одинаков. Для одних и тех же периодов при подкатке и откатке величины крутящих моментов в данном случае также одинаковы, так как электродвигатель механизма перемещения опытной тележки имел одну скорость вращения. Таким образом, в период установившегося движения скорости подкатки и откатки были одинаковыми и составляли 80 м/мин (скорость перемещения определяли экспериментально с помощью электросекундомера). Незначительная разница в величинах $M_{кр}$ (до 10%) лежит в пределах точности измерений.

Величины крутящих моментов, вычисленные по известным формулам, показывают достаточную сходимость расчетных и экспериментальных данных (разница составляет 10—15%).

В заключение следует сказать, что максимальное значение крутящего момента на валу ходовых колес тележки в момент пуска в 11,4 раза больше величины крутящего момента периода установившегося движения. Величина крутящих моментов, возникающих при торможении тележки, значительно меньше, чем при пуске. В связи с этим расчет мощности и выбор электродвигателя механизма перемещения следует вести по периоду пуска.

Поступила в редакцию
28 февраля 1966 г.

УДК 634.0.812:674.032.475.542

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ СИБИРСКОЙ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. И. ЗАЙКОВ

(Омский сельскохозяйственный институт)

Технические свойства древесины ели сибирской исследованы недостаточно. Мы изучали основные физико-механические свойства древесины ели сибирской в лесной зоне по типам леса, а в лесостепной — по разновидностям почв. В таежной зоне модельные деревья выбирали из основного яруса на пробных площадях, заложенных в спелых насаждениях Усть-Ишимского лесхоза Омской области, в лесостепной зоне — на пробных площадях (табл. 1) с участков культур самых ранних посадок в Подгородном лесхозе, расположенном в 20 км от Омска. Отбор производили по ОСТу НКЛес-196. В лесной зоне было взято 18 деревьев, в лесостепной — 12, по 6 из насаждений разных типов леса (ельник липняковый, кисличник и осоко-сфагновый), а также на различных почвах (солоди суглинистой и черноземе слабо выщелоченном глинистом). Разделку кряжей, изготовление образцов и их физико-механические испытания проводили по ГОСТу 6336—52.

Результаты испытаний приведены к 15%-ной влажности и обработаны методом вариационной статистики.

Усредненные показатели технических свойств древесины ели сибирской для исследуемых типов леса представлены в табл. 2. Все данные физико-механических свойств древесины ели сибирской, за исключением предела прочности при сжатии вдоль волокон и удельной работы при ударном изгибе, намного больше показателей для западно-сибирской ели, принятых в ГОСТе 4631—49.

Из табл. 2 видно, что самая прочная древесина формируется в насаждениях типа леса ельник липняковый, приуроченный к глубоко-дренированной почве.

Данные зависимости прочности древесины от положения в стволе для ели сибирской из лесной зоны приведены в табл. 3. В периферической части ствола древесина прочнее, чем в центре.

Физико-механические свойства древесины ели сибирской, растущей в культурах на основных разностях почв центральной лесостепи Омской области, представлены в табл. 4. Из таблицы видно, что эта лесная порода формирует древесину лучшего качества в условиях солоды. При этом разница по основным показателям свойств древесины достоверна.

В засушливых условиях лесостепи Западной Сибири, где влажность почвы лимитирует рост древесных пород, в западинах на солодах благоприятный водный режим создает предпосылки для формирования древесины высокой прочности. Изменения по высоте и радиусу ствола физико-механических свойств древесины ели сибирской.

Таблица 1

Лесорастительная зона	Тип леса	Почва и состав насаждения	Возраст осового поколения, лет	Общий запас на 1 га, м ³	Полнота	Древесная порода	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Класс бонитета
Лесная	Ельник липняковый	Сильнопodzолистая суглинистая, внизу глина, 5Е2П2ЛпК + Ос + С	120	329	1,3	Е	28,6	23,0	II
"	Ельник-кисличник	Сильнопodzолистая суглинистая, 5Е2П1К1Б1Ос + С	120	357	1,3	Е	29,0	22,5	II
"	Ельник осоко-сфагновый—согра	Торфянисто-болотная глеевая, 6Е1К3Б + Ос + П	124	187	0,8	Е	20,0	16,9	IV
Лесостепная	—	Чернозем слабо выщелоченный тучный, глинистый, 9С1Е	58	210	1,0	С Е	23,6 15,5	18,4 13,9	I II
"	—	Чернозем слабо выщелоченный, тучный, глинистый 9Лц1С + Е	58	357	1,4	С Лц Е	25,8 20,5 12,5	19,5 17,7 11,8	I I III
"	—	Солодь суглинистая, 7С3Е	53	310	1,2	С Е	25,8 18,7	18,5 18,5	I I
"	—	Солодь суглинистая, 8С1Лц1Е	61	447	1,5	С Лц Е	22,5 20,0 14,0	20,6 21,2 14,5	I I III

Таблица 3

Высота по стволу или положение по радиусу	Число годовичных слоев в 1 см	Процент поздней древесины	Объемный вес, г/см ³	Предел прочности, кг/см ²			Удельная работа при ударном изгибе (кг/см ²) в радиальном направлении	Твердость торцовая, кг/см ²
				при сжатии вдоль волокон	при статическом изгибе в тангентальном направлении	при скалывании вдоль волокон в радиальной плоскости		
По высоте ствола								
1,3 м	9,0	22,8	0,44	342	828	69,7	0,22	298
1/2 Н	7,0	21,2	0,41	318	737	61,9	0,15	246
По радиусу ствола								
Периферия	9,7	24,2	0,45	359	857	72,8	0,23	351
Центр	6,4	19,9	0,40	302	548	58,4	0,13	235

растущей в искусственных насаждениях лесостепной зоны Омской области, показаны в табл. 5.

Таблица 5

Высота по стволу или положение по радиусу	Число годовичных слоев в 1 см	Процент поздней древесины	Объемный вес, кг/см ³	Предел прочности, кг/см ²			Удельная работа при ударном изгибе, кг/м/см ² , в радиальном направлении	Твердость торцовая, кг/см ²
				при статическом изгибе в тангентальном направлении	при скалывании вдоль волокон в радиальной плоскости	при сжатии вдоль волокон		
По высоте ствола								
1,3 м	5,4	20,2	0,44	962	67	368	0,24	285
1/2 Н	4,0	15,6	0,40	792	60	330	0,19	247
По радиусу ствола								
Периферия	5,6	21,2	0,44	976	74	496	0,25	313
Центр	3,3	15,0	0,38	705	57	318	0,17	243

Из приведенных в статье данных можно сделать вывод о том, что выращивание ели сибирской южнее границ современного ее распространения повышает качество древесины.

Поступила в редакцию
21 ноября 1966 г.

УДК 634.0.812

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

А. И. РАСЕВ

(Московский лесотехнический институт)

Определение эффективности применения механических способов обезвоживания древесины имеет большое народнохозяйственное значение, так как удаление даже части содержащейся в материале влаги резко сократило бы расход энергии на процесс сушки и способствовало его интенсификации. Нами исследованы некоторые процессы обезвоживания путем вибрации и выдавливания влаги сжатым воздухом*.

Следует отметить, что при механическом обезвоживании принципиально возможно удалить из древесины не всю содержащуюся в ней влагу, а только свободную, находящуюся в полостях клеток и не связанную с древесинным веществом силами физико-химического воздействия. Клетки древесины, содержащие свободную влагу (сосуды, клетки либриформа, трахеиды), а также элементы их связи (простые и окаймленные поры, простые и лестничные перфорации) образуют довольно четко выраженную капиллярную систему. Построение этой системы таково, что древесина имеет различную капиллярную проницаемость вдоль и поперек волокон. Поперечная проницаемость значительно меньше продольной. Это определяет возможность обезвоживания древесины преимущественно вдоль волокон.

Обезвоживание древесины путем вибрации

Теоретический анализ сил, возникающих при вибрации в отдельном капилляре, а также в системе капилляров, заполненных влагой, дает возможность предположить, что вибрирование применимо и для обезвоживания древесины.

Эксперименты по вибрационному обезвоживанию проводили на двух вибростендах, работающих с промышленными частотами (50—300 гц). Образцы древесины имели высокую начальную влажность (90—100%). Было проведено две серии опытов. В первой серии образцы жестко крепили к столу вибростенда (рис. 1, а). Интенсивность колебаний лежала в диапазоне 5—13 g (g — ускорение силы тяжести). Вытекания воды не наблюдалось. Во второй серии опытов пружинное устройство удерживало образцы на столе вибростенда (рис. 1, б). Интенсивность колебаний стола вибростенда такая же, как и в первой серии опытов. Наблюдалось вытекание небольшого количества влаги из образцов (в пределах 5—6% влажности). Аналогичные испытания были проведены на промышленной виброплощадке СМ-475 (интенсивность колебаний 5 g).

Отсутствие обезвоживания в первой серии опытов объясняется недостаточной интенсивностью колебаний. Во второй серии образец не был жестко связан со столом вибростенда, поэтому его колебания отличались от колебаний вибратора. Амплитуда колебаний резко возра-

* Работа проведена под руководством проф., доктора технических наук П. С. Сергеевского.

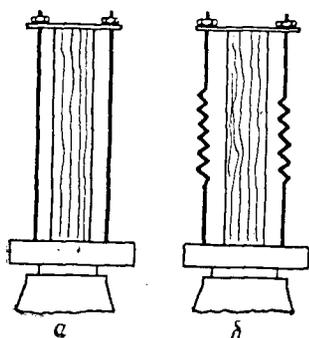


Рис. 1. Крепление образцов к столу вибратора.

а — жесткое; б — на пружинной оттяжке.

стала; образец как бы прыгал на столе станда. В моменты удара о стол возникали большие ускорения, что приводило к появлению значительных по величине инерционных сил, которые вызывали движение влаги в наиболее крупных макрокапиллярах (сосудах и трахеидах).

На применяемых в настоящее время в промышленности виброплощадках невозможно добиться значительного обезвоживания древесины, так как слишком мала интенсивность колебаний. И при большей интенсивности колебаний, соответствующей ускорениям 100—150 g и выше, вряд ли можно полностью удалить всю свободную влагу, так как в древесине имеется большое количество затиллованных сосудов и клеток, поры которых

закупорены смолами. Кроме того, для промышленного обезвоживания таким способом крупных партий требуются специальные, весьма громоздкие и сложные виброустановки. В дополнение к вопросу о воздействии на древесину вибрации следует остановиться на вибрационно-конвективном способе сушки. При вибрировании материала у его поверхности возникает разряжение, пульсирующее с частотой вибратора (из-за мгновенно меняющихся сжатия и расширения среды у поверхности при вибрировании). Кроме того, под воздействием колебаний над поверхностью материала создается турбулизация газа. Оба эти фактора влияют на скорость испарения влаги в процессе сушки.

Исследования вибрационно-конвективной сушки проводили в сушильной установке со встроенным вибратором. Испытуемый образец закрепляли в рамке вибратора, колеблющегося с частотой 50 гц и амплитудой 0,5—1,0 мм. При обработке опытных данных определяли скорость сушки испытуемого и контрольного образцов. Контрольный образец вибрированию не подвергали, но помещали его в камеру установки вместе с основным образцом. Скорость сушки вибрируемого образца на 0,8—0,2 %/час выше, чем контрольного. Величина интенсификации зависела от амплитуды колебания: с увеличением амплитуды скорость сушки возрастала.

Опыты показали, что в этом случае интенсификация процесса, несомненно, имеет место, однако от рекомендаций вибрационно-конвективного способа сушки следует пока отказаться, так как в настоящее время нет виброустановок, отвечающих необходимым требованиям.

Обезвоживание древесины путем выдавливания влаги сжатым воздухом в направлении оси ствола (пневматический способ)

Как мы уже указывали, движение свободной влаги в древесине осуществляется с наименьшим сопротивлением вдоль оси ствола, в направлении тока жидкости в растущем дереве, при котором действует разность давлений, создаваемая корневым давлением и сосущей силой кроны. Подобное движение может возникнуть в круглом сорimente, если на одном из его торцов создать повышенное давление сжатым воздухом.

Нами была создана специальная установка, позволяющая при одновременной подаче сжатого воздуха к торцу образца регистрировать изменение его веса. Опыты проводили на чураках из свежесрубленной березы.

При обработке данных была выяснена зависимость количества удаляемой влаги от давления. Установлено, что вода вытекала из

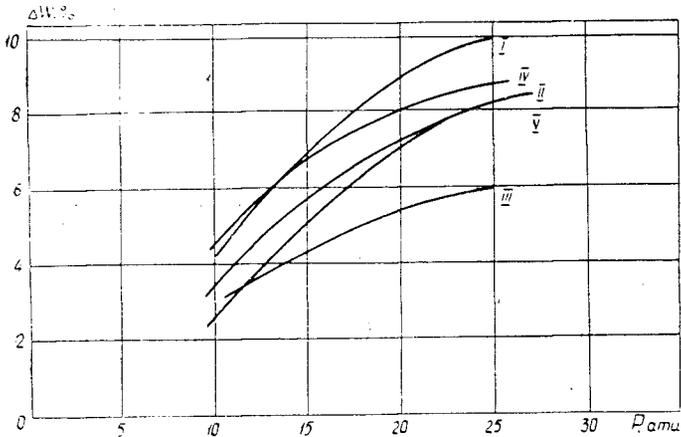


Рис. 2. Зависимость количества удаляемой влаги от давления для березовых чураков длиной 200 мм.

I—1—1—1; *IV*—3—1—2; *II*—1—1—2; *V*—3—4—0;
III—3—1—1 (0, 1, 2, 3, 4 — номера образцов).

образца при давлении больше 8 *ати*. С увеличением давления количество удаленной влаги возрастало, однако прямой пропорциональности между этими величинами не наблюдалось (рис. 2). Максимальная величина обезвоживания не превышала 10% влажности при начальной влажности материала 75—85%, длине образца 200 мм и давлении 25 *ати*. С увеличением длины образцов количество удаленной влаги снижалось и при давлении 15 *ати* составляло 4,5—6,9% для образцов длиной 200 мм, 3,5—5,8% при длине 700 мм и 1,7—2,5% при длине 1500 мм.

При минимальном для данной породы давлении (для березы 8 *ати*) начинают обезвоживаться наиболее крупные сквозные капилляры, состоящие, в основном, из сосудов. С повышением давления к процессу подключаются все более мелкие сосуды. Из системы обезвоживания выпадают затиллованные сосуды и полости клеток либриформа, так как они оказывают максимальное сопротивление сжатому воздуху. Элементарный расчет показывает, что в испытывавшихся березовых чураках (при начальной влажности 80%) количество влаги, содержащейся в сосудах, составляет около 15%. Экспериментальные данные дают максимально удаленное количество влаги, равное 10%. Учитывая, что часть сосудов не участвует в проведении влаги, следует отметить удовлетворительное совпадение опытных данных с этим элементарным расчетом.

Проведенные эксперименты и анализ их результатов позволяют прийти к выводу, что при обезвоживании древесины путем ее продувки сжатым воздухом нельзя добиться существенного эффекта. Этот процесс обеспечивает снижение влажности в пределах 2—10%. Несмотря на это, мы нашли целесообразным опубликовать полученные результаты, так как они представляют определенный познавательный интерес и могут быть использованы в дальнейших исследованиях по проблемам сушки и обезвоживания древесины.

Поступила в редакцию
3 января 1966 г.

УДК 674.05

О ПОЛОЖЕНИИ СЕРЕДИНЫ ГНЕЗДА, ВЫБИРАЕМОГО НА СТАНКЕ СвПА

В. Д. ЛЮБОСЛАВСКИЙ

(Ленинградская лесотехническая академия)

При выборке гнезд на станке СвПА концевая фреза приводится во вращение от электродвигателя главного привода и одновременно — в возвратно-качательное движение от электродвигателя подачи с помощью кривошипно-коромыслового механизма (рис. 1):

Механизм состоит из кривошипа, вращающегося вокруг точки O_1 , радиус которого r может изменяться при настройке станка на размер длины гнезда в пределах $r = 0 \div 45$ мм, шатуна $l = 220$ мм и коромысла R , качающегося вокруг точки O . Шатун l связан шарнирами с кривошипом и с коромыслом, жестко связанным со шпинделем $L = 545$ мм, качающимся с той же угловой амплитудой, что и коромысло R , вокруг той же точки O . На конце шпинделя в патроне крепится фреза.

Несмотря на кажущуюся простоту кривошипно-коромыслового механизма, сообщающего возвратно-качательное движение подачи концевой фрезе в процессе выборки гнезда, его кинематика имеет некоторые особенности, учитывать которые необходимо при проектировании этого механизма. Одна из таких особенностей — непостоянство среднего положения шпинделя в процессе его качаний при изменении радиуса кривошипа r .

Наблюдениями установлено, что при разных радиусах кривошипа среднее положение шпинделя, а значит и середины фрезеруемых на станке гнезд также оказываются несколько различными. Аналитически этот факт еще не исследован.

Влияние смещения фактической середины гнезда относительно номинального ее положения может сказываться в нарушении формы конструкции вследствие перекоса ее шиповых соединений, появлении значительных дополнительных напряжений в соединениях и снижении в результате этого прочности и долговечности всей конструкции. С точки зрения эксплуатации станка переменное смещение середины гнезда препятствует получению взаимозаменяемых деталей, затрудняет программную настройку станка или настройку по упорам.

Рассмотрим положение механизма, когда радиус кривошипа установлен равным нулю. При этом шпиндель займет среднее положение $O_{ср}$, в котором он параллелен направляющим стола станка, и тогда можно производить сверление: при вращающемся кривошипе шпиндель неподвижен, но гидравлика станка (гидроприжимы, подача стола) будет функционировать. Шатун в этом случае займет положение $O_1B_{ср}$, а коромысло — $OB_{ср}$, составляя с линией $O_1O = s$ угол $O_1OB_{ср} = \lambda_0$, определяющий нулевое среднее положение коромысла. Это исходное среднее положение механизма на рис. 1 отмечено сплош-

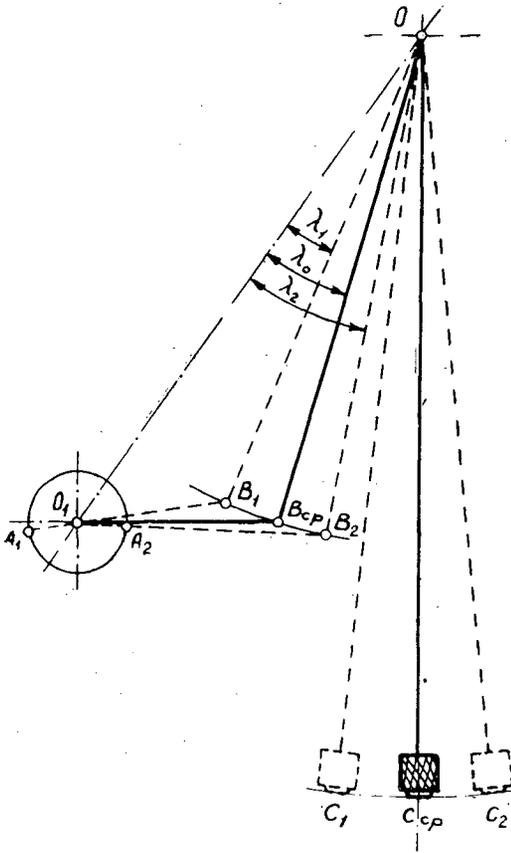


Рис. 1. Кинематическая схема механизма качения суппорта станка СвПА.

ными линиями. Значение угла λ_0 можно найти из треугольника O_1OB_{cp}

$$\cos \lambda_0 = \frac{R^2 + s^2 - l^2}{2Rs} \quad (1)$$

При радиусе кривошипа, отличном от нуля, вращение его заставит коромысло (а следовательно, и шпиндель) качаться и занимать крайние положения в точках B_1 и B_2 (C_1 и C_2 — соответственно для шпинделя), когда угол коромысла с линией O_1O будет составлять значения λ_1 и λ_2 и шатун AB или его продолжения будут проходить через точку O_1 . Среднее положение коромысла при качании определится углом

$$\lambda_{cp} = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} \quad (2)$$

Практически установлено, что $\lambda_0 \neq \lambda_{cp}$. Это вызывает искажение настройки станка относительно середины гнезда и делает затруднительной работу по упорам, так как при изменении длины гнезда положение его середины относительно стола будет различным.

Имея все это в виду, целесообразно поставить следующие задачи: 1) получить выражение для вычисления величины несовпадения среднего положения шпинделя при качании с исходным средним положением; 2) найти условие, при выполнении которого величина несовпадения была бы минимальной или равнялась нулю.

Для решения первой задачи рассмотрим треугольники O_1OB_1 и O_1OB_2 на рис. 1. В этих треугольниках $O_1O = s$; $OB_1 = OB_2 = R$;

$O_1B_1 = (l-r)$ и $O_1B_2 = (l+r)$. Обозначим полупериметры этих треугольников

$$\begin{aligned} p_1 &= \frac{1}{2}(s+R+l-r); \\ p_2 &= \frac{1}{2}(s+R+l+r). \end{aligned} \quad (3)$$

Полупериметр исходного среднего треугольника O_1OB_{cp} обозначим через p_0

$$p_0 = \frac{1}{2}(s+R+l). \quad (4)$$

В соответствии с формулой (2) и известными тригонометрическими соотношениями имеем

$$\cos \lambda_{cp} = \cos \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} = \cos \frac{\lambda_1}{2} \cdot \cos \frac{\lambda_2}{2} - \sin \frac{\lambda_1}{2} \cdot \sin \frac{\lambda_2}{2}. \quad (5)$$

Значения функций синуса и косинуса половинных углов $\frac{\lambda_1}{2}$ и $\frac{\lambda_2}{2}$ находим из решения рассматриваемых треугольников по известным формулам

$$\begin{aligned} \cos \frac{\lambda_1}{2} &= \sqrt{\frac{p_1(p_1-l+r)}{Rs}}; \quad \sin \frac{\lambda_1}{2} = \sqrt{\frac{(p_1-R)(p_1-s)}{Rs}}; \\ \cos \frac{\lambda_2}{2} &= \sqrt{\frac{p_2(p_2-l-r)}{Rs}}; \quad \sin \frac{\lambda_2}{2} = \sqrt{\frac{(p_2-R)(p_2-s)}{Rs}}. \end{aligned}$$

Перед знаками радикалов везде стоит знак плюс, так как величины $\cos \frac{\lambda}{2}$ и $\sin \frac{\lambda}{2}$ в данном случае всегда положительны.

Из формул (3) и (4) следует, что

$$\begin{aligned} p_1 &= p_0 - \frac{1}{2}r; \quad p_1 - l + r = p_0 - l + \frac{1}{2}r; \\ p_1 - R &= p_0 - R - \frac{1}{2}r; \quad p_1 - s = p_0 - s - \frac{1}{2}r; \\ p_2 &= p_0 + \frac{1}{2}r; \quad p_2 - l - r = p_0 - l - \frac{1}{2}r; \\ p_2 - R &= p_0 - R + \frac{1}{2}r; \quad p_2 - s = p_0 - s + \frac{1}{2}r. \end{aligned}$$

Произведения $\cos \frac{\lambda_1}{2} \cdot \cos \frac{\lambda_2}{2}$ и $\sin \frac{\lambda_1}{2} \cdot \sin \frac{\lambda_2}{2}$ выразим через p_0 , объединив радикалы,

$$\begin{aligned} \cos \frac{\lambda_1}{2} \cdot \cos \frac{\lambda_2}{2} &= \sqrt{\frac{(p_0 + \frac{1}{2}r)(p_0 - l - \frac{1}{2}r)(p_0 - \frac{1}{2}r)(p_0 - l + \frac{1}{2}r)}{R \cdot s \cdot R \cdot s}}; \\ \sin \frac{\lambda_1}{2} \cdot \sin \frac{\lambda_2}{2} &= \\ &= \sqrt{\frac{(p_0 - R + \frac{1}{2}r)(p_0 - s + \frac{1}{2}r)(p_0 - R - \frac{1}{2}r)(p_0 - s - \frac{1}{2}r)}{R \cdot s \cdot R \cdot s}}. \end{aligned}$$

Подставляем эти выражения в формулу (5) и преобразуем подкоренные выражения, отделяя переменную величину (радиус r кривошипа) и упрощая вид коэффициентов при ней

$$\begin{aligned} \cos \lambda_{cp} &= \frac{1}{R \cdot s} \left\{ \sqrt{\left(p_0^2 - \frac{1}{4} r^2\right) \left[(p_0 - l)^2 - \frac{1}{4} r^2\right]} - \right. \\ &\quad \left. - \sqrt{\left[(p_0 - R)^2 - \frac{1}{4} r^2\right] \left[(p_0 - s)^2 - \frac{1}{4} r^2\right]} \right\} = \\ &= \frac{1}{Rs} \left\{ p_0(p_0 - l) \sqrt{1 - \frac{1}{4} r^2 \left[\frac{1}{(p_0 - l)^2} + \frac{1}{p_0^2} \right]} + \frac{1}{16} r^4 \frac{1}{p_0^2 (p_0 - l)^2} - \right. \\ &\quad \left. - (p_0 - R)(p_0 - s) \sqrt{1 - \frac{1}{4} r^2 \left[\frac{1}{(p_0 - s)^2} + \frac{1}{(p_0 - R)^2} \right]} + \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{16} r^4 \frac{1}{(p_0 - R)^2 (p_0 - s)^2} \right\}. \end{aligned} \quad (6)$$

В формуле (6) можно заметить, что вторые члены подкоренных выражений значительно меньше единицы, а третьи члены, содержащие четвертую степень r , имеют второй порядок малости по сравнению со вторыми членами. Эти обстоятельства дают право пренебречь третьими членами при сохранении достаточной для практических расчетов точности, а остаток радикала разложить по биному Ньютона, взяв из него два первых члена

$$\begin{aligned} \cos \lambda_{cp} &\approx \frac{1}{Rs} \left\{ p_0(p_0 - l) \left[1 - \frac{1}{8} r^2 \left(\frac{1}{(p_0 - l)^2} + \frac{1}{p_0^2} \right) \right] - \right. \\ &\quad \left. - (p_0 - R)(p_0 - s) \left[1 - \frac{1}{8} r^2 \left(\frac{1}{(p_0 - s)^2} + \frac{1}{(p_0 - R)^2} \right) \right] \right\}. \end{aligned} \quad (7)$$

Раскрывая фигурные и квадратные скобки в формуле (7) и объединяя оба члена, содержащие r^2 , получим

$$\begin{aligned} \cos \lambda_{cp} &\approx \frac{p_0(p_0 - l)}{Rs} - \frac{(p_0 - R)(p_0 - s)}{Rs} + \\ &\quad + \frac{r^2}{8Rs} \left(\frac{p_0 - R}{p_0 - s} + \frac{p_0 - s}{p_0 - R} - \frac{p_0}{p_0 - l} - \frac{p_0 - l}{p_0} \right). \end{aligned} \quad (8)$$

Первые два члена формулы (8) представляют собой тригонометрические функции угла λ_0

$$\frac{p_0(p_0 - l)}{Rs} = \cos^2 \frac{\lambda_0}{2} \quad \text{и} \quad \frac{(p_0 - R)(p_0 - s)}{Rs} = \sin^2 \frac{\lambda_0}{2};$$

с другой стороны, известно, что

$$\cos^2 \frac{\lambda_0}{2} - \sin^2 \frac{\lambda_0}{2} = \cos \lambda_0.$$

Тогда окончательно получим

$$\begin{aligned} \cos \lambda_{cp} &= \cos \lambda_0 + \frac{r^2}{8Rs} \left(\frac{p_0 - R}{p_0 - s} + \frac{p_0 - s}{p_0 - R} - \frac{p_0}{p_0 - l} - \right. \\ &\quad \left. - \frac{p_0 - l}{p_0} \right) = \cos \lambda_0 - \Delta \cos \lambda_0. \end{aligned} \quad (9)$$

Величина $\Delta \cos \lambda_0$, пропорциональная квадрату радиуса кривошипа, весьма мала по сравнению с единицей, так как выражение в скобках формулы (9) имеет порядок единицы. Это подтверждается тем, что среднее положение шпинделя меняется незначительно. Исходя из этого, можно утверждать, что разность углов $(\lambda_{cp} - \lambda_0) = \Delta \lambda$ мала.

Чтобы получить выражение для угла $\Delta \lambda$, воспользуемся разложением синуса разности двух углов

$$\begin{aligned} \sin(\lambda_{cp} - \lambda_0) &= \sin[(\lambda_0 + \Delta\lambda) - \lambda_0] = \sin \Delta\lambda = \\ &= \cos \lambda_0 (\sin \lambda_0 \cdot \cos \Delta\lambda + \cos \lambda_0 \sin \Delta\lambda) - \cos(\lambda_0 + \Delta\lambda) \sin \lambda_0. \end{aligned}$$

Так как $\cos \Delta\lambda \approx 1$, а $\cos(\lambda_0 + \Delta\lambda) = \cos \lambda_{cp}$, то, перенося все члены с $\sin \Delta\lambda$ в левую часть, получим

$$\sin \Delta\lambda (1 - \cos^2 \lambda_0) = \sin \lambda_0 (\cos \lambda_0 - \cos \lambda_{cp}) = \sin \lambda_0 (-\Delta \cos \lambda_0).$$

Отсюда, заменяя $(1 - \cos^2 \lambda_0)$ на $\sin^2 \lambda_0$, а $\sin \Delta\lambda$ на $\Delta\lambda$ (по малости угла $\Delta\lambda$), получим

$$\Delta\lambda = -\frac{\Delta \cos \lambda_0}{\sin \lambda_0}. \quad (10)$$

Для нахождения величины $\sin \lambda_0$ воспользуемся формулой (1)

$$\begin{aligned} \sin \lambda_0 &= \sqrt{1 - \cos^2 \lambda_0} = \sqrt{1 - \frac{(R^2 + s^2 - l^2)^2}{4R^2s^2}} = \\ &= \frac{2}{Rs} \sqrt{p_0(p_0 - l)(p_0 - s)(p_0 - R)} = \frac{2F}{Rs}, \end{aligned} \quad (11)$$

где F — площадь треугольника O_1OB_{cp} по рис. 1.

Подставляя в формулу (10) выражения $\sin \lambda_0$ из уравнения (11) и $\Delta \cos \lambda_0$ из равенства (9), получаем окончательную расчетную формулу для вычисления углового отклонения шпинделя от среднего положения

$$\Delta\lambda = -\frac{r^2}{16F} \left(\frac{p_0 - R}{p_0 - s} + \frac{p_0 - s}{p_0 - R} - \frac{p_0}{p_0 - l} - \frac{p_0 - l}{p_0} \right). \quad (12)$$

Однако в конечном счете нужно учитывать не столько угловое, сколько линейное отклонение шпинделя от начального положения (от точки C_{cv}). Это отклонение ΔC теперь легко подсчитать, пользуясь формулой (12).

$$\Delta C = L\Delta\lambda = -r^2 \frac{L}{16F} \left(\frac{p_0 - R}{p_0 - s} + \frac{p_0 - s}{p_0 - R} - \frac{p_0}{p_0 - l} - \frac{p_0 - l}{p_0} \right). \quad (13)$$

На станке СвПА (модель выпуска 1950 г.) получаем $R = \sqrt{412^2 + 90^2} = 421,72$ мм; $s = \sqrt{412^2 + 310^2} = 515,60$ мм, $l = 220,00$ мм; $p_0 = \frac{1}{2} (421,72 + 515,60 + 220,00) = 578,66$ мм и $L = 545$ мм. Соответственно этим данным по формуле (13) находим

$$\Delta C = -0,495 \cdot 10^{-3} r^2. \quad (14)$$

Знак минус в формуле (14) показывает, что при увеличении радиуса кривошипа отклонение точки C от исходного среднего положения (смещение середины гнезда) будет происходить в сторону уменьшения угла λ_0 , то есть налево, если смотреть на шпиндель со стороны стола. Смещение среднего положения точки C , строго говоря, не равно смещению середины гнезда; последнее несколько больше, так как середина гнезда образуется не точкой C , а концом фрезы, но длина выступающей части фрезы значительно короче длины L шпинделя; для упрощения практических расчетов этой поправкой можно просто пренебречь.

По формуле (14) на рис. 2 в двойных логарифмических координатах построен график смещения ΔC середины гнезда от исходного среднего положения оси шпинделя в зависимости от величины установленного радиуса r кривошипа или при пренебрежении указанной

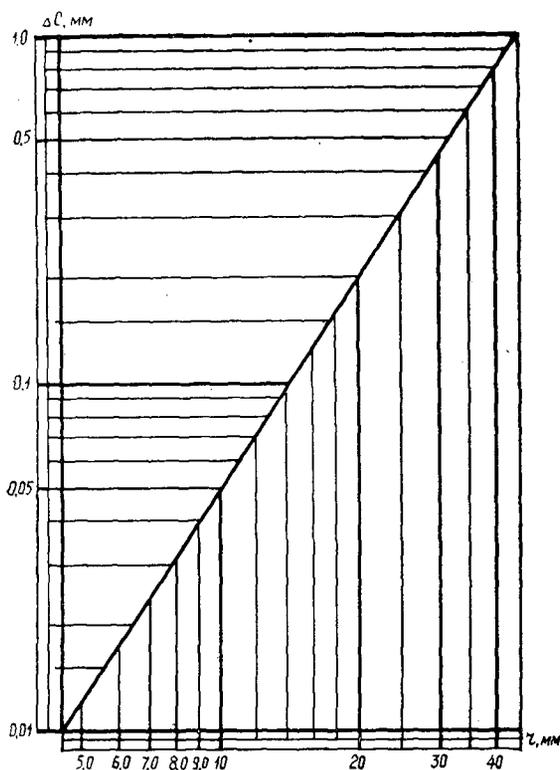


Рис. 2. График для расчета смещения середины гнезда.

поправкой — в зависимости от длины фрезеруемого гнезда l_r . Так, например, для $r = 25$ мм ($l_r \approx 80$ мм) $\Delta C = 0,31$ мм.

Для решения второй задачи поставим условие, при котором выражение в скобках формулы (13) равняется нулю

$$\frac{p_0 - R}{p_0 - s} + \frac{p_0 - s}{p_0 - R} - \frac{p_0}{p_0 - l} - \frac{p_0 - l}{p_0} = 0. \quad (15)$$

Если обозначить $\frac{p_0 - R}{p_0 - s}$ через x , а $\frac{p_0}{p_0 - l}$ через y , то уравнение (15) приобретает вид $x + \frac{1}{x} - y - \frac{1}{y} = 0$, то есть $x - y = \frac{1}{y} - \frac{1}{x} = \frac{x - y}{x y}$ или $x y = 1$.

Возвращаясь к первоначальным обозначениям формулы (15), условие (16) запишем в виде

$$\frac{p_0 - R}{p_0 - s} \cdot \frac{p_0}{p_0 - l} = 1.$$

Записав это равенство в форме пропорции и обозначив величину $2 p_0$ через $R + s + l$ при сокращении на $\frac{1}{2}$, получим

$$\frac{s + l - R}{R + l - s} = \frac{R + s - l}{R + s + l}$$

или

$$\frac{l - (R - s)}{l + (R - s)} = \frac{(R + s) - l}{(R + s) + l} \quad (17)$$

Рассматривая пропорцию (17) как производную вида $\frac{a-b}{a+b} = \frac{c-d}{c+d}$ и возвращаясь к первообразной пропорции $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$, получаем

$$\frac{l}{R-s} = \frac{R+s}{l}$$

или

$$l^2 + s^2 = R^2 \quad (18)$$

Зависимость (18) — решение второй поставленной задачи: для того чтобы при изменении радиуса кривошипа не смещалась середина гнезда, необходимо и достаточно, чтобы длина коромысла, длина шатуна и расстояние между центром вращения кривошипа и центром качания коромысла образовывали прямоугольный треугольник с вершиной прямого угла в центре вращения кривошипа.

При выполнении этого условия на рассматриваемом станке СвПА, полагая неизменными величины $R = 421,72$ мм и $l = 220,00$ мм, получаем расстояние $O_1O = s = 360$ мм, что на 155,6 мм меньше, чем сделано на станке. Для станков СвПА других лет выпуска и станка СвПА-2 условие (18) также не выполняется.

Выводы

1. Для станков СвПА с размерами кривошипно-коромыслового механизма, соответствующими модели 1950 г., при настройке их по упорам следует учитывать смещение середины гнезда с каждым изменением радиуса кривошипа.
2. Для станков СвПА и СвПА-2, имеющих иные размеры кривошипно-коромыслового механизма, чем в модели 1950 г., соответствующий расчет можно сделать по нашей методике.
3. В кривошипно-коромысловые механизмы станков СвПА и СвПА-2 следует внести конструктивные изменения, при которых условие (18) было бы выполнено, тогда необходимость корректирования среднего положения гнезда полностью отпадет.

Поступила в редакцию
21 сентября 1965 г.

УДК 691.1 : 634.0.332

ЭФФЕКТИВНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ ИЗ ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ

В. А. КОРНЕЕВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Нами проведены исследовательские работы по рациональному использованию лесосечных отходов для получения строительного материала. Эффективность ограждающих конструкций, выполненных из различных строительных материалов, приведена в табл. 1.

Таблица 1

Строительный материал	Объемный вес, кг/м ³	Стоимость М, руб./м ³ стены	Коэффициент теплопроводности, λ	Удельная стоимость теплоизоляции $m = Mλ$, руб.	Оптимальное термическое сопротивление $R_{\text{опт}}$
Красный кирпич	1800	20	0,70	14,00	0,85
Древесина	500	35	0,15	5,30	1,50
Деревобетон на основе лесосечных отходов	650	15	0,12	1,80	6,60

Из данных, приведенных в табл. 1, видно, что стоимость 1 м³ деревобетона в 7 раз ниже по сравнению с кирпичом и в 3 раза — по сравнению с древесиной. Следовательно, деревобетон, изготовленный на основе лесосечных отходов — наиболее экономичный из применяемых в настоящее время стеновых материалов.

Основные физико-механические свойства деревобетона. Механическая прочность при сжатии 20—30 кг/см² и растяжении при изгибе 7—11 кг/см²; объемный вес 500—700 кг/м³; коэффициент теплопроводности 0,11—0,12; водопоглощение 50%; влажность в воздушно сухом состоянии 22%; пористость 60%; коэффициент паропроницаемости без защитного слоя 0,0174, с защитным покрытием — 0,0039; морозостойкость без защитного слоя более 25 циклов; модуль упругости (при напряжении 0,5) 4500 кг/см²; коэффициент насыщения 0,75; трудносгораемый; биостойкость удовлетворительная; коэффициент звукопоглощения 0,15—0,35 при частоте 150—300 гц; гвоздимостью удовлетворительная, деревобетон хорошо пилится и режется различными инструментами.

Технология производства деревобетона очень проста на всех этапах процесса.

Деревобетонную смесь в массозаготовительном отделении (шихту) увлажняют путем предельного насыщения лесосечных отходов (дробленки) водой; это обеспечивает саморегулирование рабочей влажности шихты и не требует особого и сложного технического контроля. Процесс дробления лесосечных отходов (заполнителя) также весьма прост и полностью механизирован, механизирована и транспортировка готовой дробленки.

Состав деревобетонной шихты (кг на 1 м³ деревобетона по весу в расчете на абс. сухие материалы). Лесосечные отходы и дробленка с максимальным размером частиц 50 × 4 мм — 250;

портланд-цемент М-300—220; вода 460; жидкое стекло или хлористый кальций 3.

Состав защитного покрытия деревобетона,	% по весу
Портланд-цемент белый, М-300	20
Песок молотый с удельной поверхностью 1500 см ² /г	20
Лак перхлорвиниловый	20
Растворитель Р-5 или Р-4	20
Водный 10%-ный эмульгатор	14
Глина молотая	2,5
Цинковые белила	1,5
Красители	2,0

В случае отсутствия этих материалов для защиты деревобетона (без ухудшения адгезии) можно применять обычный цементно-песчаный раствор в соотношении 1 : 3, но при этом вес стены увеличивается на 20%.

Деревобетон на основе лесосечных отходов впервые был применен в качестве ограждающих конструкций в 1963 г. при строительстве морозильной камеры (эксплуатируемой без каких-либо дефектов уже 4 года), затем в 1965 г. — при строительстве экспериментального здания в г. Архангельске (рис. 1). Это здание построено для практической проверки эффективности деревобетона и защитного состава, применяемого для покрытия наружных его плоскостей в условиях Севера. Из-за отсутствия производственной базы по выработке панелей стены экспериментального здания выполнены из монолитного деревобетона в каркасном исполнении при помощи передвижной опалубки.



Рис. 1.

Характеристика экспериментального здания. Длина 9,8 м, ширина 6,6 м, высота 3,6 м. Толщина ограждающих конструкций (стен) запроектирована в 20 см при расчетной температуре — 32°С. Каркас выполнен из антисептированного деревянного бруса сечением 20 × 20 см. Для улучшения герметизации контакты между деревобетоном и каркасом, а также между деревобетоном и оконными и дверными проемами изготовлены из треугольных реек с размером сторон в 30 мм. Внутренняя поверхность стен и потолка обита сухой штукатуркой (толщиной в 1 см), покрашенной масляной краской (панель) и клеевой. В соответствии с требованиями СНиП наружная поверхность стен покрыта специально разработанным защитным составом (толщина слоя 1 мм), предохраняющим деревобетон от переувлажнения и обеспечивающим стабильность коэффициентов теплопроводности и паропроницаемости деревобетона в процессе его эксплуатации (рис. 2). Пол и

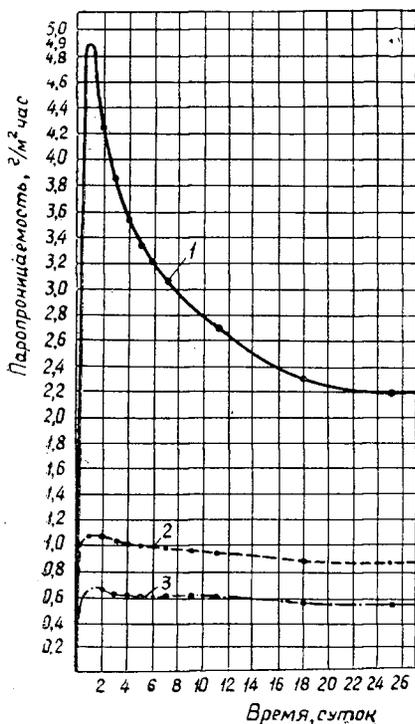


Рис. 2. Изменение паропропускности:
 1 — образец без защитного покрытия; 2 — с
 защитным покрытием в один слой «С-6»;
 3 — с защитным покрытием в два слоя
 «С-6» и «ПХВ».

1 — образец без защитного покрытия; 2 — с защитным покрытием в один слой «С-6»; 3 — с защитным покрытием в два слоя «С-6» и «ПХВ».

рез день (в связи с необходимостью твердения деревобетона и передвижки опалубки). На каждый подъем опалубки (из семи по проекту) бригада рабочих затрачивала 3 часа.

На весь процесс возведения стен здания из деревобетона, включая и передвижку опалубки, было затрачено 196 человеко-час. Таким образом, на все здание общей площадью 60 м² было затрачено 28 человеко-дней; затраты труда на 1 м² жилой площади составили 0,46 человеко-дня. При механизации всех процессов возведения монолитных стен производительность труда была бы значительно выше.

потолочное перекрытие сделаны из дерева. Все здание и расположенное в нем станочное оборудование (общим весом 25 т) смонтированы на свайном основании. Отопление водяное. Вентиляция естественная. В здании достаточно дневного света и воздуха. За зиму 1965—1966 гг. ограждающие конструкции здания изучены с точки зрения температурно-влажностного режима, то есть рассчитан баланс влаги и определена степень ее миграции.

Опыт строительства экспериментального здания подтверждает реальную возможность возведения монолитных стен с помощью передвижной опалубки при наличии растворомешалки (емкостью 200—500 л), дробилки ДУ-2, ленточного транспортера или крана «Пионер» и пневмотрамбовок с небольшим компрессором. Стены построенного нами здания формировали вручную деревянными трамбовками при усилии 5 кг/см², что соответствует способам формирования при помощи вибрации (с пригрузом 50 г/см²) на вибростолах и прессования на прессах. Полученный таким способом деревобетон удовлетворял всем требованиям МВТУ-21-5-64.

Стены были возведены бригадой рабочих из 4 человек за 7 смен (продолжительность каждой смены — 4 часа). Стены формировали че-

Наибольший угол отклонения, при котором еще возможно транспортирование

$$\varphi_{max} = \arcsin \frac{0,5(B + D_{max})}{\sqrt{\rho^2 + l^2}} - \varphi_0 = \arcsin \frac{0,5(B + D_{max})}{\sqrt{\rho^2 + l^2}} - \operatorname{arctg} \frac{\rho}{l}$$

Таким образом, условию (1) соответствует условие

$$\varphi \leq \varphi_{max} \tag{3}$$

Функция контроля положения извлекаемого бревна выполняется, если при нарушении условия (3) происходит сбрасывание бревна в бункер. Эта операция выполняется как отсеивание неправильно ориентированного бревна под действием собственного веса.

Устойчивость бревен и предохранение их от заклинивания в лотке захвата во время транспортирования (рис. 2) обеспечивается при соблюдении неравенства

$$M_Q^A \geq M_P^A \tag{4}$$

В параметрической форме это неравенство имеет вид

$$Q\sqrt{R^2 - (R - h')^2} > P(R - h'), \tag{5}$$

где R — радиус поперечного сечения бревна по центру тяжести;
 h' — высота точки опоры относительно нижней образующей поверхности бревна.

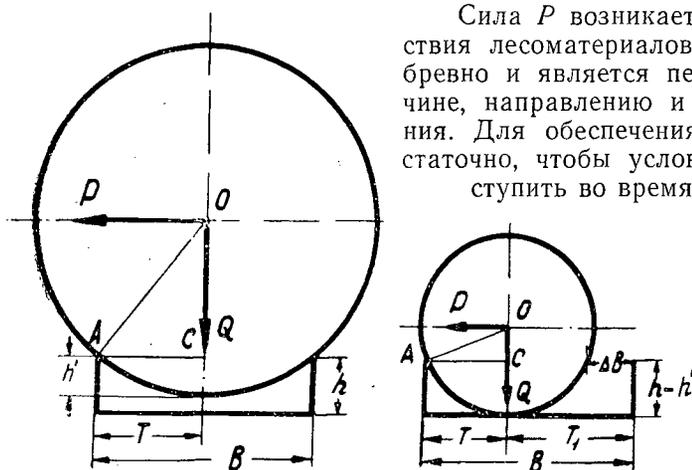


Рис. 2.

Сила P возникает в результате действия лесоматериалов на извлекаемое бревно и является переменной по величине, направлению и времени приложения. Для обеспечения устойчивости достаточно, чтобы условие (5) могло наступить во время сталкивания брев-

на до того момента, когда вертикальная проекция центра тяжести выйдет за пределы захвата. При нарушении условия (5) захват совершит холостой ход, если выполняется функция отсеивания неправильно ориентированных материалов. Поэтому соблюдение неравенства (5) безусловно для каждого случая извлечения. Для предотвращения заклинивания бревна в лотке захвата должно соблюдаться условие

$$\gamma > 2\vartheta, \tag{6}$$

где γ — угол в плоскости поперечного сечения, образованный касательными к поверхности бревна в точках опоры;
 ϑ — угол трения лесоматериалов.

Избирательность захватных органов обеспечивается (рис. 3), если любое из добавочных бревен находится под воздействием отсевяющего момента

$$M_Q = Q \cdot S, \quad (7)$$

где $S > 0$.

Это условие выполняется, если вертикальная проекция центра тяжести верхнего бревна выходит за пределы захвата, то есть $B < B_1$.

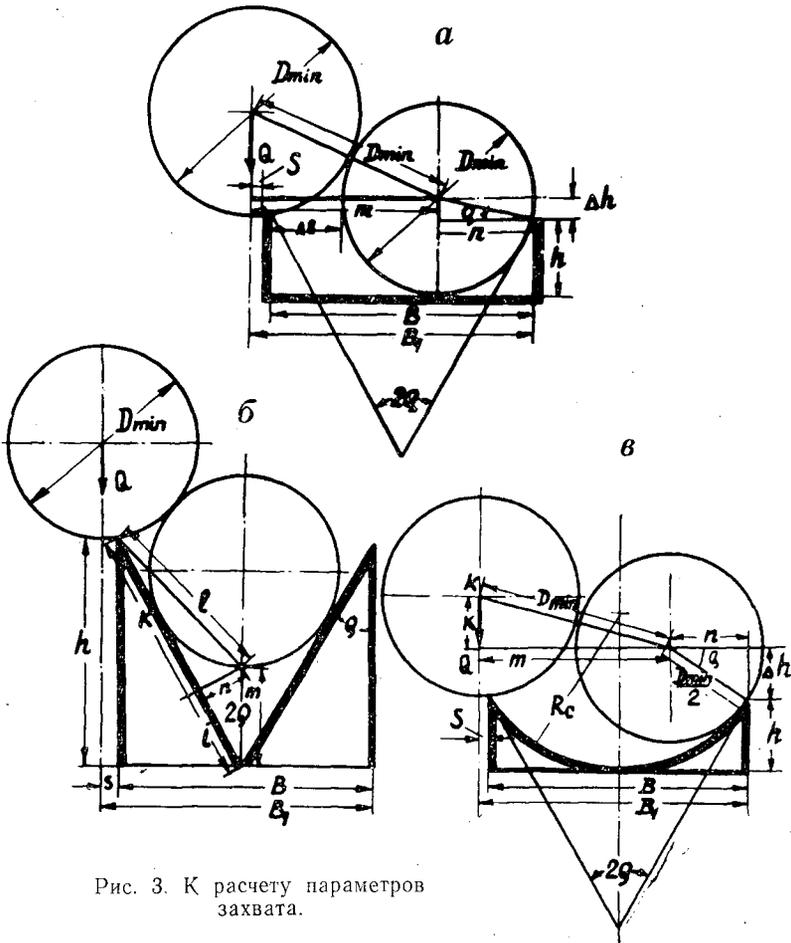


Рис. 3. К расчету параметров захвата.

Для захватов прямоугольного профиля сечения (рис. 3, а) параметр и высоту рабочей кромки находят по формулам

$$B_1 = D_{min} (\sqrt{1 - 0,25(1 - \sin^2 \vartheta)} + 0,5 D_{min} \cos \vartheta); \quad (8)$$

$$h = 0,5 D_{min} (1 - \sin \vartheta). \quad (9)$$

Для захватов призматического профиля сечения (рис. 3, б)

$$B_1 = 2D_{min} \cdot \sin \vartheta [\sqrt{1 - 0,25(1 - \sin^2 \vartheta)^2} + 0,5(1 - \sin \vartheta) \operatorname{ctg} \vartheta]; \quad (10)$$

$$h = \frac{0,5B}{\operatorname{tg} \vartheta}. \quad (11)$$

Для захватов сферического профиля сечения параметр B , определяют по формуле (8), а высоту рабочей кромки — из выражения

$$h = R_c - \sqrt{R_c^2 - 0,25B^2},$$

где R_c — радиус кривизны ($R_c = \frac{0,5B}{\cos \vartheta}$).

Под отсеиванием неправильно ориентированных бревен понимают сбрасывание в бункер бревен, извлекаемых за один конец (рис. 4, а). Наиболее неблагоприятные для отсеивания условия возникают, когда точка A (рис. 5) остается неподвижной, вследствие защемления бревна лесоматериалами, а точка B не перемещается относительно захвата во время его движения ($AN = \text{const}$ и $B'N' = B''N''$). Если бревно размещается в верхнем слое материалов, то отсеивание происходит под действием его собственного веса (рис. 5, б и 6). Плоскость разворота бревна ($ПО$) проходит через точку A и кромку захвата $B''N''$. Наклон $ПО$ к горизонту характеризуется углом ω . Весу бревна в точке B соответствуют составляющая в плоскости отсеивания — $P \sin \omega$ и нормальная составляющая к этой плоскости — $P \cos \omega$. От действия нормальной составляющей возникает сила трения

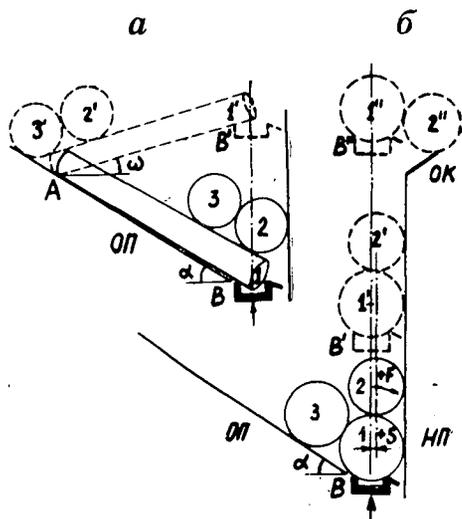


Рис. 4.

$$F_B^T = P \cos \omega f = P \cos \omega \operatorname{tg} \vartheta,$$

где f — коэффициент трения.

Разворачивающий момент в плоскости $ПО$ создается силой

$$F_B^P = P \sin \omega \cdot \cos \epsilon, \tag{12}$$

где ϵ — угол отклонения бревна в плоскости $ПО$.

Условие разворота выражается неравенством $F_B^P > F_B^T$, которое может быть записано в виде

$$\operatorname{tg} \omega \cos \epsilon > \operatorname{tg} \vartheta. \tag{13}$$

Для определения угла ω , соответствующего условию (13), $\cos \epsilon$ выражаем через известные параметры и функции ω

$$\cos \epsilon = \frac{B''N''}{AB''} = \sqrt{\frac{(1 - \sin^2 \beta \cdot \cos^2 \alpha) \cos^2 \omega}{\sin^2 \beta \cdot \cos^2 \alpha + \cos^2 \omega (1 - \sin^2 \beta \cdot \cos^2 \alpha)}}. \tag{14}$$

Наименьшую величину ω , соответствующую условию (13), определяют графическим способом. Для этого необходимо вычислить $\operatorname{tg} \omega \cdot \cos \epsilon$ для ряда значений ω и построить график в осях ω и $\operatorname{tg} \omega$. Проекция точки пересечения этого графика с прямой $\operatorname{tg} \vartheta$ на ось ω дает искомую величину наклона плоскости отсеивания. Высоту подъема захвата H , соответствующую условию (13), выбирают с учетом $H > H_{\text{стс}}$, где

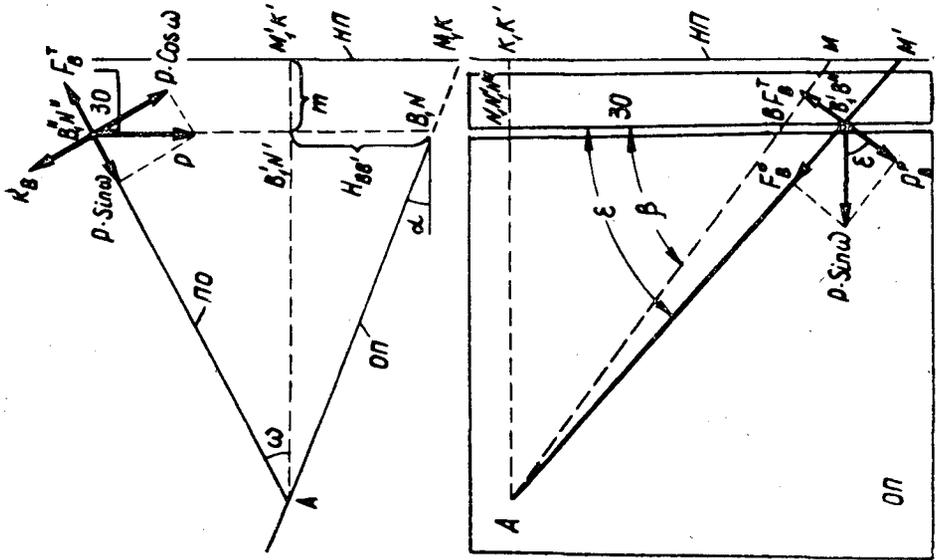


Рис. 6. Схема действия сил в точке В при отесывании одного бревна.

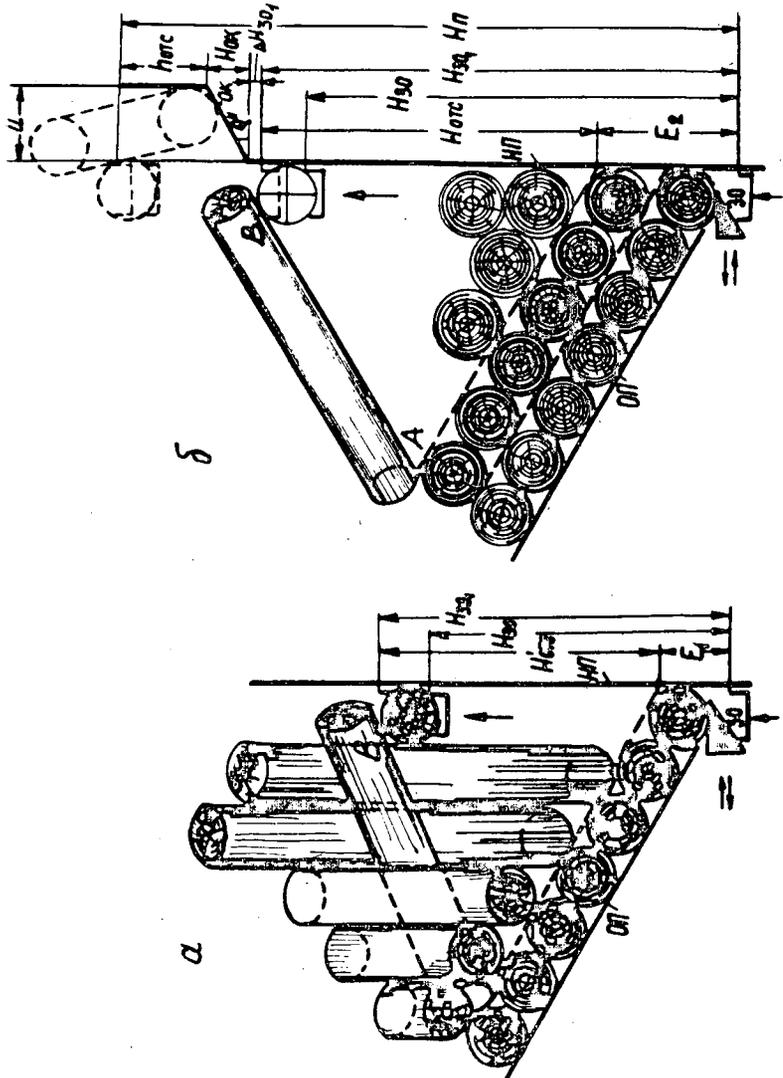


Рис. 5. Перемещение неправильно ориентированных бревен.

$$H_{отс} = H_{BB'} + B'B'' \quad (15)$$

Величины $B'B''$ и $H_{BB'}$ определяют при условии $\text{tg } \omega \cdot \cos \varepsilon = \text{tg } \delta$ по формулам

$$B'B'' = AN' \text{tg } \omega = (L \cdot \sin \beta \cdot \cos \alpha - m) \text{tg } \omega;$$

$$H_{BB'} = AN \cdot \sin \alpha = \left(L \cdot \sin \beta - \frac{m}{\cos \alpha} \right) \sin \alpha.$$

Подставив эти значения в уравнение (15), получим

$$H_{отс} = (L \cdot \sin \beta \cdot \cos \alpha - m) (\text{tg } \alpha + \text{tg } \omega). \quad (16)$$

Если неправильно ориентированное бревно расположено под слоем лесоматериалов, то отсеивание происходит под действием его собственного веса и веса верхних бревен. При перемещении захвата пачка верхних бревен на отрезке AB (рис. 5, а) разделяется на две группы, которые разворачиваются в противоположных направлениях. Схема сил в точке соприкосновения верхнего бревна DC с отсеиваемым AB

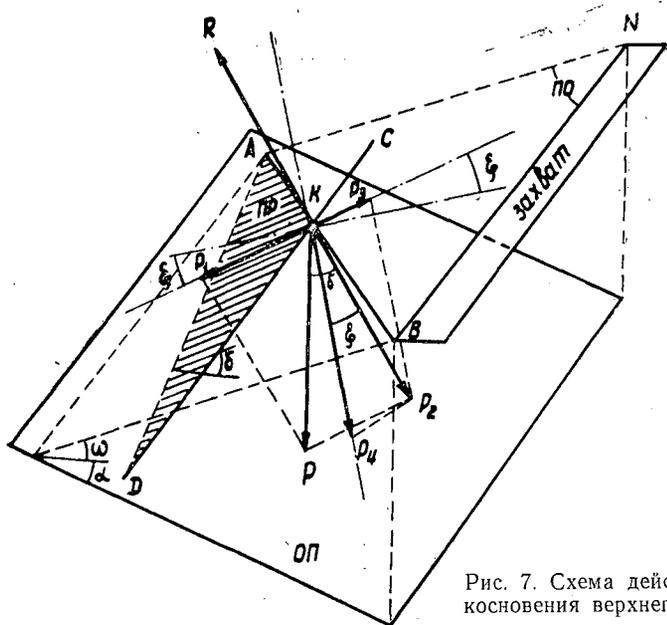


Рис. 7. Схема действия сил в точке соприкосновения верхнего бревна с отсеиваемым.

приведена на рис. 7. Каждое верхнее бревно первого слоя располагается в плоскости PP , проходящей через точку опоры D и прямую AB . Угол наклона этой плоскости к горизонту — δ . Угол между PP и OP равен ξ . От веса верхнего бревна возникает сила в плоскости PO

$$P_3 = P_2 \cdot \sin \xi = P \cdot \cos \delta \cdot \sin \xi$$

и сила, нормальная к этой плоскости,

$$P_4 = P_2 \cdot \cos \xi = P \cdot \cos \delta \cdot \cos \xi.$$

От действия силы P_3 возникает разворачивающий момент в плоскости отсеивания, а от силы P_4 — сила трения, равная $P_4 f'$. Силы P_3 и $P_4 f'$ можно заменить силами равных моментов (рис. 8).

$$F_{B''}^P = \frac{\Sigma M_{P_3}^A}{L} \quad (17)$$

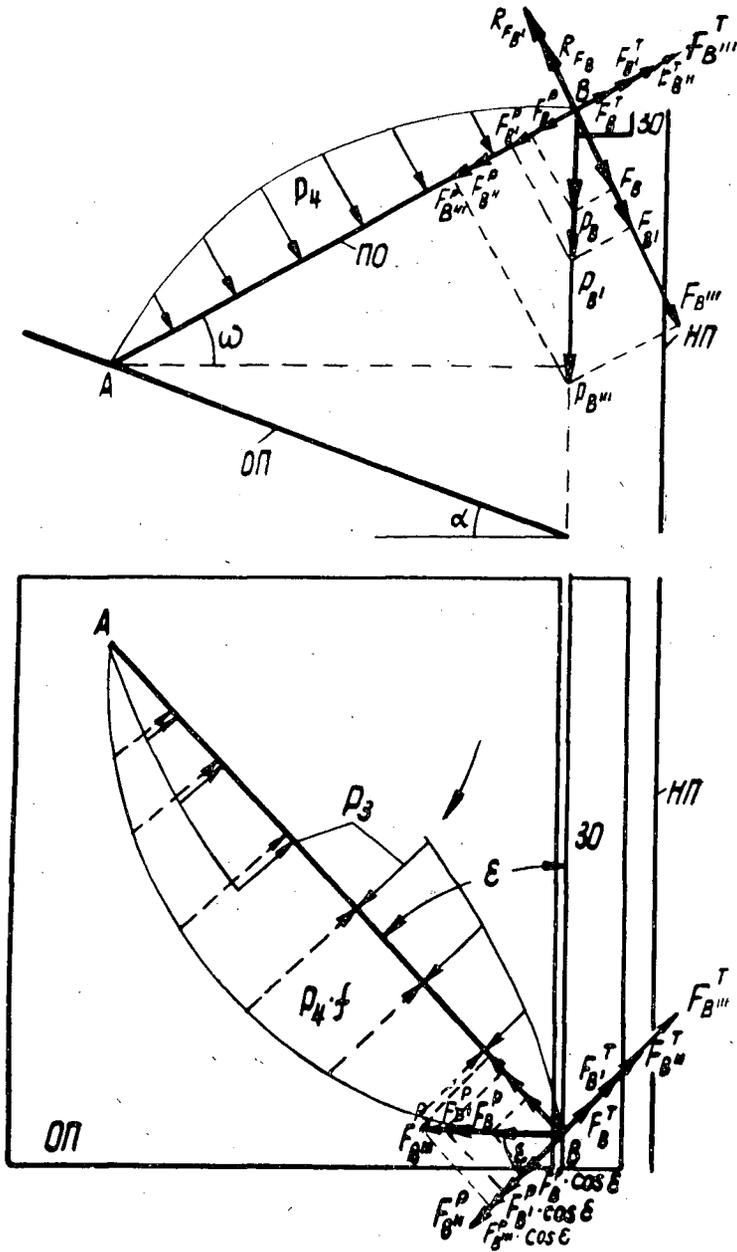


Рис. 8. Схема действия сил в точке В при отсезивании бревна, расположенного под слоем материалов.

$$F_{B''}^T = \frac{\Sigma M_{P_4}^A}{L} \cdot \text{tg } \vartheta' \tag{18}$$

Угол трения ϑ' соответствует коэффициенту трения лесоматериалов f' . Силам P_4 в точке В соответствует нормальная составляющая веса верхних бревен F , которая при скольжении бревна по кромке захвата создает силу трения

$$F_{B'}^T = F_{B'} \cdot \operatorname{tg} \vartheta. \quad (19)$$

Составляющая веса верхнего бревна, способствующая отсеиванию, может быть выражена через нормальную составляющую $F_{B'}$, то есть

$$F_{B'}^P = P \cdot \sin \omega = F_{B'} \operatorname{tg} \omega. \quad (20)$$

Вес группы бревен, расположенных непосредственно над захватом, создает силы

$$F_{B'''}^P = P_{B'''} \sin \omega \quad (21)$$

и

$$F_{B'''}^T = P_{B'''} \cdot \cos \omega \cdot \operatorname{tg} \vartheta. \quad (22)$$

Влияние собственного веса отсеиваемого бревна учитывается силами

$$F_B^P = F_B \cdot \operatorname{tg} \omega \quad (23)$$

и

$$F_B^T = F_B \cdot f = F_B \cdot \operatorname{tg} \vartheta'. \quad (24)$$

Согласно схеме действия сил (рис. 8) общее условие разворота бревна в плоскости $ПО$ относительно точки A выражается неравенством

$$F_B^P \cos \varepsilon + F_{B'}^P \cos \varepsilon + F_{B''}^P + F_{B'''}^P \cos \varepsilon > F_B^T + F_{B'}^T + F_{B''}^T + F_{B'''}^T. \quad (25)$$

Подставляя в неравенство (25) значения сил из уравнений (17) — (24) и принимая ($\vartheta = \vartheta'$), получим

$$\begin{aligned} [(F_B + F_{B'}) \operatorname{tg} \omega + P_{B'''} \sin \omega] \cdot \cos \xi + \frac{\Sigma M_{P_3}^A}{L} > [(F_B + F_{B'}) + \\ + P_{B'''} \cdot \cos \omega + \frac{\Sigma M_{P_4}^A}{L}] \operatorname{tg} \vartheta'. \end{aligned} \quad (26)$$

Высоту подъема захвата $H_{\text{отс}}$, соответствующую выполнению условия (26), определяют в результате графического построения обеих частей неравенства в осях P и H . Аналитический метод сводится к вычислению реакций R в точках K (рис. 7, 8), $R_{F_{B'}}$, $R_{F_{B''}}$ в точке B и силы $P_{B''}$ — в точке B ; для этого необходимо вычислить углы δ , ξ и ε , а также плечи приложения R относительно точек A и D . Неудобство аналитического способа заключается в том, что эти параметры необходимо определять для каждого бревна первого слоя и при различных значениях H . Расчет можно упростить, пользуясь корреляционными уравнениями (табл. 1), найденными из экспериментальных данных по способу П. Л. Чебышева. Уравнение выбирают в соответствии с действующими значениями α , D , L и подставляют в него значение: $x = \left| \frac{\beta}{5} \right|$. Корреляционные уравнения выведены при $f' = 0,7$.

При расчетах питающего устройства принимают большее из значений $H_{\text{отс}}$, вычисленных для обоих случаев расположения неправильно ориентированного бревна.

Отсеивание лишних бревен происходит, если в процессе транспортирования они перестают взаимодействовать с направляющей ориентирующей поверхностью (рис. 4, б, положение 1''). Конструктивно вопрос решается путем увеличения зазора между захватом и $НП$ на

Таблица 1

Наклон ОП (α)	Диаметр D , см	Корреляционные уравне.....	
При длине лесоматериалов $L = 300$ см			
0°	14	$f(x) = -5,51416 + 12,2940x + 10,4148x^2 - 2,9381x^3 + 0,2108x^4$	
	34	$f(x) = +21,2198 - 39,5164x + 38,4349x^2 - 8,0993x^3 + 0,5301x^4$	
	30°	14	$f(x) = +71,8188 - 44,2242x + 31,6990x^2 - 6,5634x^3 + 0,4484x^4$
		34	$f(x) = -39,7599 + 42,2408x + 2,0622x^2 - 1,3005x^3 + 0,1012x^4$
При длине лесоматериалов $L = 400$ см			
0°	14	$f(x) = +38,9365 - 15,4502x + 17,1588x^2 - 3,6558x^3 + 0,2708x^4$	
	34	$f(x) = +6,8558 - 33,1675x + 35,4575x^2 - 6,7827x^3 + 0,3961x^4$	
	30°	14	$f(x) = +1,7233 + 68,7110x - 24,8640x^2 + 5,8239x^3 - 0,4684x^4$
		34	$f(x) = +40,4283 - 88,3700x + 81,8025x^2 - 19,1750x^3 + 1,4585x^4$
При длине лесоматериалов $L = 500$ см			
0°	14	$f(x) = -18,7844 + 44,7560x - 2,0000x^2 - 0,5089x^3 + 0,0416x^4$	
	34	$f(x) = -32,4691 + 24,7261x + 15,7395x^2 - 4,1437x^3 + 0,2917x^4$	
	30°	14	$f(x) = +76,7883 - 45,3300x + 40,8788x^2 - 8,0465x^3 + 0,5416x^4$
		34	$f(x) = +4,6900 + 18,0614x + 18,7900x^2 - 3,8348x^3 + 0,2420x^4$
При длине лесоматериалов $L = 600$ см			
0°	14	$f(x) = -26,3534 + 72,4258x - 14,3500x^2 + 2,3934x^3 - 0,1875x^4$	
	34	$f(x) = -18,9000 + 12,7000x + 43,3801x^2 - 9,7788x^3 + 0,6667x^4$	
	30°	14	$f(x) = +5,3163 + 53,2882x + 3,9690x^2 - 1,7370x^3 + 0,1252x^4$
		34	$f(x) = -45,6600 + 64,5384x + 9,6400x^2 - 3,1278x^3 + 0,2291x^4$

определенной высоте подъема до величины U (рис. 5, б). Отклонение отсеиваемого бревна в горизонтальной плоскости зависит от величины

$$U = D_{max} + f_n, \quad (27)$$

где f_n — наибольшая стрела прогиба лесоматериалов.

Для этого положения

$$\cos \varepsilon = \sqrt{1 - \left(\frac{D_{max} + f_n}{0,5L} \right)^2}. \quad (28)$$

При малых значениях ε высоту подъема захвата H можно рассчитать из условия

$$\operatorname{tg} \omega > \operatorname{tg} \vartheta'. \quad (29)$$

Тогда согласно рис. 5, б

$$H = h_{отс} + H_{ок} = U(\operatorname{tg} \vartheta' + \operatorname{tg} \vartheta''), \quad (30)$$

где ϑ'' — угол наклона отводящей кромки (ОК).

Полную высоту хода захвата определяют из условий отсеивания неправильно ориентированных и лишних бревен $H_n = H_{отс} + H + E$,

где E — наибольшая возможная толщина слоя лесоматериалов под точкой опоры отсеиваемого бревна, соответствующая максимальному углу отклонения его в плоскости ОП.

На основании проведенного анализа можно предположить, что при многослойном расположении круглые лесоматериалы (соответствующие требованиям ГОСТа) поддаются автоматическому разделению.

УДК 547.992.3

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

ПРИВИВКА ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА НА ДРЕВЕСИНУ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ $Fe^{2+} - H_2O_2$

Г. С. МИХАЙЛОВ, Н. Я. СОЛЕЧНИК

(Ленинградская лесотехническая академия)

Цель данной работы — выявить возможности применения к древесине методов синтеза привитых сополимеров для улучшения физико-механических и эксплуатационных свойств древесных изделий.

Мы попытались использовать химический метод инициирования реакции прививки виниловых полимеров на древесину. Реакцию осуществляли в водном растворе мономера при сравнительно низкой температуре (40—60° С) в присутствии минимальных количеств инициатора, что практически исключает деструкцию древесного материала.

Для прививки на древесину полиметилметакрилата (ПММА) нами был применен метод Д. Бриджефорда [4], сущность которого заключается в переносе цепи от гидроксильных радикалов, образующихся при каталитическом распаде H_2O_2 , на макромолекулы целлюлозы. Необходимое условие для увеличения эффективности инициирования реакции прививки — связывание катиона двухвалентного железа-компонента иницирующей системы с обрабатываемым материалом в результате процесса ионного обмена с кислыми группами древесных компонентов. При этом диффузия катионов Fe^{2+} в раствор исключается, радикал инициатора образуется непосредственно на материале, и вероятность его взаимодействия с компонентами древесины возрастает. Образующиеся в результате переноса цепи от ОН-радикалов активные центры дают начало росту полимерным цепям прививаемого полимера.

Экспериментальная часть

В качестве исходного материала использовали различные виды древесных масс (дефибраторная, холоднощелочная, моносльфитная) и опилки. Систематические исследования проводили на березовой дефибраторной древесной массе (с градусом размола 10—12° ШР). Мономером являлся метилметакрилат (ММА), свежеперегранный при 100° С.

Зависимость количества привитого ПММА от концентрации H_2O_2 представлена на рис. 1. Условия реакции — 2%-ный (объемн.) раствор ММА; модуль 1:100; время обработки 60 мин; температура 60° С.

Как видно из рис. 1, с увеличением концентрации H_2O_2 до определенного предела (0,01%) скорость реакции прививки и количество привитого ПММА увеличиваются; при концентрации 0,01% и выше количество привитого ПММА уменьшается. Такую зависимость привеса от концентрации H_2O_2 можно объяснить тем, что ОН-радикалы инициатора не только участвуют в реакции переноса цепи, но и взаимодействуют с растущими макрорадикалами, обрывая кинетическую цепь [1], [2].

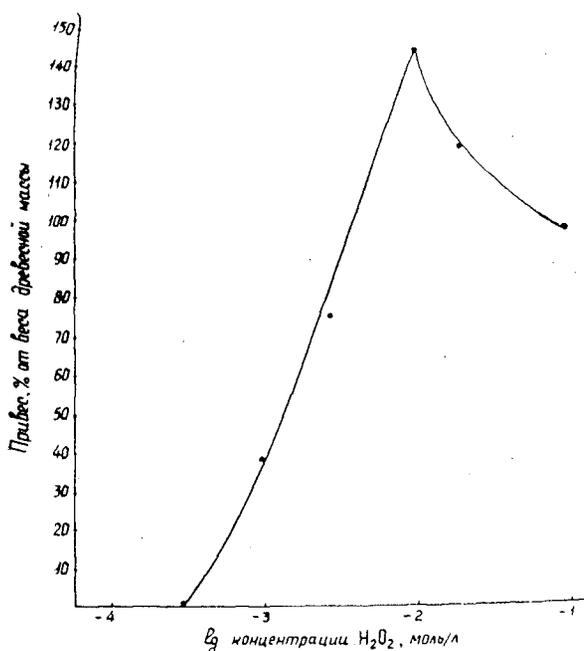


Рис. 1.

При концентрации H_2O_2 выше 0,03% начинается деструкция древесного материала, что, видимо, обуславливается интенсивным окислительным воздействием образовавшихся радикалов на инкрусты древесины. Этим можно объяснить и тот факт, что минимальная концентрация H_2O_2 , необходимая для иницирования ММА, возрастает больше чем на порядок по сравнению с прививкой ПММА на вязкое штапельное волокно [6]. Концентрация H_2O_2 ниже 0,001% не инициирует реакцию прививки ПММА.

Влияние продолжительности и температуры реакции на количество привитого ПММА показано на рис. 2. Условия реакции — 2%-ный

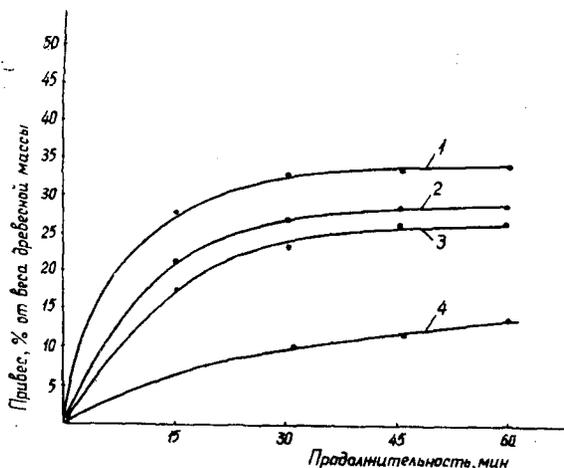


Рис. 2.

1 — при 60°C; 2 — при 40°C; 3 — при 30°C; 4 — при 20°C.

(объемн.) раствор ММА; модуль 1 : 25; концентрация $\text{H}_2\text{O}_2 = 0,01\%$. С увеличением температуры до 60°C возрастают скорость реакции прививки ПММА и конверсия мономера. При дальнейшем повышении температуры количество прививаемого ПММА уменьшается вследствие увеличения скорости реакции гомополимеризации ММА в растворе.

Реакция прививки протекает с большой скоростью, и весь мономер практически полимеризуется за первые 20—30 мин (рис. 2). Возможно, как и в случае блочной полимеризации ММА, это явление объясняется затруднением реакции обрыва растущих полимерных цепей, особенно при протекании полимеризации внутри фибриллярной структуры древесных волокон.

В табл. 1 показано влияние модуля полимеризации на количество прививаемого ПММА и конверсию мономера. Условия обработки — $[\text{H}_2\text{O}_2] = 0,03\%$; $t = 80^\circ\text{C}$; время 60 мин.

Таблица 1

Модуль полимеризации	Привес, %	Конверсия мономера, %
20	73,0	71,2
50	85,6	65,6
100	122,4	56,4

Влияние концентрации ММА на количество привитого ПММА показано на рис. 3. Условия реакции — $[\text{H}_2\text{O}_2] = 0,01\%$; модуль 1 : 25; время обработки 60 мин; температура 60°C . Количество прививаемого ПММА возрастает с увеличением концентрации ММА в растворе (рис. 3).

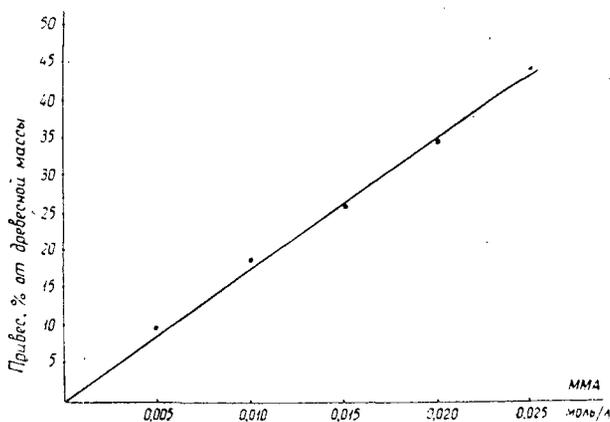


Рис. 3.

На препараты, обладающие большей обменно-адсорбционной емкостью, удаётся привить большее количество полимера.

Данные влияния природы обрабатываемого древесного материала на количество прививаемого ПММА представлены в табл. 2. Условия обработки — $[\text{H}_2\text{O}_2] = 0,03\%$; модуль 1 : 25; температура 80°C ; время 60 мин.

Присутствующие в древесине другие катионы, определяющие ее зольность, мешают сорбции Fe^{2+} . Количество сорбированных катионов

Таблица 2

Обрабатываемый материал	Обменно-адсорбционная емкость, мг-экв/г*	Привес, %
Холоднощелочная древесная масса, полученная обработкой:		
12%-ной NaOH	0,236	127,5
5%-ной NaOH	0,201	108,3
Дефибраторная древесная масса:		
обеззоленная	0,212	122,6
необеззоленная	0,187	75,8
Опилки березовые:		
обеззоленные	0,143	54,6
необеззоленные	0,115	32,0
прогидролизованные (при 180°C в течение 2 час) и проэкстрагированные горячей водой	0,005	8,0

* Обменно-адсорбционную емкость определяли по поглощению метиленовой сини препаратом [5].

железа древесным волокном увеличивается с повышением рН раствора. Однако, начиная с рН = 4,5, Fe^{2+} в значительной степени окисляется кислородом воздуха и сорбируется на волокне в виде мицелл гидроксида [3]. Поэтому сорбцию катионов железа из раствора и отмывку от несвязанного Fe^{2+} проводили при рН = 4,5—5,0.

Количество гомополиметилметакрилата, экстрагируемого бензолом, толуолом, дихлорэтаном и ацетоном в различных условиях проведения реакции прививки, не превышало 8% от конверсий мономера.

Методики

Синтез привитого сополимера. Навеску древесной массы замачивали в 0,1%-ном растворе соли Мора (1:100) при рН = 4,5—5,0 в течение 10 мин при 20°C. Несвязанный Fe^{2+} отмывали дистиллированной водой при том же рН, затем древесное волокно погружали в водный раствор мономера, и после термостатирования в волокнистую суспензию вводили перекись водорода в необходимом количестве. После реакции модифицированную древесную массу промывали водой, затем метанолом (от мономера), после этого высушивали при 60—70°C до постоянного веса и взвешивали. О количестве гомополимера судили по разности в весе до и после экстракции навески (селективными для ПММА растворителями в аппарате Сокслета до постоянного веса).

Определение в волокне сорбированного железа. Навеску 2 г (с точностью до 0,0002 г) абс. сухого волокна, обработанного солью Мора, кипятят со 100 мл 0,1 н. HCl в течение 1 часа и отделяют раствор от волокна на бумажном фильтре. В фильтрат добавляли несколько капель H_2O_2 для перевода Fe^{2+} в Fe^{3+} , нагревали до кипения и выдерживали 10 мин, после чего рН доводили до 2—3 путем добавления ацетата аммония (буфер). Затем прибавляли несколько крупинок сульфосалициловой кислоты (индикатор) и при температуре 40°C титровали 0,1 М раствором трилона Б до исчезновения фиолетовой окраски.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. А. Гулина, Р. М. Лившиц, З. А. Роговин. Журн. «Химические волокна» № 3, 29, 1965. [2]. А. А. Гулина, Р. М. Лившиц, З. А. Роговин. Журн. «Высокомолекулярные соединения» 9, 1529, 1965. [3]. Г. М. Скурихина, Е. М. Шагалова, В. И. Юрьев. ЖПХ 3, 662, 1963. [4]. D. J. Bridgeford. Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Developm., 1, № 1, 45, 1962. [5]. G. F. Davidson, T. P. Neveil. J. Textile Inst., 39, T. 57, T. 87, 1948.

Поступила в редакцию
30 января 1967 г.

УДК 547.992.3 : 674.032.475.542

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ИНФРАКРАСНЫЕ СПЕКТРЫ ЛИГНИНА ЕЛИ

В. М. НИКИТИН,

Г. Л. БУРКОВ, В. М. СКАЧКОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Исследование инфракрасных спектров лигнина позволяет судить о наличии в нем определенных функциональных групп и связей [1], [3], [4], [5]. Работы по изучению инфракрасных спектров лигнина чаще всего проводят на образцах лигнина, выделенного разнообразными способами. Метод исследования дифференциальных спектров [5], дающий возможность определить функциональные группы и связи природного (нативного) лигнина, представляет чрезвычайный интерес, так как позволяет наблюдать изменение характера и химических свойств лигнина, например, в процессе сульфитной варки.

В данной статье приведена методика получения дифференциальных спектров лигнина ели.

Спектры получали в двухлучевом спектрофотометре ИКС-14. Изучаемый образец древесины размалывали на вибрационной мельнице в течение нескольких минут, тщательно высушивали в вакуумной сушилке и растирали в агатовой ступке с высушенным бромистым калием.

При получении спектра для древесины использовали концентрацию 0,3%, для образца сравнения (холоцеллюлозы) — концентрации 0,3; 0,25 и 0,2% (рис. 1).

Перед прессованием смесь тщательно высушивали в вакуумном шкафу в течение 1—2 час при температуре 40°С и давлении 10^{-4} мм рт. ст. Для опытов брали 1 г смеси. Запрессовку производили в вакуумной прессформе под давлением 250 кг/см.

При получении дифференциального спектра лигнина в один из каналов ИКС-14 ставили пробу древесины, а в канал сравнения — холоцеллюлозу, которую получали путем хлорирования древесного материала и обработки продукта 3%-ным спиртовым раствором моноэтаноламина.

Для того чтобы выяснить оптимальное соотношение концентраций исследуемых образцов древесины и холоцеллюлозы, мы изменяли эти концентрации во избежание появления ложных полос поглощения (из-за наложения полос поглощения холоцеллюлозы на дифференциальный спектр лигнина).

Из сравнения спектрограмм (рис. 1) видно, что ложных полос при этом не появляется; однако в области сильного поглощения самой целлюлозы интенсивность некоторых полос изменяется, а в областях, где нет полос поглощения целлюлозы или гемичеселлюлоз, интенсивности на дифференциальных спектрах лигнина практически не меняются.

Исходя из этого, можно выделить некоторые характерные только для природного лигнина полосы и не характерные для полисахаридов. Эти полосы не меняются при изменении соотношения концентрации холоцеллюлозы и древесины, поставленных в каналы сравнения.

В табл. 1 приводится положение поглощения в ИК-спектрах лигнина.

Полученные дифференциальные спектры лигнина ели сравнивали со спектром елового лигнина Бьеркмана (полученного от проф. Е. Адлера из Гетеборга), содержащего 15,6% метоксиров. Сравнение этих спектров показывает почти полное их сходство.

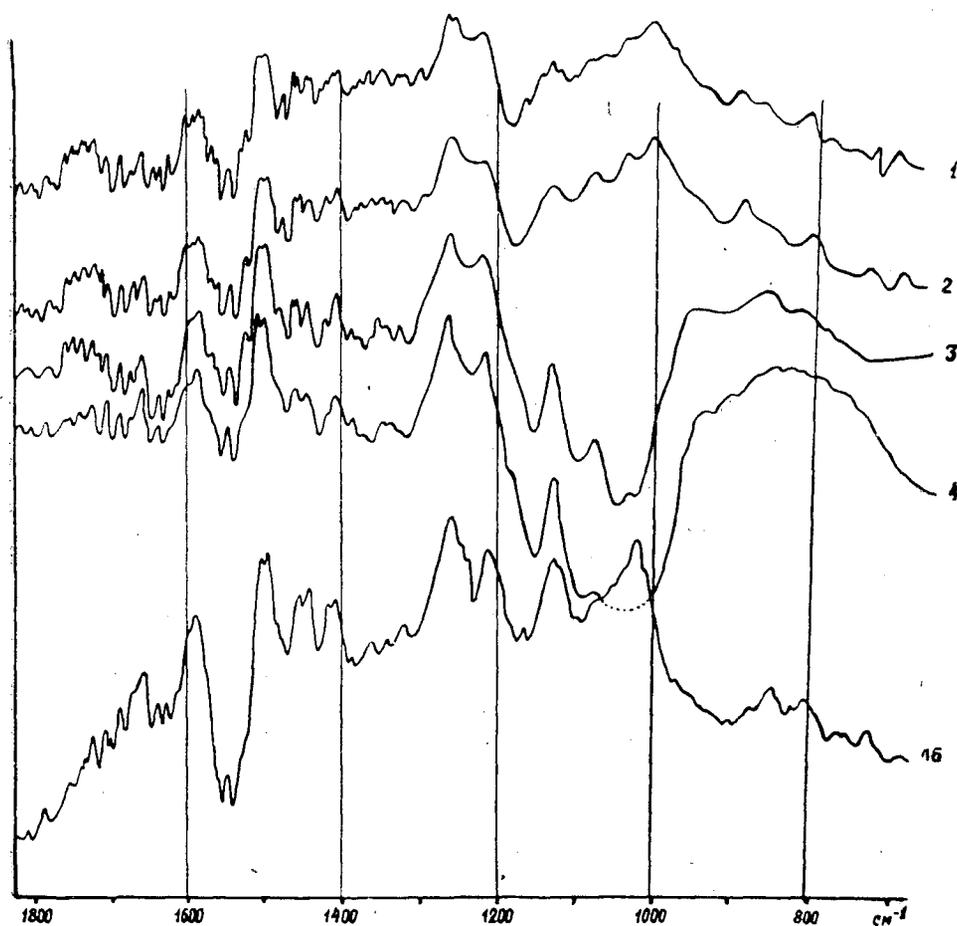


Рис. 1.

1 — спектр древесины ели; 2, 3 и 4 — дифференциальные спектры лигнина ели при концентрации холоцеллюлозы соответственно 0,2; 0,25 и 0,3%; ЛБ — лигнин Бьеркмана.

Таблица 1

Полосы поглощения в ИК-спектрах		Отнесение	Литературные ссылки
природного лигнина ели, см^{-1}	слового лигнина Бьеркмана, см^{-1}		
1814	1811	—	
1779	1780	$\text{C}=\text{CH}_2$; виниловые сложные эфиры	[1]
1757	1758	—	
1748	1750	Насыщенные сложные эфиры . . .	[1]
1734	1732	Карбоксильные группы	[1]
1719	1721	"	[4]
1705	1705	$\text{C}=\text{O}$	[5]
1688	1686	Арил-кетоны	[1]
1656	1658	"	[1], [4]
1638	1636	Карбоксилы	[1], [5]
1625	1627	"	[1], [5]
1597	1598	Бензольное ядро	[1], [4], [5]
1541	1542	Хелаты	[2]
1505	1508	Бензольное ядро (гваяцильное) . . .	[1], [4], [5]

Продолжение табл. 1

Полосы поглощения в ИК-спектрах		Отнесение	Литературные ссылки
природного лигнина ели, $см^{-1}$	елового лиг- нина Бьеркма- на, $см^{-1}$		
1500	1500	Бензольное ядро (кумароновое) . . .	[1], [3]
1461	1460	—СН	[1]
1445	1447	—СН боковых цепей	[5]
1411	1414	Метоксил (?), C_6H_5CHO	[1]
1394	1395	—ОН фенольн., — $COOH$, —ОН	
1379	1375	—ОН фенольн., — $COOH$, —ОН	[1]
1346	1342	— COO —, —ОН	
1322	1327	— $SNON$, — CH_2OH	[1]
1262	1267	Ароматические простые эфиры	[1], [4]
1218	1216	Фенолы	[4]
1178	1180	Метоксилы	[3]

Из данных таблицы видно, что в дифференциальных спектрах елового природного лигнина выделяются характерные и для лигнина Бьеркмана полосы поглощения — 1705, 1656, 1597, 1505, 1461, 1262, 1178 $см^{-1}$, отнесенные к соответствующим группам и связям. Полосы поглощения карбоксильных групп (около 1730 $см^{-1}$), хелатов (около 1540 $см^{-1}$), фенолов и карбоксильных групп (около 1400—1370 $см^{-1}$) недостаточно точно идентифицированы для лигнина и приведены по аналогии с другими соединениями, известными из литературных данных.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Беллами. Инфракрасные спектры сложных молекул. ИЛ, М., 1963.
 [2]. С. Вест. Применение спектроскопии в химии. ИЛ, 1958. [3]. Ю. С. Пилипчук, Р. З. Пей, А. В. Финкельштейн. Сборник материалов Сибирского технологического института за 1962 г. Вып. 2, стр. 36. [4]. Н. Hergert. Infrared Spektra of Lignin and Related Compounds. J. Org. Chem. 25, 405, 1960. [5]. Kolboe Stein и др. Tappi, 45, 163, 1962.

Поступила в редакцию
25 сентября 1965 г.

УДК 634.0.813

МЕСТО ДИФфуЗИИ В КАПИЛЛЯРАХ В ОБЩЕМ ПРОЦЕССЕ ЭКСТРАКЦИИ КАНИФОЛИ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ДЕФЛЕГМАЦИОННЫМ СПОСОБОМ

И. П. СИДОРОВСКАЯ, Л. В. МЕНЬШИКОВА, З. С. КАЛУГИНА

(Архангельский институт леса и лесохимии)

С. Я. КОРОТОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Как было показано ранее [1], определяющий процесс прямоточного способа экстракции смолистых веществ из сосновой древесины бензином — диффузия в капиллярах; и общий процесс экстракции в каждом отдельном случае может быть описан уравнениями

$$dG = -D_n \frac{dC}{dt} F d\tau;$$

$$Pr' = f(Eu'_n).$$

Дефлегмационный способ экстракции по своей физической сущности заметно отличается от условий экстракции в прямотоке. Извлечение смолистых при дефлегмационном способе проходит в орошающем слое растворителя. Пары бензина, проходя через слой щепы, конденсируются и стекают вниз, извлекая при этом смолистые вещества. Считают, что в условиях дефлегмационно-оросительной экстракции должен резко увеличиваться градиент концентрации, а следовательно, должна сократиться продолжительность процесса [1], [6]. Можно также предполагать, что в данном случае действие подъемной силы на процесс будет проявляться более эффективно $\left(\frac{\Delta p}{\rho}\right)$.

Цель нашей работы — рассмотреть теоретическую сторону дефлегмационного способа экстракции и установить стадию, определяющую общую продолжительность процесса. При математической обработке материала предполагалось, что движение пленки растворителя по щепе турбулентное, то есть имеет место достаточное перемешивание, и концентрация пленки в горизонтальной плоскости одинакова.

Методика исследования

В качестве сырья был использован пневый осмол, описанный ранее под условным обозначением Б-III [3]. Щепу из осмола готовили по прежней методике трех различных размеров по длине волокна 5, 10 и 15 мм при одинаковой торцовой поверхности 4×4 мм. Средние пробы щепы анализировали на содержание влаги, канифоли и летучих веществ [2]. Результаты приведены в табл. 1.

Обращает на себя внимание низкая влажность щепы, не характерная для дефлегмационного способа экстракции, который, как известно,

Таблица 1

Образец щепы	Влажность, %	Содержание канифоли, %		Содержание летучих в абс. сухом образце, %	Удельный вес летучих, г/см ³
		в абс. сухом образце	в абс. сухом и обесмоленном образце		
Б-5 мм	9,16	23,73	33,93	6,33	0,8853
Б-10 "	8,43	22,30	31,15	6,12	0,8853
Б-15 "	8,88	23,89	34,20	6,27	0,8853

особенно эффективен именно для влажной щепы. Но изучение влияния влажности щепы на результат экстракции требует особой математической обработки данных опыта и, вероятно, специально для этой цели поставленных экспериментов. Все это сильно изменит цель работы. Поэтому нами для опытов была взята сухая щепа, но авторы отдают себе отчет в том, что на первом этапе производственный процесс будет отличаться от лабораторной модели.

В качестве экстрагента был использован бензин марки БР-2 с температурой кипения 80—120°С. Опыты по дефлегмационной экстракции проводили в специально изготовленном приборе, состоящем из трехгорлой колбы емкостью 1 л (снабженной термометром для измерения температуры паров бензина и капельной воронкой для ввода компенсационного бензина), пробоотборника, экстрактора и обратного холодильника. Навеску экстрагируемой щепы в бумажном патроне помещали на ложное дно экстрактора. В нижней части экстрактора, под ложным дном, был установлен термометр для замера температуры флегмы. Пробоотборник, помещенный между колбой и экстрактором, позволял собирать полностью все количество мисцеллы, стекающей со щепы.

Опыты проводили по следующей методике: в экстрактор загружали 50 г щепы, в колбу заливали 750 г бензина, включали нагрев и бензин доводили до кипения. Пары бензина из колбы проходили через слой щепы и, частично конденсируясь, стекали по ней в пробоотборник. Остальная часть паров бензина конденсировалась в холодильнике и, стекая по щепе, также попадала в пробоотборник. Бензин, испаряющийся из колбы, компенсировали непрерывным вводом его легколетучей фракции (80—100°С) в количестве, соответствующем объему отбираемых проб. За начало опыта принимали момент падения первой капли с сетки ложного дна экстрактора. Пробы эк-

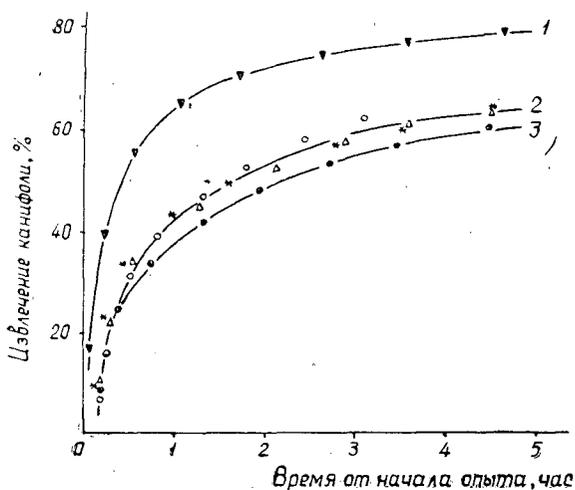


Рис. 1. Кривые извлечения канифоли.

— щепы Б-5; 2 — Б-10; 3 — Б-15.

экстракта отбирали непрерывно по мере наполнения пробоотборника (емкость 33 мл). Общая продолжительность каждой экстракции составила около 3—4 час. За этот период отбирали 24—27 проб экстракта. Время отбора проб точно фиксировали. Содержание канифоли в пробах определяли путем титрования 0,1 н. спиртовым раствором КОН в присутствии фенолфталеина.

Кривые экстракции для различных образцов щепы изображены на рис. 1. Из графика видно, что при одинаковых условиях опытов процент извлечения канифоли увеличивается с уменьшением размеров щепы по длине волокна. Концентрация отбираемой мисцеллы в начале опыта была 30—37 г/л, через час она снижалась до 3,7—5 г/л, затем медленно падала до 0,7—1 г/л.

Обработка полученных результатов

При математической обработке результатов было принято, что процесс распадается на три периода: 1) пропитка; 2) от конца пропитки до конца растворения канифоли; 3) от конца растворения канифоли до конца экстракции (теоретически — до конца выравнивания концентрации раствора в щепе и вне щепы).

Считали, что щепы пропитывается за короткий промежуток времени — условно 10—15 мин. Но так как установить границу между первым и вторым периодами не представлялось возможным, то для первого периода расчетов не проводили. Поскольку второй и третий периоды также смещены во времени и момент перехода от второго ($C_n = \text{const}$, $l \neq \text{const}$) к третьему ($C_n \neq \text{const}$, $l = L = \text{const}$) установить нельзя, то все опытные данные были обработаны по формулам второго и третьего периодов.

При расчете были приняты следующие допущения.

1. Концентрация раствора вне щепы меняется по закону прямой линии по высоте слоя и по времени

$$C_{p. \text{ ср}} = \frac{C_n + C_k}{2} = \frac{C_k}{2},$$

где C_n — начальная концентрация раствора, поступающего на щепу (в верхнюю часть слоя), г/мл, ($C = 0$);

C_k — средняя конечная концентрация раствора, г/мл (ее находят прямым определением в собранной порции за время $\Delta\tau$).

2. Концентрация раствора в щепе меняется по закону прямой линии по высоте слоя, по длине пор и по времени. Тогда

$$\Delta C_n = C_{\text{ш. ср. в}} - 0;$$

$$\Delta C_k = C_{\text{ш. ср. н}} - C_k;$$

$$\Delta C_{\text{ср}} = \frac{\Delta C_n - \Delta C_k}{\ln \frac{\Delta C_n}{\Delta C_k}},$$

где $C_{\text{ш. ср. в}}$ — концентрация раствора в порах щепы в верхнем слое (средняя за промежуток времени $\Delta\tau$), г/мл;

$C_{\text{ш. ср. н}}$ — то же в нижнем слое, г/мл;

ΔC_n — разность концентраций в верхней части слоя;

ΔC_k — то же в нижней части слоя.

3. Если $\frac{\Delta C_n}{\Delta C_k} < 2$, тогда

$$\Delta C_{\text{ср}} = \frac{\Delta C_n + \Delta C_k}{2} = C_{\text{ш}} - \frac{C_k}{2},$$

где $C_{\text{ш}}$ — средняя концентрация раствора в щепе за время $\Delta\tau$, определяемая расчетом, г/мл;

$\Delta C_{\text{ср}}$ — средняя разность концентраций, г/мл.

Второй период. Щепу пропитали растворителем, смолистые растворились $C_{\text{ш}} = C_{\text{н. щ.}}$, $l < L$.

Концентрация смолистых в растворе в щепе в начале процесса

$$C_{н.щ} = \frac{G_n}{V_n},$$

где G_n — начальное содержание смолистых в 100 г абс. сухой обессмоленной щепы, г;
 V_n — объем пор в 100 г абс. сухой обессмоленной щепы, мл.

Исходная формула

$$dG = -D_n f \frac{\Delta C_{ср}}{l_{ср}} d\tau;$$

l меняется от $l_1 = 0$ до $l = L$. Находим $l_{ср}$

$$\Delta C_{ср} = C_{н.щ} - \frac{C_k}{2}; \quad f = \frac{V_n}{L}.$$

$$l_{ср} \cdot \frac{\left(C_{н.щ} + \frac{C_k}{2}\right)}{2} \cdot \frac{V_n}{L} = \sum_{i=1}^{i=n-1} C_i V_{\tau_i} + \frac{C_n V_{\tau_n}}{2};$$

отсюда

$$l_{ср} = \frac{2L \left[\sum_{i=1}^{i=n-1} C_i V_{\tau_i} + \frac{C_n V_{\tau_n}}{2} \right]}{V_n \left(C_{н.щ} + \frac{C_k}{2} \right)},$$

где L — длина поры (средняя), см;

$l_{ср}$ — длина поры, на которой меняется концентрация раствора, см;

f — сечение пор на 100 г абс. сухой обессмоленной щепы, см².

Подставляя найденные значения в исходную формулу и решая ее относительно получим

$$D_n = \frac{2\Delta G_n L^2 \left[\sum_{i=1}^{i=n-1} C_i V_{\tau_i} + \frac{C_n V_{\tau_n}}{2} \right]}{\Delta \tau_n V_n^2 \left(C_{н.щ}^2 - \frac{C_k^2}{4} \right)},$$

где D_n — коэффициент диффузии в порах, см²/сек;

C_i — концентрация раствора в порциях, снятых до исследуемой концентрации, г/мл;

V_{τ_i} — объем порций, снятых за промежутки времени до исследуемого объема, мл;

C_n — концентрация раствора, снятого за исследуемый промежуток времени, г/мл;

V_{τ_n} — объем раствора, снятого в исследуемый промежуток времени, мл.

Среднюю скорость диффузии рассчитывали по формуле

$$U_{ср} = \frac{\Delta G}{\Delta \tau}.$$

По выведенной формуле были подсчитаны численные значения коэффициентов диффузии в капиллярах древесины D_n .

Для данного периода критерий

$$Eu'_n = \frac{\Delta C_{ср} r^2 g}{l_{ср} \rho \omega_M^2} = \frac{V_n \left(C_{н.щ}^2 - \frac{C_k^2}{4} \right) r^2 g}{2L \left[\sum_{i=1}^{i=n-1} C_i V_{\tau_i} + \frac{C_n V_{\tau_n}}{2} \right] \rho \omega_M^2}$$

где V_n , r^2 , L , ω_M^2 , g — постоянные величины в данный период;

$\left(C_{н.щ}^2 - \frac{C_k^2}{4} \right)$ практически меняется очень мало и тоже может быть принята за постоянную величину.

$$Eu'_n = \frac{\left(C_{н. ш}^2 - \frac{C_K^2}{4}\right) V_n r^2 g}{2L\omega_M^2} \cdot \frac{1}{\left[\sum_{i=1}^{i=n-1} C_i V_{\tau i} + \frac{C_n V_{\tau n}}{2} \right] \rho}$$

Обозначим

$$\frac{\left(C_{н. ш}^2 - \frac{C_K^2}{4}\right) V_n r^2 g}{2L\omega_M^2} = \text{const} = K_1,$$

тогда для отдельного опыта

$$Eu'_n = K_1 \frac{1}{\left[\sum_{i=1}^{i=n-1} C_i V_{\tau i} + \frac{C_n V_{\tau n}}{2} \right] \rho}$$

Значение критерия Прандтля подсчитываем по формуле

$$Pr' = \frac{D_n}{\nu},$$

где ν — кинематическая вязкость раствора в капиллярах, $см^2/сек$.

Вязкость и плотности растворов определяли по графикам, приведенным в ранее опубликованной работе [3].

Третий период

$$dG = -D_n f \frac{\Delta C_{cp}}{L} d\tau.$$

Средняя концентрация раствора в щеле

$$C_{ш. ср} = \frac{C_{ш} + \frac{C_K}{2}}{2} = \frac{C_{ш}}{2} + \frac{C_K}{4},$$

тогда

$$V_n C_{ш. ср} = V_n \left(\frac{C_{ш}}{2} + \frac{C_K}{4} \right) = G_n - \sum_{i=1}^{i=n-1} C_i V_{\tau i} - \frac{C_n V_{\tau n}}{2}.$$

Отсюда

$$C_{ш. ср} = \frac{2 \left[G_n - \sum_{i=1}^{i=n-1} C_i V_{\tau i} - C_n \left(\frac{V_n}{4} + \frac{V_{\tau n}}{2} \right) \right]}{V_n}.$$

Определив $C_{ш. ср}$, можно подсчитать ΔC_{cp}

$$\Delta C_{cp} = C_{ш. ср} - \frac{C_n}{2} = \frac{2 \left[G_n - \sum_{i=1}^{i=n-1} C_i V_{\tau i} - C_n \left(\frac{V_n + V_{\tau n}}{2} \right) \right]}{V_n}.$$

Подставляя найденные значения в исходное уравнение, получаем

$$D_n = \frac{2G_n L^2}{\Delta \tau_n^2 \left[G_n - \sum_{i=1}^{i=n-1} C_i V_{\tau i} - C_n \left(\frac{V_n + V_{\tau n}}{2} \right) \right]}.$$

Значения коэффициентов диффузии для третьего периода подсчитывали по этой формуле.

Критерий Эйлера для третьего периода

$$Eu'_n = \frac{2r^2g}{L\omega_m^2 V_n} \cdot \frac{\left[G_n - \sum_{i=1}^{i=n-1} C_i V_{\tau_i} - C_n \left(\frac{V_n + V_{\tau_n}}{2} \right) \right]}{\rho},$$

где $\frac{2r^2g}{L\omega_m^2 V_n} = \text{const} = K_2,$

тогда

$$Eu'_n = K_2 \frac{a}{\rho},$$

$$a = \left[G_n - \sum_{i=1}^{i=n-1} C_i V_{\tau_i} - C_n \left(\frac{V_n + V_{\tau_n}}{2} \right) \right].$$

Критерий Прандтля подсчитывали так же, как и для второго периода. Изменение численных значений коэффициентов диффузии в порах древесины, подсчитанных по формулам второго и третьего периодов, показано соответственно на рис. 2 и 3.

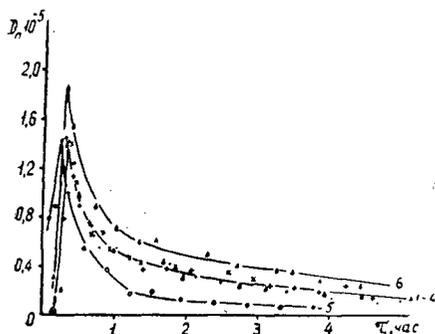


Рис. 2. Зависимость D_n от τ .
1-4 — щепы Б-10; 5 — Б-5; 6 — Б-15.

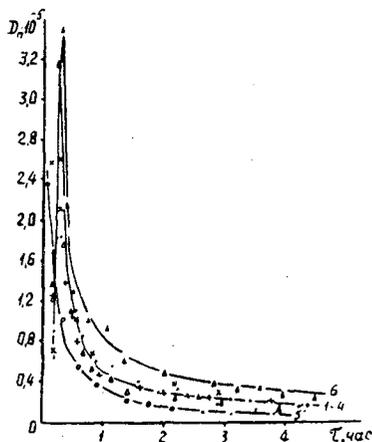


Рис. 3. Зависимость D_n от τ .
1-4 — щепы Б-10; 5 — Б-5; 6 — Б-15.

Зависимость Pr' от Eu'_n для второго периода процесса приведена на рис. 4, для третьего — на рис. 5.

Обсуждение результатов

В начале процесса коэффициенты диффузии быстро растут. Вероятно, в этой области (соответствующей первым двум — трем точкам) имеются все три периода, то есть одновременно идет пропитка, растворение и экстракция.

Так как щепы вступает в экстракцию послойно, то коэффициенты диффузии D_n для этих точек, подсчитанные на весь объем загруженной щепы, не будут соответствовать действительности. На рис. 4 и 5 эти точки не нанесены.

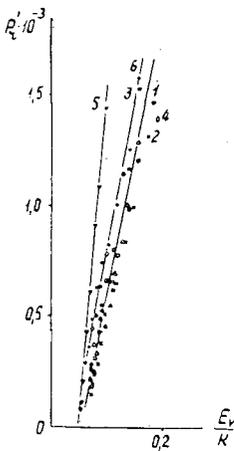


Рис. 4.

1 — 4 — щепы Б-10; 5 — Б-5; 6 — Б-15.

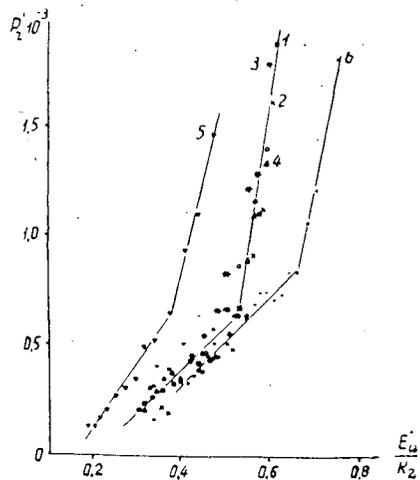


Рис. 5.

1 — 4 — щепы Б-10; 5 — Б-5; 6 — Б-15.

Общий вид функциональной зависимости $Rg' = f(Eu'_n)$ для отдельных опытов получился тот же, что и в опытах с диффузией на модельных образцах щепы и с экстракцией в прямотоке [4]

$$Rg' = A(Eu') + B.$$

Здесь A положительно, B отрицательно.

Зависимость $Rg' = f(Eu'_n)$, подсчитанная по формуле второго периода, показывает, что процесс протекает в одной области (нет перелома); при использовании формулы третьего периода получается перелом, показывающий, что процесс протекает при двух режимах. Судя по расположению линий на рис. 4, исследованная нами область экстракции проходит в третьем периоде. Несмотря на неточности в проведении опытов, все точки хорошо ложатся на линии. Это говорит о том, что принятые допущения приемлемы, и физическая модель процесса отражает действительность.

Следовательно, определяющий процесс при дефлегмационном способе экстракции смолистых веществ из древесины на среднем и конечном этапах — диффузия в капиллярах. В каждом отдельном случае процесс можно описать теми же уравнениями, которые были применены для диффузии и прямоточной экстракции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. Д. Атаманчуков. Автореферат диссертации. Рига, 1965. [2] В. Вершук, Н. Гурич. Методы анализа сырья и продуктов канифольно-экстракционного производства. Гослесбумиздат, 1960. [3] С. Я. Коротов и др. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1962. [4] С. Я. Коротов и др. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1963. [5] В. П. Сумароков, Л. В. Гордон. Химико-технологический контроль лесохимических производств. Гослесбумиздат, 1956. [6] В. И. Филатов, Г. Д. Атаманчуков. Сборник трудов ЦНИЛХИ, 12, 1957.

Поступила в редакцию
13 октября 1967 г.

УДК 547.992.3

К ВОПРОСУ ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧАСТОТ ПОГЛОЩЕНИЯ ГИДРОКСИЛЬНЫХ И СЛОЖНОЭФИРНЫХ ГРУПП ЛИГНИНА

Ю. С. ПИЛИПЧУК, Р. З. ПЕН,

А. В. ФИНКЕЛЬШТЕЙН

(Сибирский технологический институт)

В последние годы опубликован ряд работ, посвященных интерпретации инфракрасных спектров лигнина [7], [8], [9], [11]. Поставив цель — выяснить природу полос поглощения в спектрах выделенных препаратов лигнина и приняв во внимание ограниченные возможности метода сравнения с модельными веществами, мы предприняли попытку отнесения полос поглощения в спектрах лигнина путем сравнения их со спектрами препаратов, полученных направленной химической обработкой. В результате такой обработки должны селективно выводиться функциональные группы, ответственные за ту или иную полосу поглощения в спектре.

Возможность применения этого способа обусловлена тем, что (как показали авторы ряда работ [5], [7], [8], [9], [11]) ИК-спектры различных лигнинов хвойных пород древесины отличаются только интенсивностью полос поглощения; число полос и их частоты для всех препаратов лигнина одинаковы (за исключением области карбонильного поглощения, которую мы здесь не рассматриваем). В качестве химической обработки нами было выбрано ацетилирование, так как это общепринятый способ количественного определения гидроксильных групп.

Экспериментальные данные и их обсуждение

Периодатный лигнин получен из ели сибирской (*Picea abovata*) по методу К. Парвеса [13]. В нем содержится метоксильных групп (по Фибеку и Шваппаху [15]) 9,88%, гидроксильных (по Верлею [14]) 10,22%, карбонильных групп (боргидридный метод, модификация Р. Пена и Г. Понурова [3]) 7,57%, лигнина Класона (с 72%-ной серной кислотой [21]) 89,9%. Сернокислотный лигнин из ели сибирской с содержанием гидроксильных групп 9,80% получен по методу Ф. П. Комарова [2]. Щелочной лигнин (9,25% гидроксидов и 3,49% серы) был любезно предоставлен нам сотрудниками лаборатории лигнина и высокополимеров Института леса и лесохимии АН СССР.

Ацетилирование образцов осуществляли смесью уксусного ангидрида и пиридина (12:88) при температуре 98° в течение 15 мин [14]. Спектры были записаны на двухлучевом инфракрасном спектрофотометре ИКС-14 с призмами из LiF и NaCl. Препараты лигнина запрессовывали в бромистый калий и снимали в твердом состоянии по методике, о которой сообщалось ранее [6]. ИК-спектры препаратов лигнина приведены на рис. 1.

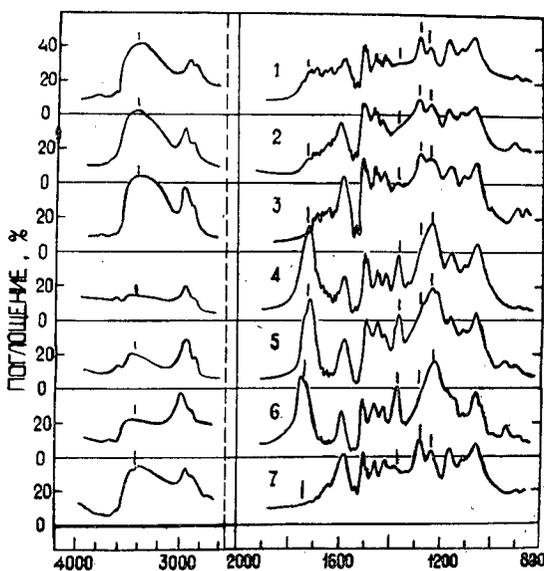


Рис. 1.

1, 2 и 3 — спектры соответственно периодатного, серно-кислотного и щелочного (сульфатного) лигнинов; 4, 5 и 6 — спектры соответственно ацелированных препаратов периодатного, сернокислотного и щелочного лигнинов; 7 — спектр периодатного лигнина, ацелированного и затем омыленного.

Из рисунка видно, что в спектрах всех исследованных препаратов лигнина ацелирование обуславливает почти полное исчезновение полос поглощения в областях $3600\text{—}3200\text{ см}^{-1}$ и $1280\text{—}1260\text{ см}^{-1}$. Это дает основание (в полном согласии с другими авторами [10], [12]) полюсу $3600\text{—}3200\text{ см}^{-1}$ однозначно приписать валентным колебаниям ОН- групп, включенных в водородную связь.

До сих пор весьма интенсивную полосу поглощения в области $1280\text{—}1260\text{ см}^{-1}$ приписывали колебаниям простых эфирных связей лигнина, в том числе эфирных связей метоксильных групп [8]. Полученные нами результаты указывают на неточность этого заключения, поскольку ацелирование не приводит к заметному деметилированию и не может существенно влиять на интенсивность полос поглощения, связанных с метоксильными группами.

В исходных препаратах лигнина полосы с частотами $1760\text{—}1735\text{ см}^{-1}$ и $1380\text{—}1360\text{ см}^{-1}$ слабо выражены или отсутствуют (кривые 1, 2, 3 на рис. 1). В ацелированных препаратах (кривые 4, 5, 6 на рис. 1) эти полосы имеют значительную интенсивность; полоса $1760\text{—}1735\text{ см}^{-1}$ может быть (согласно данным Х. Гергерта [8]) приписана колебаниям $\text{C}=\text{O}$ групп сложноэфирной связи. Расщепление этой полосы обусловлено, вероятно, различным поглощением $\text{C}=\text{O}$ групп в системах типа $\text{Ar}-\text{O}-\text{C}-\text{Alk}$ и $\text{Alk}-\text{O}-\text{C}-\text{Alk}$. Полосу с



частотой $1380\text{—}1360\text{ см}^{-1}$ следует, очевидно, отнести к симметричным деформационным колебаниям метильных групп, сопряженных с карбоксильными или карбонильными группами [1] (никакие другие группы при ацелировании в лигнин не вводятся).

Возрастание интенсивности поглощения в области частот 1240—1210 см^{-1} при ацелировании позволяет отнести эту полосу поглощения к колебаниям С—О—С связей в системе >C—O—C—CH_3 . Та-



кое заключение расходится с выводом, сделанным Х. Гергертом [8] и Дж. Линдбергом [12], которые эту полосу приписывают колебаниям фенольных гидроксидов. Не исключено, что в препаратах лигнина, имеющих свободные фенольные гидроксиды, эта полоса сложная.

В заключение препараты ацелированного лигнина были омылены обработкой 2 н. водным раствором едкого натра при температуре 60°C в течение 1 часа. Спектр омыленного препарата периодатного лигнина (кривая 7 на рис. 1) близок к спектру исходного препарата (кривая 1), за исключением области карбонильного поглощения; поглощение в области 1800—1700 см^{-1} в омыленном препарате почти полностью исчезает. (О некоторых причинах этого явления мы уже сообщали ранее [4]).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Вест. Применение спектроскопии в химии. ИЛ, М., 1959. [2]. Ф. П. Комаров. Руководство к лабораторным работам по химии древесины и целлюлозы. Госхимиздат, 1934. [3]. Р. З. Пен, Г. Д. Понуров. Сборник материалов конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1962 г., вып. 2, Сибирский технологический институт, Красноярск, 1963, стр. 9. [4]. Ю. С. Пилипчук, Р. З. Пен, А. В. Финкельштейн. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1966. [5]. М. В. Резников, Ю. С. Пилипчук, Л. С. Соловьев. Доклады межвузовской научной конференции по спектроскопии и спектральному анализу. Томск, 1960. [6]. М. В. Резников, Ю. С. Пилипчук, Л. С. Соловьев. Материалы первой научной конференции комплексной проблемной лаборатории Сибирского технологического института. Красноярск, 1961, стр. 36. [7]. K. Freudenberg, W. Siebert, W. Hamberg, R. Kraft. Ber., 83, 133, 1950. [8]. H. I. Hergert. J. org. Chem., 25, 405, 1960. [9]. E. I. Jones. Tappi, 32, 167, 1949. [10]. S. Kolboe, O. Elefsen. Tappi, 45, 163, 1962. [11]. S. F. Kudzin, F. F. Nord. Journ. Am. Chem. Soc. 73, 4619, 1959. [12]. J. Lindberg. Pap. ja Puu, 46, 672, 1961. [13]. P. F. Ritchie, K. V. Purves. Pulp a. Paper, 48, 74, 1947. [14]. A. Verley, Fr. Bölsing. Ber., 34, 3354, 1901. [15]. R. Viebock, A. Schwappach. Ber., 63, 2818, 1930.

Поступила в редакцию
27 января 1967 г.

УДК 547.458.81

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ВОЛОКНА НА ОБРАЗОВАНИЕ ГЕЛЬ-ЧАСТИЦ

И. С. ГЕЛЕС

(Уральский лесотехнический институт)

При химической переработке целлюлозы в растворах ее производных можно наблюдать так называемые гель-частицы, которые условно разделяют на четыре группы: 1) набухшие волокна; 2) сильно набухшие обрывки волокон; 3) истинные гель-частицы без четко выраженной фибриллярной структуры и имеющие субмикроскопические размеры (лежащие ниже разрешающей способности обычного микроскопа); 4) другие частицы, в основном, минерального характера [10], [16], [17].

В большинстве случаев общее количество гель-частиц составляет лишь 0,1% веса целлюлозы [13], но может достигать и 1,5% [6]. Отмечается, что чем меньше размеры частиц, тем количество их в растворах больше [7], [14].

До последнего времени исследователи преимущественно изучали более крупные гель-частицы, так как их волокна и обрывки волокон забивают фильтры и фильеры; мельчайшие же частицы не вызывают затруднений при фильтрации. Однако Грей с сотрудниками [7], [8] показали, что частички, беспрепятственно проходящие через фильеры, сильно снижают физико-механические свойства вискозного корда. Гель-частицы обуславливают также мутность растворов ацетицеллюлозы и снижение качества готового продукта.

По имеющимся данным [4], [6], [11], [13], [16], гель-частицы состоят из ксилана, маннана, а также различных минеральных примесей. Наряду с этим отмечается, что гелики, имеющие почти сферическую форму, в основном, содержат лигнин [10]. По Сперлингу [14], значительная часть гель-частиц в вискозных растворах состоит из целлюлозы II. Некоторые исследователи [4], [10], [12], [14], [16], [17] обращали внимание на участие остатков морфологической структуры волокна в образовании гель-частиц. Однако морфология волокна — довольно широкая область, и необходимо выделить те элементы, которые наиболее трудно удаляются и имеют состав, значительно отличающийся от вторичной стенки.

Существующие методы определения изменений морфологической структуры трахенд после различных обработок [2], [3], [5] не учитывают конкретных элементов клетки, так как первичная стенка и наружные слои волокна сами неоднородны по строению и химическому составу. Кроме того, метод обычной микроскопии не позволяет отличить одну часть волокна от другой. Поэтому целью данной работы было электронномикроскопическое изучение поверхности вискозных целлюлоз.

Имеется ряд работ [1], [9], [15], в которых освещены результаты электронномикроскопического изучения беленых целлюлоз. Авторы указывают, что после обработки в волокнах сохраняются остатки первичных стенок. Наряду с этим некоторые исследователи наблюдали у облагороженных целлюлоз структуры, отнесенные ими к наружному слою вторичной стенки. Нами установлено, что в беленых целлюлозах для бумаг присутствуют также остатки торусов. Можно было полагать, что многоступенчатая отбелка с глубоким облагораживанием удаляет структуры, присутствующие в целлюлозах для бумаг.

Экспериментальная часть

Материалом для нашего исследования служили образцы беленых целлюлоз, предназначенные для химической переработки. Характери-

стика их представлена в табл. 1. С трахеид были получены двухступенчатые реплики. Первичной репликой служил полистирол, вторичной — углерод. После оттенеия металлом вторичную реплику изучали в электронном микроскопе УЭМВ-100.

Таблица 1*

Показатели	Количество при отбелке	
	№ 869 (марка Ш)	№ 870 (марка Ш)
Альфа-целлюлоза, %	93,4	93,0
Бета-целлюлоза, %	3,95	4,0
Вязкость 0,7%-ного раствора целлюлозы в медноаммиачном растворе, млз	143,3	150
Смолы и жиры по дихлорэтану, %	0,24	0,21
Зола, %	0,069	0,073
Реакционная способность, %	90/11	90/11
Набухание весовое, %	471	477
Железо, мг/кг	10,0	9,34
Кремний, мг/кг	32,2	39,8
Вещества, растворимые в 5%-ном раство- ре едкого натра, %	1,67	1,83
Вес 1м ² , г	656	653
Сорность (число соринок на 1м ²)	58	48

Как следует из данных табл. 1, целлюлозы отличаются высокой химической чистотой. Для того чтобы в готовой продукции содержание альфа-целлюлозы составляло 93%, оно должно быть после облагораживания не ниже 94—94,5%. Высокая реакционная способность указывает на значительное разрушение нативной структуры волокна. Тем не менее наши электронномикроскопические исследования показали, что и в целлюлозах для химической переработки присутствуют остатки торусов. Они сохраняются в виде «обручей» или отдельных обрывков в месте перехода камеры поры в канал поры. Это соответствует площади контакта торуса с окаймлением поры. Как известно, торус образован из соответствующих участков двух первичных стенок, скрепленных срединной пластинкой. Он также состоит из различных химических компонентов: фибриллы первичной стенки — из целлюлозы и гемицеллюлоз, срединная пластинка — из лигнина и гемицеллюлоз. Все они образуют взаимоиолирующую систему повышенной плотности, что, по-видимому, определяет устойчивость торуса к различным воздействиям. На наш взгляд, образование геле-частиц из обрывков, имеющих сложное строение и химический состав, вполне вероятно. По данным ряда авторов, геле-частицы размерами 0,1—0,5 мк имеют изотропную форму. Если бы они состояли только из целлюлозы вторичной стенки, то форма частиц должна быть анизотропной. Строение первичной стенки позволяет получать изотропные обрывки.

Как видно из рис. 1, а и б остатки торусов имеют вид бесструктурной пленки. Так как действие хлорирующих и окислительных агентов разбавленной щелочи не удаляет указанные выше элементы из волокна, то можно утверждать, что при переработке целлюлозы по вискозному способу или при получении ацетатов эти элементы не растворяются, а диспергируются на мелкие геле-частицы.

Другая особенность исследуемых целлюлоз — обилие остатков первичной стенки (рис. 1, в и г). Наблюдения в электронном микроскопе

* Автор выражает признательность сотрудникам завода, оказавшим помощь в данном исследовании.

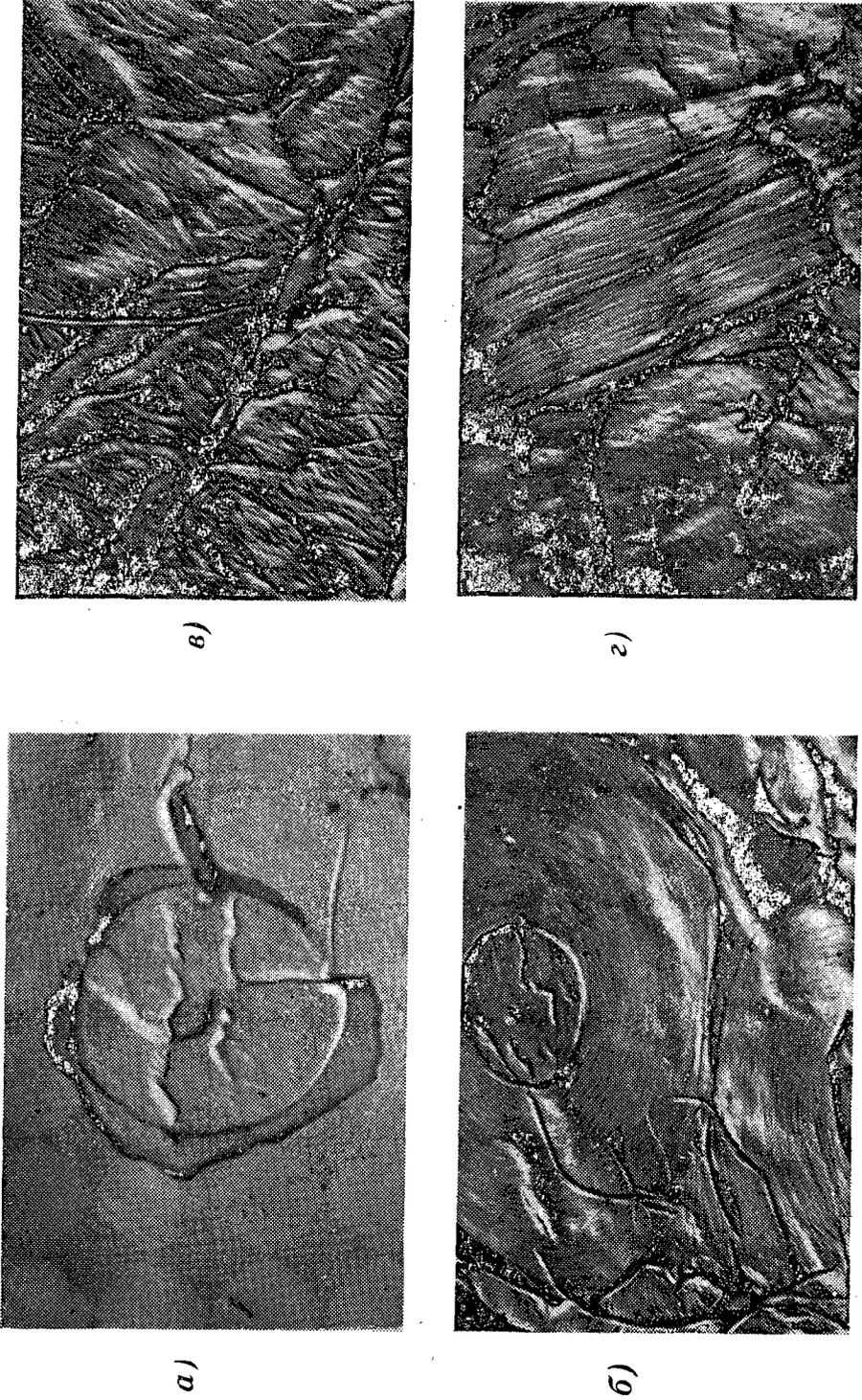


Рис. 1. Электронномикроскопические снимки двухступенчатой реплики с целлюлозы для химической переработки.
а — видны остатки торуса в виде полупрозрачной бесструктурной пленки (увеличение в 12000 раз); *б* — в каждой из двух по сохранились небольшие обрывки торусов (увеличение в 10000 раз); *в* — отчетливо видна структура первичной стенки (увеличение в 10000 раз); *г* — в одной части волокна сохранились наружные слои, в другой обнажена вторичная стенка (увеличение в 10000 раз).

во многих случаях позволяют совершенно отчетливо установить, с какой частью стенки клетки имеем дело. Расположение микрофибрилл на рис. 1, *в* не оставляет сомнений в том, что перед нами первичная стенка. Из рис. 1, *г* видно, что часть поверхности волокна покрыта остатками первичной стенки, тогда как с другого участка наружные слои сорваны, и параллельное расположение микрофибрилл свидетельствует о вторичной стенке. Все эти тонкости строения волокна совершенно недоступны для обычной микроскопии.

Данные табл. 1 говорят, что, несмотря на многочисленные остатки морфологической структуры, целлюлозы обладают высокой реакционной способностью. Отсюда как будто следует, что гель-частицы, возникающие из указанных элементов (если наше предположение правильно), не оказывают влияния на процесс производства вискозного волокна. Однако этот вопрос совершенно не исследовался, в связи с тем, что к конечному продукту (шелку) предъявляют относительно низкие требования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. З. П. Ельницкая, Л. Е. Аким. Журн. «Химическая переработка древесины» № 30, 1965. [2]. Ф. П. Комаров. Журн. «Бумажная промышленность» № 9, 1954 и № 3, 1955. [3]. В. Г. Милов, М. И. Витовтова. «Научные труды ЦНИИ целлюлозной и бумажной промышленности». Вып. 41, 1956. [4]. Р. Рясинен. О свойствах и оценке ацетатной целлюлозы. Сб. «Способ Раума-Репола по производству ацетатной целлюлозы», Л., 1964. [5]. I. Avisiers, K. Gess. «Holzforsch», B. 10, 1956, H. 1, 12—18. [6]. R. I. Conca, I. K. Hamilton, H. W. Kirschner. Tappi, 1963, 46, № 11, 644—648. [7]. K. L. Gray, R. W. Yorke. «J. Polymer Sci.», 61, 1962, № 171, 5—7. [8]. K. L. Gray, I. W. More, R. W. Yorke. Tappi, 1963, 46, № 12, 735—739. [9]. G. Jayme, G. Hunger. «Holzforsch», b. 13, H. 1, 1959, 1—6. [10]. K. A. Iurbergs. «J. Appl. Polymer Sci.», 1963, 7, № 1, 375—382. [11]. I. L. Neal. «J. Appl. Polymer Sci.», 1965, 9, № 3, 947—961. [12]. O. Samuelsson, G. Jonsson. «Sv. Papperstidn.», 56, № 22, 1953, 866—873. [13]. F. A. Simmonds. «Indian Pulp and Paper», 1963, 18, № 2, 141—146. [14]. L. H. Sperling. «J. Appl. Polymer Sci.», 1963, 7, № 4, 1411—1413. [15]. A. Svensson. «Arkiv för Kerni», B. 10, H. 3, 1956, 239—250. [16]. E. Treiber. «Sv. Papperstidn.», 61, № 18 B, 1958, 794—801. [17]. E. Treiber. «J. Polymer Sci.», 51, 155, 1961 297.

Поступила в редакцию
27 июня 1967 г.

УДК 631.572 : 533.6

АЭРОДИНАМИКА ВОЛОКНИСТОГО СЛОЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СВОЙСТВ ВОЛОКНА

Е. М. БАКАЕВА

(Ленинградская лесотехническая академия)

В работах многих исследователей приводятся обширные данные по гидравлическому сопротивлению кусковых и сыпучих материалов [1], [4], [5], [8], [9]. По изучению гидравлического сопротивления слоя материала растительного происхождения нам известна лишь одна работа [6].

В основу наших исследований положены уравнения гидродинамики зернистых материалов для ламинарного движения потока [2], [7], так как закономерность движения воздуха через волокнистый слой аналогична его течению через насыпной слой из твердых частиц различной формы.

При обработке опытных данных мы использовали уравнения, вывод которых и описание установки замера перепада давления приведены ранее [2], [3]. В опытах режим движения воздуха поддерживался ламинарный. Исследование двучленного уравнения показало, что сопротивление волокнистого слоя от сил инерции ничтожно мало и им можно пренебречь.

Нами установлено, что сопротивление волокнистого слоя зависит от характера применяемого волокна. В связи с этим большой интерес представляло изучение влияния природы волокна, степени его размола и влажности на коэффициент трения воздуха о волокно. Исследовали волокно березы, сосны, ели и осины, степень помола 10, 15, 20, 25 и 30° ШР. Волокна размалывали на лабораторном однодисковом рафинере. Изучали абс. сухое волокно и увлажненное до воздушно сухого состояния (8—10%), а также при влажности 20, 30, 40 и 50%.

Влияние породы волокна показано на рис. 1. Из рис. 1 видно, что величина A волокнистого слоя (зависящая от формы каналов) для лиственных пород значительно выше, чем для хвойных. При переходе от мелкой фракции к крупной величина A изменяется значительно быстрее у волокна лиственных пород, чем хвойных. Это объясняется различным морфологическим строением волокна и характером внешней поверхности.

Известно, что волокна лиственных пород, в основном (до 76%), состоят из либриформа, имеющего толстые одревесневшие оболочки; концы их чаще гладкие и несколько заострены. Длина либриформа колеблется от 0,3 до 2 мм. При образовании слоя мелкие и короткие волокна правильной и однообразной формы способствуют равномерному их распределению и появлению узких каналов, трудно доступных для движения воздуха. Это движение связано с потерей большого количества энергии на преодоление трения о поверхность волокна.

Волокна хвойных пород, состоящие, в основном, из трахеид (до 90% от общего объема), имеют сильно вытянутую в длину лентооб-

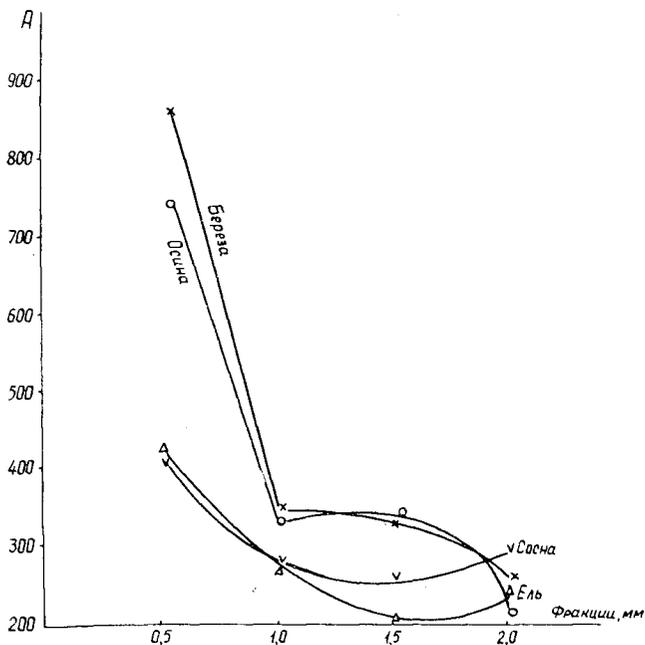


Рис. 1.

разную форму. Длина трахеид сосны от 2,1 до 3,7 мм с кососрезанными концами. В результате при образовании слоя такие волокна слипаются, образуя хлопья. Вследствие этого слой имеет неравномерную плотность и структуру. Наряду с узкими каналами имеется большое количество крупных, по которым и устремляется основной поток воздуха, не встречая на пути большого сопротивления.

Влияние размола (рис. 2) на величину A обусловлено изменением физических и поверхностных свойств волокна, вызванным размолом. Размол является процессом укорачивания волокна и вызывает наружное и внутреннее фибриллирование, то есть отделение фибрилл на поверхности и внутри волокна. Вследствие этого на поверхности появляются частицы в виде очень тонких волосков. Ослабление связей

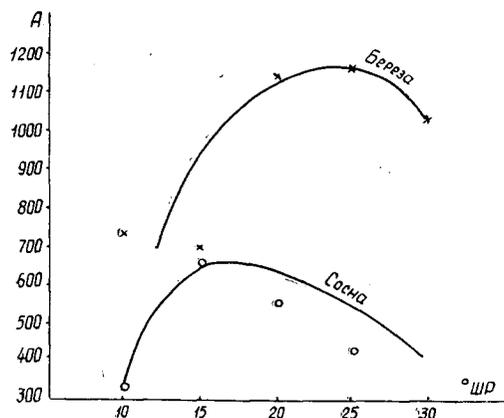


Рис. 2.

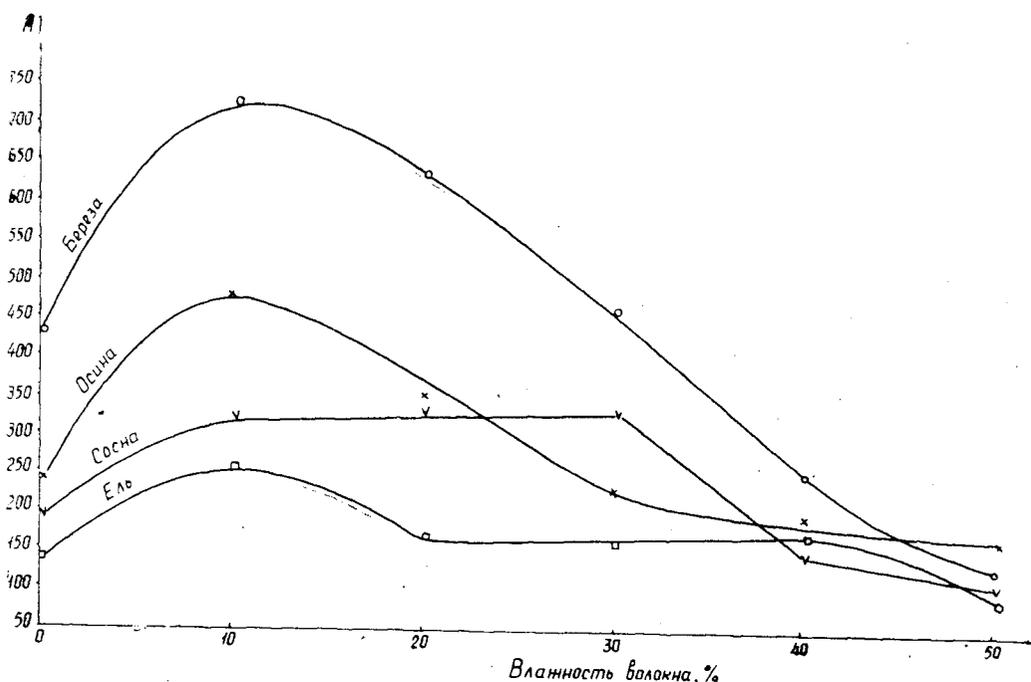


Рис. 3.

между фибриллами увеличивает гибкость волокон, что способствует лучшему их переплетению.

Уменьшение размеров волокна путем размола оказывает влияние на изменение величины A в начальной его стадии. Дальнейшее углубление размола влияет в меньшей степени.

Влажность волокна сильно влияет на сопротивление волокнистого слоя (рис. 3). Максимальное сопротивление воздуху встречает, проходя через воздушно сухой волокнистый слой. Сушка волокна или его увлажнение несколько снижают показатель величины A . При сильном увлажнении (50%), когда вода фактически появляется на поверхности волокна, сопротивление во всех случаях принимает минимальное значение. В этом случае ошибка опыта столь значительна, что практически величину A можно считать одинаковой для всех пород.

Во всех опытах сопротивление слоя меняется с изменением пористости слоя от 0,88 до 0,927. Пористость слоя учтена в расчетной формуле.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. А. Акопян, А. Г. Касаткин. Журн. «Химическая промышленность» № 2, 1955. [2]. Е. М. Бакаева, С. Я. Коротов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1966. [3]. Е. М. Бакаева, С. Я. Коротов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1966. [4]. Г. К. Боресков, Л. Г. Ритгер. Журн. «Химическая промышленность» № 6, 1946. [5]. Н. М. Жаворонков. Журн. «Химическая промышленность» № 1, 1944. [6]. Т. А. Заморуева. Автореферат диссертации. Л., 1965. [7]. А. Г. Касаткин. «Процессы и аппараты химической технологии». 1961. [8]. Д. К. Коллеров. Журн. «Химическая промышленность» № 2, 1959. [9]. В. Д. Пономарев, Л. П. Ни ЖПХ № 7, т. 25, 1952.

Поступила в редакцию
27 сентября 1966 г.

УДК 547.724 : 543

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КУБОВЫХ ОСТАТКОВ ПОСЛЕ ВАКУУМНОЙ РЕКТИФИКАЦИИ ФУРФУРОЛА-СЫРЦА

А. Н. БАГАЕВ

(ЦНИЛХИ)

Мы исследовали химический состав кубовых остатков, получаемых при производстве фурфурола из одубины, из смеси подсолнечной лузги и кукурузной кочерыжки, из хлопковой шелухи, из торфа и хвойных пород древесины.

Методика определения содержания фурфурола (Ф) и метилфурфурола (МФ) сводится к следующему.

При помощи полярографии [1], [2], [3] находят сумму этих альдегидов, а газохроматографией [3], [4] — их соотношения. Для нахождения соотношения метилфурфурола и фурфурола в водных растворах их экстрагируют хлороформом и хроматографируют. Затем с учетом молекулярных весов рассчитывают содержание каждого альдегида в пробе.

По внешнему виду кубовые остатки представляют собой черные массы, вязкость которых уменьшается с увеличением содержания в них Ф и МФ. При содержании Ф и МФ 20—40% — это мало подвижные густые массы. Зависимость плотности некоторых образцов кубовых остатков от температуры показана на рис. 1.

Кубовые остатки после вакуумной ректификации фурфурола-сырца, получаемого при гидролизе хвойных пород древесины (первая группа), менее вязки и более подвижны, имеют меньший удельный вес, чем остатки, получаемые при производстве фурфурола из лиственных пород древесины и однолетних растений (вторая группа) с таким же содержанием альдегидов. Результаты анализа кубовых остатков, получаемых при производстве фурфурола из различного пентозансодержащего сырья на отечественных заводах, приведены в табл. 1.

При данных условиях анализа на хроматограммах кубовых остатков второй группы никаких веществ кроме Ф и МФ не обнаружено. В остатках первой группы могут содержаться терпеновые вещества, плохо растворимые в воде. Поэтому МФ и Ф экстрагировали дистиллированной водой и в водных экстрактах определяли их по разработанной автором [2], [3] и описанной выше методике (табл. 1).

Из данных табл. 1 следует, что соотношение Ф и МФ в кубовых остатках и

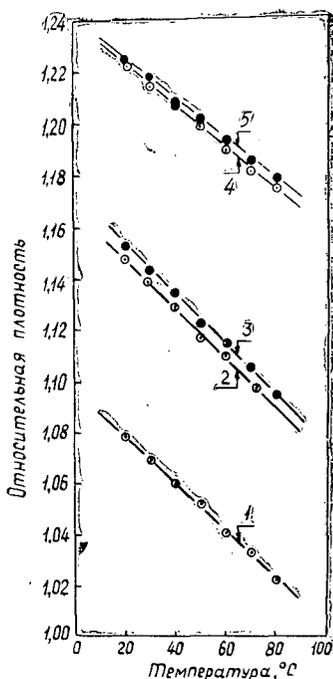


Рис. 1. Содержание фурфурола в кубовых остатках после вакуумной ректификации фурфурола-сырца, получаемого при гидролизе.

— древесины хвойных пород — 42,6%; 2 — хлопковой шелухи — 83,5%; 3 — кукурузной кочерыжки — 72,9%; 4 — подсолнечной лузги — 47,2%; 5 — одубины дубовой древесины — 23,3%.

Таблица 1

Анализируемые пробы	Относительная плотность при 20°C	Содержание Ф и МФ, найденное полярнографическим методом, %	Соотношение, найденное хроматографическим методом (%)		Содержание (%)	
			Ф	МФ	Ф	МФ
Кубовой остаток с за- вода № 1*	1,224	23,3	74,5	25,5	17,7	5,6
Водный экстракт из него	—	2,38	76,0	24,0	1,81	0,57
Кубовой остаток с за- вода № 1	—	38,0	75,4	24,6	28,7	9,3
Лютерный экстракт из него	—	3,2	77,0	23,0	2,46	0,74
Кубовой остаток с за- вода № 1	—	42,0	78,4	21,6	32,9	9,1
Водный экстракт из него	—	1,73	78,0	22,0	1,35	0,38
Конденсат	—	4,53	97,21	2,79	4,40	0,13
Кубовой остаток с за- вода № 1	—	67,0	91,0	9,0	60,97	6,03
Кубовой остаток с за- вода № 2*	—	21,3	73,5	26,5	15,66	5,64
Кубовой остаток с за- вода № 2*	1,221	47,2	39,33	60,67	18,57	28,63
Кубовой остаток с за- вода № 2	1,150	72,9	53,5	46,5	39,0	33,9
Кубовой остаток с за- вода № 3	1,145	83,5	87,24	12,76	72,84	10,65
Водный экстракт из него	—	7,79	89,5	10,5	6,97	0,82
Кубовой остаток с за- вода № 4	1,078	42,6	69,1	30,9	29,44	13,16
Водный экстракт из него	—	2,31	71,4	28,6	1,65	0,66
Кубовой остаток с за- вода № 5	1,114	79,9	13,0	87,0	10,4	69,5
Кубовой остаток с за- вода № 6	1,051	43,5	42,85	57,15	18,6	24,9
Водный экстракт из него	—	2,35	48,95	51,05	1,15	1,20

* Образцы после извлечения из них части фурфурола водой.

экстрактах из них во всех случаях мало изменилось. Это еще одно подтверждение достоверности определения МФ и Ф.

Оставшаяся часть после экстракции Ф и МФ дистиллированной водой из кубовых остатков — твердая масса для первой группы (с температурой плавления по блоку Макена 35—55°) и жидкость — для второй группы. На хроматограммах обработанной жидкости (хвойные породы древесины) пики Ф и МФ резко уменьшаются. Для обнаружения примесей (которые могли бы содержаться в небольших количествах) проводили вакуумную дистилляцию и ректификацию некоторых из этих кубовых остатков и снимали хроматограммы и ИК-спектры полученных фракций.

Кубовой остаток, получаемый при производстве фурфурола из одубины, после промывки его водой (содержание Ф и МФ в нем 23,3%) был дистиллирован при остаточном давлении 5 мм рт. ст. (табл. 2).

Первая фракция от дистилляции расслоилась на водный и фурфурольный слои. Методом газо-жидкостной хроматографии определено, что в водном слое этой фракции на долю метилфурфурола приходится 11,8%, на долю фурфурола — 88,2%. Общее содержание обоих альде-

Таблица 2

Пределы температур кипения, °С	Количество дистиллята, вес. %	Количество дистиллята (нарастающим итогом), вес. %	Содержание в дистиллятах фурфурола, вес. %		Содержание в дистиллятах метилфурфурола, вес. %	
			от фракции дистиллята	от исходного кубового остатка	от фракции дистиллята	от исходного кубового остатка
До 65*	3,9	3,9	9,1	0,36	1,20	0,05
До 65**	2,8	6,7	82,7	2,32	17,30	0,48
67—74	3,9	10,6	89,8	3,50	10,20	0,40
74—90	8,6	19,2	82,3	7,08	17,70	1,52
90—115	3,3	22,5	69,9	2,31	30,10	0,99
115—147	4,3	26,8	69,7	3,00	30,30	1,30

* водный слой; ** фурфурольный слой.

гидов, определенное полярографическим методом, 10,3%. Выделенное при дистилляции количество фурфурола от кубового остатка составляет 18,27%, метилфурфурола — 4,76%. Общее содержание 23,03%, что совпадает с полярографическим определением их в исходной пробе.

Вакуумную ректификацию полученного суммарного дистиллята проводили на стеклянной колонке эффективностью 12 теоретических тарелок при остаточном давлении 8 мм рт. ст. Высота слоя насадки 40 см, внутренний диаметр колонки 1 см. Колонку заполняли стеклянной насадкой, которая представляет собой одновитковые спирали диаметром около 2,5 мм и толщиной нити около 0,4 мм. Флегмовое число поддерживали равным 4—5.

Результаты ректификации суммарного дистиллята приведены в табл. 3, из которой видно, что метилфурфурол может быть получен в довольно чистом виде.

Таблица 3

Температура верхней части колонки, °С	Количество фракции от загрузки, вес. %	Количество фракции от загрузки (нарастающим итогом), вес. %	Коэффициент рефракции n_D^{20}	Содержание, вес. %	
				фурфурола	метилфурфурола
До 51,3	6,46	6,46	—	Не анализировали	
51,3—54,5	41,50	47,96	1,5240	100	Не обнаружено
54,5—71,5	11,53	59,49	1,5268	9,8	90,2
71,5—105,0	4,61	64,10	1,5315	5,0	95,0

Из результатов проведенной работы можно сделать практический вывод о том, что для регенерации фурфурола и метилфурфурола из кубовых остатков второй группы нужно применять вакуумную разгонку, для первой группы — экстракцию [4] водой, свободной от терпеновых веществ. При отгонке с паром при вакуум-дистилляции вместе с Ф и МФ будут отгоняться и терпеновые вещества.

Исследование показало, что фурфуролу сопутствует метилфурфурол независимо от природы сырья и способов его переработки.

При получении фурфурола первого сорта (ГОСТ 10437—63) в кубовом остатке содержание Ф и МФ в сумме иногда достигает 70—80%. Концентрация метилфурфурола достигает 33,9%. Кубовые остатки, получаемые при производстве фурфурола из лиственных пород древесины и однолетних растений, — потенциальное сырье для товарного метилфурфурола, который можно использовать непосредственно или переработать (методом декарбонирования) в весьма ценный продукт — силван.

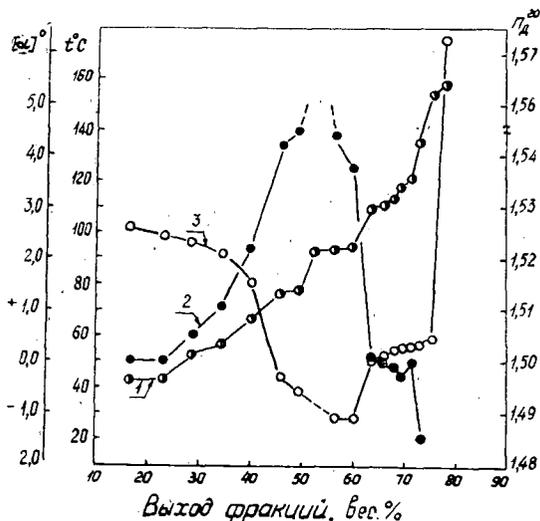


Рис. 2. Кривые зависимости температуры кипения (1), угла вращения (2) и коэффициента преломления (3) от выхода фракций при ректификации кубового остатка.

зывает на наличие в них терпеновых соединений. Судя по температурам кипения, 5—10 фракции (66,5—95°) являются смесями фурфурола, метилфурфурола, терпинеолов и борнеолов. Величины коэффициентов преломления фракций 6—10 близки к терпинеолам. Из рис. 2 видно, что в кубовом остатке первой группы содержатся лево- и правовращающие терпеновые вещества.

Наличие борнеола и изоборнеола подтверждено химической реакцией с фурфуролом [5], хроматографическим и ИК-спектроскопическим методами. Эти соединения выделены в кристаллическом виде. Температура плавления кристаллов (207—209°С) совпадает с температурой плавления борнеолов. Наиболее богаты борнеолами фракции 7—8. Методом газо-жидкостной хроматографии и ИК-спектроскопии обнаружены терпинеоловые спирты. Наличие терпинеолов и борнеолов обусловлено тем, что в процессе гидролиза хвойных пород древесины поддерживается высокая температура, имеется в избытке вода, присутствует в качестве катализатора серная кислота, — все это создает благоприятные условия для химических превращений основного компонента терпеновых веществ — α -пинена.

В кубовых остатках в значительных количествах (20—77%) содержатся высокомолекулярные продукты конденсации фурфурола и метилфурфурола.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Н. Багаев. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 2, 1962. [2]. А. Н. Багаев, Н. А. Мельник. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 2, 1966. [3]. А. Н. Багаев. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 4, 1967. [4]. А. Н. Багаев, Ю. В. Водзинский. Труды по химии и химической технологии. Вып. I, Горький, 1967, стр. 163. [5]. А. А. Беляков. Труды по химии и химической технологии. № 1, Горький, 1960, стр. 74.

Поступила в редакцию
12 июня 1967 г.

УДК 634.0.813.11

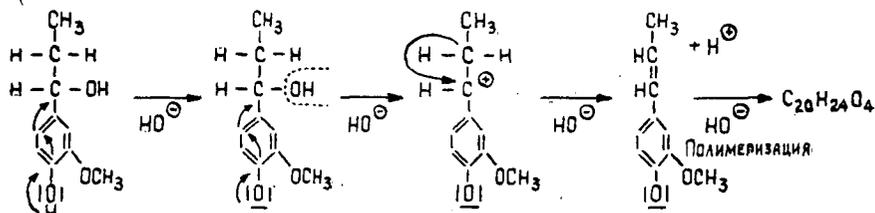
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОДЕЛЕЙ ЛИГНИНА С РЕЗОРЦИНОМ

В. И. РЯБЫХ, М. Я. ЗАРУБИН

(Ленинградская лесотехническая академия)

Ранее [3] нами было показано, что резорцин в ходе натронных варок взаимодействует с лигнином древесины с образованием продуктов, близких по УФ-спектрам к веществам, получаемым в результате варки 1-(4-окси-3-метоксифенил)-пропанола-1 с резорцином. В связи с этим мы подробно изучили строение полученных в последнем случае продуктов.

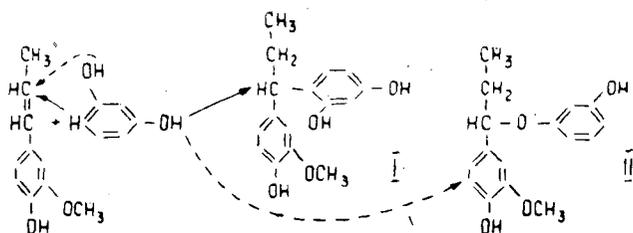
Исследование представляло интерес, так как в одной из недавних работ [4] было показано, что структуры, содержащие α -бензильноспиртовые и α -бензильноэфирные группы, под влиянием кислот и щелочей отщепляют элементы воды с образованием соединений, имеющих двойную связь, сопряженную с ароматическим кольцом. Последние полимеризуются. Для 1-(4-окси-3-метоксифенил)-пропанола-1 механизм действия щелочей и получаемые продукты можно представить следующей схемой:



При проведении варок с добавками резорцина, если последний взаимодействует с образующимся непредельным соединением (в данном случае — изоэвгенолом), можно предотвратить дальнейшую полимеризацию. Так как изоэвгенол и продукт его щелочной полимеризации растворимы в бензоле, а продукт присоединения резорцина к изоэвгенолу (как более гидроксилсодержащий) — трудно растворим, то обрабатывая бензолом продукт варки, мы разделяли его на бензолрастворимые и бензолнерастворимые вещества. Для бензолрастворимой части сняты ИК-спектры и сравнены со спектрами продукта натронной варки 1-(4-окси-3-метоксифенил)-пропанола-1. Рассмотрение спектров этих продуктов показало их полную идентичность (изоэвгенол и продукт его полимеризации). Однако наряду с указанными продуктами бензолом частично извлекался резорцин, который можно удалить обработкой бензолрастворимых водой. Интересующий нас продукт должен находиться в бензолнерастворимой части. В связи с тем, что в опытах мы брали большой избыток резорцина, то в бензолнерастворимой части содержалось значительное его количество. Бензолнерастворимая часть растворялась при нагревании в ограниченном объ-

еме воды, что обусловлено хорошей растворимостью резорцина в воде и способностью концентрированного водного его раствора растворять образующийся продукт. Если это так, то сильным разбавлением раствора мы сможем снизить его растворяющую способность и высадить продукт реакции, что полностью подтвердилось. Высаженный продукт — вязкое масло, в одном из опытов продукт сразу закристаллизовался и после перекристаллизации из водного спирта имел т. пл. 152—153°, $\lambda_{max} = 282,5$ мкм и содержал 11,4% OCH_3 групп. Для его метилового эфира, полученного метилированием диметилсульфатом, найдено: С — 71,1%; Н — 7,7%; OCH_3 — 37,1%; М (криоскопия в диоксане) = 280, т. кип. 250—256° при 10 мм рт. ст.

По выше приведенной схеме из 1-(4-окси-3-метоксифенил)-пропанола-1 под влиянием щелочи первоначально образуется изоэвгенол. Если предположить, что изоэвгенол реагирует с резорцином, то в случае взаимодействия одного моля резорцина с одним молем изоэвгенола в щелочных условиях можно представить образование структуры I или II



Согласно данным о полученном продукте, нельзя допустить, чтобы к изоэвгенолу присоединялось больше одного моля резорцина. По содержанию OCH_3 групп и по элементарному составу наше соединение подходит под структуру I — 1-(4-окси-3-метоксифенил)-1-(2,4-диоксифенил)-пропан. Для структуры I вычислено 11,3% OCH_3 групп, найдено — 11,4% OCH_3 групп. Для метилового эфира I вычислено OCH_3 — 39,2%; С — 72,15%; Н — 7,59%, найдено OCH_3 — 37,8%; С — 71,0%; Н — 7,7%. Для структуры II вычислено 11,3% OCH_3 групп, для метилового эфира — 30,8% OCH_3 групп. Выделенный продукт имел максимум поглощения, сдвинутый в сторону более длинных волн ($\lambda_{max} = 282,5$ мкм), и коэффициент молярного погашения 5906, что хорошо согласуется с дифенилметановой структурой [1]. Для указанного продукта и его диметилового эфира приведены ИК-спектры, которые также находятся в согласии со структурой 1-(4-окси-3-метоксифенил)-1-(2,4-диоксифенил)-пропана.

Чтобы выяснить, как влияет количество молей резорцина на сдвиг реакции в нужную сторону, мы провели варки 1-(4-окси-3-метоксифенил)-пропанола-1 с разным содержанием резорцина. Варки проводили при температуре 120°C, когда элементы воды отщепляются нацело и процесс полимеризации проходит в малой степени, и при 170°C, когда полимеризация протекает приблизительно на 70—80% [4]. Полученные данные приведены в табл. 1 (модуль 1 : 20).

Из приведенных в табл. 1 данных (опыты 1, 2 и 3) видно, что с повышением температуры выход бензолрастворимых продуктов несколько возрастает при одинаковом числе молей резорцина. Можно считать, что двух молей резорцина на один моль 1-(4-окси-3-метоксифенил)-пропанола-1 вполне достаточно для сдвига реакции в нужную сторону.

Таблица 1

№ опыта	Исходный продукт (г)	Количество резорцина, г (молей)	Продолжительность варки, час	Температура варки, °С	Бензолрастворимая часть			Бензолнерастворимая часть*	
					г	% ОСН	% от исходной навески по содержанию ОСН ₃	г	% ОСН
1	α-гваяциллпропанол (8,15)	28,12 (6)	10	120	1,85	13,6	18	5,75	9,4
2	α-гваяциллпропанол (5,0)	7,1 (2)	3	170	2,4	13,3	23	4,25	8,08
3	α-гваяциллпропанол (6,8)	24,5 (6)	3	170	2,2	17,95	28	9,97	2,1
4	Изоэвгенол (8,15)	28,12 (6)	10	120	0,9	10,8	6,3	6,5	12,8
5	Изоэвгенол (1,5)	3,0 (3)	3	170	1,0	13,0	20,0	1,6	8,8

* По принятой нами методике эфирный экстракт обрабатывали несколько раз водой для удаления избыточного резорцина. Поэтому приведенные в таблице выходы бензолнерастворимых продуктов меньше действительно полученных, так как нам была неизвестна растворимость полученного продукта в присутствии резорцина в воде.

Чтобы проверить, что реакция взаимодействия 1-(4-окси-3-метоксифенил)-пропанола-1 с резорцином идет по выше указанному механизму, нами была проведена щелочная варка изоэвгенола с резорцином (опыты 4 и 5). Из рассмотрения данных этих опытов видно, что выход продуктов приблизительно такой же, как и в случае варки 1-(4-окси-3-метоксифенил)-пропанола-1 (опыты 1, 2 и 3). По УФ- и ИК-спектрам эти продукты были аналогичны полученным выше. Бензолнерастворимые части объединены, продукт реакции резорцина с изоэвгенолом выделен из бензолнерастворимых, затем метилирован диметилсульфатом, и эфир перегнан в вакууме (10 мм рт. ст.). Получены следующие фракции: первая — т. кип. 115°, 8,8% от исходной навески — метиловый эфир резорцина; вторая — т. кип. 250—256° — 50%; ОСН₃ — 37% и остаток 36% с содержанием ОСН₃ групп — 34%. Для фракции 2 и остатка сняты ИК-спектры, которые были совершенно аналогичны.

Сравнение УФ- и ИК-спектров продукта варки изоэвгенола и 1-(4-окси-3-метоксифенил)-пропанола-1 с резорцином показало, что в обоих случаях получается одно и то же соединение. При применении избытка резорцина можно предотвратить вторичную реакцию полимеризации. Совершенно идентичный продукт с большим выходом получен нами при варке изоэвгенола с резорцином в присутствии соляной кислоты.

Ранее было показано [2], [3], что эфирорастворимая часть резорцинлигнина, полученного натронной варкой еловой древесины с резорцином, имела низкий молекулярный вес (320) и в виде метиловых эфиров перегонялась при пониженном давлении приблизительно наполовину. По имеющимся данным, перегон не что иное как продукт присоединения резорцина к структурной единице лигнина. Известно, что простейшая структурная единица елового лигнина — структура гваяциллпропана. Однако структурные единицы лигнина отличаются от применяемой нами модели наличием, кроме бензильноспиртовых гидроксильных групп, других спиртовых гидроксидов в пропановой цепочке. Поэтому выделенный из эфирорастворимой части резорцинлигнина продукт должен отличаться от полученного нами при варке 1-(4-окси-3-метоксифенил)-пропанола-1 с резорцином наличием спиртовых

гидроксиров. Присутствие этих гидроксиров в боковой цепочке практически не оказывает никакого влияния на УФ-спектр (для продукта из резорцин-лигнина $\lambda_{max} = 282,5$ мкм, для продукта из модельного спирта $\lambda_{max} = 282,5$ мкм), но отразится на ИК-спектре. Для проверки нами сняты ИК-спектры основных фракций 2, 3, 4 (выделенных ранее описанным способом [13]) перегона эфирорастворимой части резорцин-лигнина и сравнены с ИК-спектром продукта варки модельного спирта. Основные фракции, выделенные из резорцин-лигнина, имели в области 3642 см^{-1} четко выраженную полосу, обусловленную валентными колебаниями групп ОН.

Экспериментальная часть

Синтезирован 1-(4-окси-3-метоксифенил)-пропанол-1 [5], т. пл. $83-84^\circ$. Применяемый в опытах изоэвгенол перегнан в вакууме. Продукт кипел при 10 мм рт. ст. и температуре $132-133^\circ$, $n_D^{20} = 1,5750$, $\lambda_{max} = 261 \text{ мкм}$ (спирт) [5].

Варки проведены при 120 и 170°C , модуль 1:20. Во всех случаях продукты высажены углекислотой, извлечены эфиром, а экстракты извлечением бензолом разделены на бензолрастворимые и бензолнерастворимые. Фракции 2, 3, 4 получены из перегона метилированной эфирорастворимой части резорцин-лигнина [3].

УФ-спектры продуктов сняты на спектрофотометре СФ-4а в спирте, ИК-спектры сняты на приборе ИКС-14, призма NaCl, толщина слоя $0,1 \text{ мм}$. Растворителем служил хлороформ. Концентрация 5%. В области 3000 см^{-1} спектры записаны в тех же условиях. Призма LiF. Концентрация 5—10%.

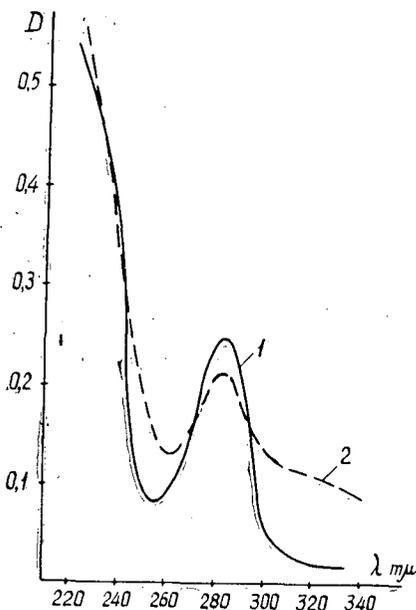


Рис. 2.

1 — УФ-спектр 1-(3,4-диметоксифенил)-1-(2,4-диметоксифенил)-пропана;
2 — УФ-спектр фракции II, выделенной из метилированной эфирорастворимой части резорцин-лигнина.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Гилем, Е. Штерн. Электронные спектры поглощения органических соединений, 1957, стр. 173. [2]. М. Я. Зарубин, Д. В. Тищенко. ЖПХ, 35, № 12, 2724, 1962. [3]. М. Я. Зарубин, В. И. Рябых. Натронная варка еловой древесины с добавками фенолов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1966. [4]. М. Я. Зарубин. О механизме действия кислот и щелочей на лигнин. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1966. [5]. L. Lang. Absorption Spectra in the ultraviolet and Visible Region.

Поступила в редакцию
1 июля 1966 г.

УДК 681.14 — 523.8 : 634.0.383.3

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

ПРИМЕНЕНИЕ ЭВМ ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОДОРОГ

А. М. КУЛЕБЯКИН, В. И. СКРЫПНИК

(КарНИИЛПХ)

Опыт работы ряда дорог с покрытием из железобетонных плит показал их высокую эффективность. Однако важный фактор, сдерживающий широкое применение покрытий из железобетонных плит, — значительная стоимость типовых плит. Один из путей снижения расхода стали и бетона на изготовление плит, а следовательно, их удешевления — применение предварительно напряженного железобетона.

В 1966 г. в лаборатории дорожного строительства КарНИИЛПХа с помощью машины «Минск-1» решена задача определения оптимальных размеров ячеистых, предварительно напряженных плит как для магистралей, так и для усов лесовозных дорог.

При решении этой задачи были увязаны все величины, сопряженные с взаимодействием плит с основанием под движущейся нагрузкой, их конструктивными особенностями и технологией изготовления. Из множества вариантов, удовлетворительных по трещиностойкости и прочности плит, был выбран наиболее экономичный, который и принят как оптимальный.

В основу расчета внешнего момента, действующего в плите, положена теория М. И. Горбунова-Посадова, рассматривающая плиту как полосу на упругом основании [2]. Воздействие колес автомобиля на плиту учитывали динамическим коэффициентом. Проектирование вариантов плит и расчет их трещиностойкости и прочности производили согласно требованиям СН и П П — В — 1 — 62 «Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования» и СН и П П — Д — 2 — 62 «Автомобильные дороги. Материалы и изделия».

Для расчета приняты следующие данные: расчетный автомобиль МАЗ-501 с прицепом-роспуском 2Р-15; нагрузка на колесо 4,5 т; динамический коэффициент для середины плиты 1,1, для стыка плиты 1,5; коэффициент перегрузки 1,2. Таким образом, расчетная нагрузка для середины плиты составила 6,0 т, для стыка плит — 8,0 т.

Так как величина изгибающего момента, возникающего в верхней зоне плит от действия заднего колеса автомобиля и прицепа, по данным эксперимента и расчетам не превышает 90—95% от появляющегося в нижней зоне изгибающего момента, то для верхних и нижних сеток плиты принимается равное количество арматуры. Расчет проведен для оснований с модулями деформации, характерными для магистралей и усов лесовозных дорог, что для нежестких дорожных одежд соответствует величинам 200 и 65 кг/см². Учитывая рекомендации СоюзДОРНИИ о повышении модуля деформации основания (при расчете жестких дорожных одежд) в 3—4 раза, значения модуля мы увеличили до 600 и 200 кг/см² соответственно для магистрали и усов*. Марку бетона плит меняли от 300 до 500 кг/см². Марка стали, напрягаемой в продольном направлении, — высокопрочная проволока Ø 5 мм (по ГОСТу 8480—57). Контролируемое напряжение проволоки — 0,75 от предела прочности. В поперечном направлении и для монтажных петель принята сталь марки СТ-3. По данным экспериментов, в плите в поперечном направлении действует незначительный изгибающий мо-

От редакции. Из имеющегося в литературе экспериментального материала по испытаниям переносных железобетонных плит можно видеть, что в данном случае принятые в расчете модули деформации завышены.

мент (ширина плиты 1,0 м). Продольная трещина может возникнуть в предварительно напряженной плите только возле широкой поперечной трещины, где в поперечном направлении трещиностойкость не обеспечена. Поэтому количество поперечной напрягаемой арматуры назначают из условия удержания случайных продольных трещин [1]

Однако, учитывая необходимость увеличения поперечной арматуры у стыков, расход стали СТ-3 на поперечное армирование принимают равным 0,9 от расхода высокопрочной стали в продольном направлении. Кроме того, учитывают расход стали на монтажные петли, отнесенный к 1 м² плиты. Толщина защитного слоя для верхней арматуры равна 3 см, для нижней — 2,5 см.

С изменением толщины плиты менялся объем ячеек плиты, так как расстояние от верха ячейки до верхней поверхности плиты оставалось постоянным и равнялось 5 см. Общая ширина ячеек в поперечном направлении принята равной 40 см, в продольном направлении — 75 см на 1 пог. м длины. Производственная проверка ячеистых плит конструкции КарНИИЛПХа ПНД-3,1 и ПНД-1,5 м, имеющих подобное же соотношение между размерами ячеек и плиты, показала, что конструкции этих плит вполне работоспособны. Стоимость 1 м³ плиты определяли по усредненным расчетным стоимостям арматуры и бетона в «деле» (по данным П. Л. Пастернака [3]).

Алгоритм решения задачи предусматривал следующую последовательность операций.

1. Принимаем один из вариантов длин плиты при определенной марке бетона и модуле деформации основания.

Для одной из толщин плиты находим внешний изгибающий момент в зависимости от показателя гибкости по формуле

$$M_{\text{вн}} = \bar{M}lp,$$

где $\bar{M}_{\text{вн}}$ — табличное значение изгибающего момента, определяемого (по таблицам М. И. Горбунова-Посадова [2]) в зависимости от величины t

$$t = \frac{(1 - \nu_1^2) \pi E_0 b l^3}{(1 - \nu_0^2) 4 E_1 I}$$

где ν_1 и ν_0 — коэффициенты Пуассона для бетона и грунта;

E_1 — модуль упругости бетона, кг/см²;

E_0 — модуль деформации основания, кг/см²;

I — момент инерции сечения плиты, см⁴;

b — ширина плиты, см;

l — полудлина плиты, см;

p — расчетная нагрузка на плиту, кг.

При этом t меняется от 0 до 10. Если $t > 10$, то изгибающий момент определяют по формуле

$$M = \bar{M}'Lp,$$

где \bar{M}' — табличное значение изгибающего момента для бесконечной плиты, равно 0,38;

L — показатель гибкости бесконечной плиты, см.

$$L = \sqrt[3]{\frac{2E_1 I (1 - \nu_0^2)}{bE_0 (1 - \nu_1^2)}}$$

2. Для этих геометрических размеров плиты подсчитывали изгибающий момент, который может выдержать сечение при изменениях количества арматуры от 10 прутков до количества, удовлетворяющего условию

$$M_{\text{вн}} \leq M_{\text{тр}} \leq M_{\text{пр}},$$

где $M_{\text{тр}}$ — момент трещинообразования сечения, кг·см;

$$M_{\text{тр}} = \overline{m}_T (F_{\text{н}} + F'_{\text{н}}) \sigma_0 (r_{\text{я.в}} + l_0) + R_T W_6,$$

где $F_{\text{н}}$ и $F'_{\text{н}}$ — площади сечения нижней и верхней напрягаемой арматуры, см^2 ;

\overline{m}_T — коэффициент точности натяжения арматуры, равный 0,9;

σ_0 — напряжения в арматуре с учетом всех потерь, кг/см^2 ;

$r_{\text{я.в}}$ — расстояние от центра тяжести приведенного сечения плиты до верхней ядерной точки, см ;

l_0 — расстояние от центра тяжести приведенного сечения до равнодействующих усилий в арматуре $F_{\text{н}}$ и $F'_{\text{н}}$, см ;

R_T — расчетное сопротивление бетона при растяжении, кг/см^2 ;

W_6 — момент сопротивления приведенного сечения с учетом пластических свойств бетона, см^3 ;

$M_{\text{пр}}$ — расчетный изгибающий момент сечения плиты по прочности, $\text{кг} \cdot \text{см}$

$$M_{\text{пр}} = bx \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) R_{\text{н}} + F'_{\text{н}} \sigma_{\text{с}} (h_0 - a'_{\text{н}}),$$

где x — высота сжатой зоны бетона, см ;

h_0 — рабочая высота сечения, см ;

$R_{\text{н}}$ — предел прочности бетона на сжатие при изгибе, кг/см^2 ;

$\sigma_{\text{с}}$ — напряжения в арматуре $F'_{\text{н}}$ при разрушении бетона от сжатия, кг/см^2 ;

$a'_{\text{н}}$ — толщина верхнего защитного слоя, см .

Если $x < a'_{\text{н}}$ (то есть верхняя арматура находится за пределами сжатой зоны), то изгибающий момент рассчитывают по формуле

$$M_{\text{пр}} = bx \left(h_0 - \frac{x}{2} \right).$$

Максимальное армирование ограничивается условием $x \leq 0,55h_0$.

3. Подобный расчет производили для всех толщин плит от 16 до 7 см с шагом в 1 см.

4. Подсчет расхода бетона, продольной и поперечной арматуры, а также стоимости плит.

5. Вывод на печать варианта сечения плиты с минимальной стоимостью для данной длины, для принятой марки бетона и модуля деформации основания.

6. Аналогичный расчет производили для плит из других марок бетона, а также для других модулей деформации основания.

7. Переход к следующему варианту по длине плит; при этом длину меняли от 130 до 450 см с шагом в 10 см. Максимальную длину плиты выбирали в соответствии с величиной базы расчетного автомобиля (чтобы на плите одновременно не находились два его колеса).

Всего было просчитано более 8 тысяч вариантов плит, из них — 1636 вариантов, удовлетворяющих требования по трещиностойкости и прочности. Выводили на печать 192 минимальных по стоимости варианта плит, каждый из которых соответствует определенной длине плиты, марке бетона и модулю деформации основания. Оптимальная толщина плит колебалась от 8 до 10 см. Анализ вариантов конструкций плит для модуля деформации 65 кг/см^2 показал, что при длине плит от 1,8—2,0 м (в зависимости от применяемой марки бетона) до 4,5 м стоимость 1 м^2 плиты остается постоянной. Практика показала, что только при длине 1,5—2,0 м обеспечивается схема работы плит, принятая в расчете. Поэтому для усов лесовозных дорог нельзя рекомендовать длину плиты более 2,0 м.

Экономические показатели плит, полученные в результате расчета на ЭВМ, приведены в табл. 1.

Анализ табл. 1 показывает, что при снижении толщины плиты до 8—9 см и, следовательно, при увеличении ее гибкости значительно сокращается расход стали и бетона и снижается на 17—20% стоимость.

Таблица 1

Конструкции плит	Марка бетона, кг/см ²	Модуль деформации основания, кг/см ²	Толщина плиты, см	Длина плиты, см	Расход СТ-3, кг	Расход высокопрочной арматуры, кг	Расход бетона на 1 м ² покрытия, м ³	Стоимость 1 м ² плиты, руб.
Для усов лесовозных дорог	300	65	9	200	4,03	3,97	0,078	4,58
	400	65	8	200	4,30	4,28	0,071	4,70
	500	65	8	200	4,30	2,28	0,071	4,81
Для магистралей	300	200	8	450	2,93	2,75	0,071	3,86
	400	200	8	450	2,93	2,75	0,071	4,14
	500	200	8	450	2,65	2,44	0,071	4,14
ЦНИИМЭ—МАДИ:								
МН-1	300	100	12	300	3,48	3,95	0,086	4,87
МН-2	300	100	12	600	2,76	4,00	0,084	4,65

Увеличение гибкости плит из бетона марки 300 приводит к некоторому снижению их стоимости (от 2 до 6%) по сравнению с плитами из бетона марки 400. Дальнейшее повышение марки бетона плит до 500 практически не влияет на их стоимость.

Так как применение более высоких марок приводит к улучшению сцепления арматуры с бетоном, а следовательно, увеличивает работоспособность плит, то следует, по-видимому, рекомендовать при изготовлении предварительно напряженных плит бетон марок 400 и 500.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. В. Аксенов, Н. Г. Зайцев, В. А. Лебедев, И. М. Попов, Н. А. Табаков. Система автоматизации программирования для ЦВМ «Минск-1». Карельское книжное издательство, Петрозаводск, 1966. [2]. М. И. Горбунов-Посадов. Расчет конструкций на упругом основании. Госстройиздат, М., 1953. [3]. П. А. Пастернак. Железобетонные конструкции. Госстройиздат, 1961.

Поступила в редакцию
25 января 1967 г.

УДК 65.011.56

ИССЛЕДОВАНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАГРУЗКИ ОПЕРАТОРОВ РАСКРЯЖЕВОЧНЫХ АГРЕГАТОВ С ПОМОЩЬЮ СХЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ*

А. А. КУДИНОВ

(Московский лесотехнический институт)

Психологическая нагрузка оператора определяется информацией, поступающей к нему и характеризующей хлыст, а также сложностью процесса переработки этой информации для выработки оптимальной программы на раскряжевку каждого конкретного хлыста. Отсюда следует необходимость раздельной оценки времени восприятия и времени переработки информации оператором.

Количественная оценка информации, характеризующей параметры хлыстов, достаточно полно изложена в ряде работ [1], [2], [3]; в них теоретически доказана психологическая перегрузка операторов раскряжевочных агрегатов.

В связи с отсутствием автоматических раскряжевочных агрегатов с программным управлением и сложностью выделения психологических факторов, требующих тщательного изучения при их исследовании, по нашему мнению, наиболее перспективны методы моделирования.

В данной статье мы излагаем методику и приводим результаты изучения психологических факторов с помощью схем моделирования процессов раскряжевки при ручном и автоматическом назначении программы.

Структурные схемы моделирования представлены на рис. 1, а и б (1 — модель хлыста (цветное фото); 2 — оператор; 3 — модель раскряжевочного агрегата; 4 — регистрирующее устройство; 5 — модель программирующего устройства).

Модели хлыстов (позиция 1) — цветные их фотографии (снятые на фотопленку ЦО-2). Были взяты четыре породы — сосна, ель, береза и

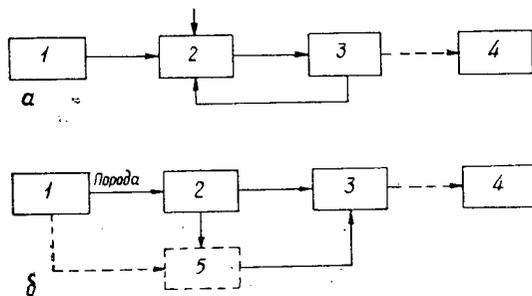


Рис. 1.

* Работа выполнена под руководством проф., доктора технических наук Г. А. Вильке.

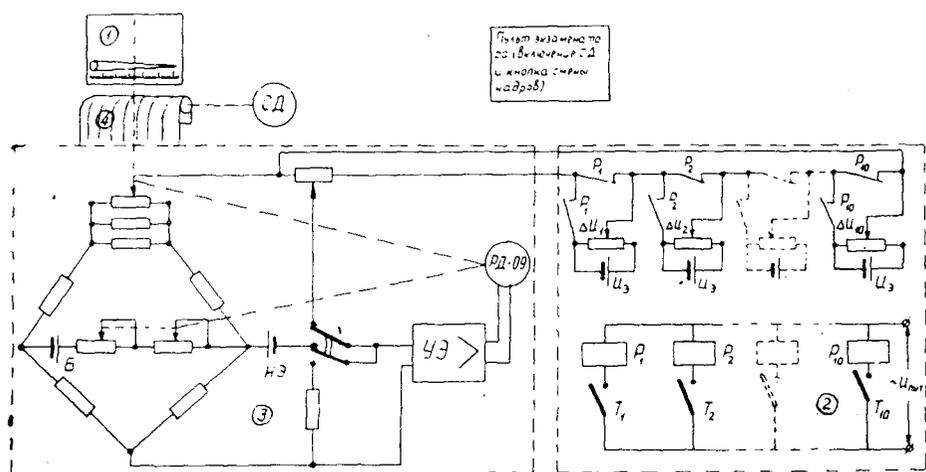


Рис. 2. Электрическая схема экспериментальной установки.

осина. Испытуемые операторы (два) — учащиеся старших курсов политехнического техникума.

Конструкции моделей и принцип действия раскряжевочного агрегата и программирующего устройства с записью временных интервалов и программ (позиции 3, 5 и 4) видны из электрической схемы, приведенной на рис. 2.

Электрическая схема модели раскряжевочного агрегата построена на основе измерительной мостовой схемы одноточечного потенциометра ЭПП-09 с дополнительной градуировкой шкалы. Работа измерительной схемы ЭПП-09 подробно изложена в справочной литературе, поэтому в данной статье не приведена.

На вход измерительной схемы подается сигнал с логического устройства пульта (2) оператора. Программу оператор назначает с помощью тумблеров T_1 — T_{10} . С включением ряда тумблеров включается

Распределение времени количества отказов

Время, сек.						
интервала предъявления информации цветного изображения хлыста	получения информации, составления программы и решения на 1-й рез (1 этап)	решения на 2-й рез (2 этап)	решения на 3-й рез (3 этап)	решения на 4-й рез (4 этап)	решения на 5-й рез (5 этап)	решения на 6-й рез (6 этап)
5	Оператор в конце первого и второго предъявления информации сбивался и затем отказывался от продолжения опытов					
7	1,70	0,69	0,46	0,20	0,10	0,10
10	3,43	0,97	0,84	0,48	0,20	0,10
15	4,50	1,31	1,25	1,15	0,85	0,20
20	6,05	1,40	1,35	1,25	1,25	0,60
Сразу же после назначения программы предыдущего хлыста	6,68	1,82	1,58	0,97	0,80	0,50

определенное число обмоток реле, нормально открытые контакты которых подсоединяют потенциометрические датчики, имитирующие длину и название сортимента.

На экране 1 эти длины моделируются передвижением стрелки индикатора (пилы)

$$l_i = k\Delta U_i, \quad (1)$$

где l_i — длина сортимента;

k — некоторый масштабный коэффициент;

ΔU_i — напряжение i -того датчика, соответствующее i -тому сортименту

$$\Delta U_i = U_s \frac{R_i}{R}, \quad (2)$$

где U_s — эталонное напряжение датчика;

R_i — сопротивление i -того датчика;

R — сопротивление потенциометра.

Очевидно, общее напряжение на входе в измерительную схему модели раскряжевочного агрегата определяется числом сортиментов в принятой для каждой конкретной модели хлыста программе.

Программу назначали на основе соблюдения двух условий оптимальности процесса раскряжевки [4] — выхода наибольшей цилиндрической кубатуры и наибольшего выхода плановых сортиментов (пиловочника) (программу можно также представить как набор некоторого количества сортиментов длиной в 1; 1,6; 2,3; 2,7; 3; 4; 4,5; 5,5; 6,5 и 8 м). При соблюдении этих условий были составлены программы с учетом породы и индивидуальных особенностей каждого хлыста. Программы, выдаваемые оператором, сравнивали с предварительно составленными программами и оценивали их оптимальность.

Методика проведения эксперимента заключалась в следующем. Были приняты режимы работы оператора для схемы рис. 1, а: а) оператор назначает программу раскряжки по каждому конкретному изображению хлыста, появляющемуся на экране. Интервалы времени смены изображений для серии контрольных замеров принимали соответственно 5, 7, 10, 15 и 20 сек; б) изображения хлыстов на экране сменялись сразу после назначения программы раскряжки предыдущего хлыста (так называемый

Таблица 1

психологических затрат,
и оптимальных программ

решения на возврат пилы в исходное положение (7 этап)	ожидания новой команды (информации) (8 этап)	общее психологической нагрузки (включая и ожидание)	Количество испытуемых в опытах	Общее количество контрольных замеров (без отказов)	Количество отказов (сбоев) в опытах, % ко всему количеству	Количество оптимальных программ, выданных оператором, % ко всему количеству
		5	2	45	99,0	—
0,69	1,31	5,25	2	126	21,0	—
0,83	1,40	8,25	1	60	10,6	11,7
0,89	3,10	13,25	1	40	6,1	18,1
1,45	4,45	18,25	1	42	4,5	45,0
2,50	—	14,85	2	284	2,5	48,0

«свободный» режим); в) изображения хлыстов на экране сменялись только после назначения оператором оптимальной программы раскроя предыдущего хлыста.

По схеме рис. 1, б оператору ставилось условие опознавать лишь породу хлыста с помощью включения одного из четырех тумблеров. Количество тумблеров определяется числом принятых в эксперименте пород хлыстов.

Общий контроль за выполнением работ по назначению оператором программ раскроя осуществлял экзаменатор (автор статьи). Программы и время, затрачиваемое на восприятие изображения, на переработку поступающей с этим изображением информации и выдачу команды на модель пилы, фиксировали с помощью регистрирующего автоматического устройства (позиция 4 на рис. 2). Операторы проходили предварительную тренировку по оптимальной раскряжевке хлыстов в течение пяти смен. Контрольные замеры проводили во время максимальной сменной производительности оператора (через 1,5 часа после начала работы).

Порядок проведения эксперимента был следующим: 1) оператор готовил экспериментальную установку к работе и занимал рабочее место; 2) экзаменатор включал регистрирующее устройство, подавая изображение проекционным аппаратом на экран; 3) оператор в установленном режиме в зависимости от схемы эксперимента назначал программу раскряжевки или определял породу; 4) во всех режимах работы оператор по окончании назначения программы должен возвращать тумблеры в исходное положение; при этом стрелка прибора (модель пилы) устанавливается на нуль; 5) после обработки диаграммной ленты регистрирующего устройства результаты фиксируют в рабочем журнале наблюдений.

Результаты обработки данных эксперимента, проведенного в режимах а и б по схеме рис. 1, а, сведены в табл. 1.

Выводы

1. С помощью моделирующих методов можно оценить психологическую загрузку оператора по временному фактору психологических затрат.

2. Наибольшее время психологических затрат приходится на оценку всего хлыста в целом и назначение программы раскряжевки, что выражается в эксперименте относительно большим временем назначения первого реза.

3. В «свободном» режиме (когда изображения сменяются после назначения программы) время психологических затрат уменьшается вследствие исключения времени ожидания изображения следующего хлыста.

4. Количество оптимальных программ повышается с увеличением времени на оценку хлыста. Экспериментально получено значение времени, при котором оптимальность близка к 100%. Оно составило 57,4 сек.

5. Время опознавания оператором только породы с фиксацией соответствующего блока пород по экспериментам составляет около 3 сек, что соответствует производительности, намного превышающей производительность проектируемых автоматических раскряжевочных агрегатов с программным управлением.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. А. Вильке. О психологической нагрузке оператора раскряжевочного агрегата. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966. [2]. А. А. Кудинов. Определение критериев психологической нагрузки человека — оператора раскряжевочного агрегата. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966. [3]. Л. В. Леонов. О количестве информации, определяющей сучковатость хлыстов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966. [4]. В. С. Петровский. Алгоритмизация раскряжевки хлыстов. Журн. «Лесная промышленность» № 7, 1963.

Поступила в редакцию
7 октября 1967 г.

УДК 634.0.6

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ БЮДЖЕТОВ
СЕМЕЙ РАБОЧИХ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
СРЕДНЕГО УРАЛА**

И. И. ПЕРШИНА

(Уральский лесотехнический институт)

Мы провели обследование бюджетов семей рабочих Ново-Лялинского лесопромышленного узла Свердловской области. Обследованым охвачена 131 семья (610 чел.) рабочих, связанных с заготовкой и переработкой древесины.

В табл. 1 сопоставляются данные нашего обследования с материалами облстатуправления Свердловской области о бюджетах 721 семьи рабочих фабрично-заводской промышленности (металлургической, машиностроительной, легкой, пищевой и др.).

Таблица 1

Члены семьи (среднее на 100 семей)	Состав семей в 1964 г.	
	рабочих фабрично-заводской промышленности Свердловской области	рабочих лесной промышленности Свердловской области
Всего	346	469
Из них:		
работающих	165	185
пенсионеров	14	18
стипендиатов	2	7
иждивенцев	165	259

Как видно из таблицы, средняя семья рабочих лесной промышленности больше средней семьи рабочих по области. На 100 человек работающих в семьях промышленных рабочих Свердловской области приходилось 100 иждивенцев, а в лесной промышленности 140 (преимущественно детей и домохозяек). Отсюда следует, что для работников лесной промышленности особо важное значение будет иметь претворение в жизнь решений XXIII съезда КПСС по повышению жизненного уровня населения: увеличение капиталовложений в строительство детских учреждений, расширение ассортимента детских товаров в торговых точках лесных поселков и снижение цен на них и т. д. Относительно большой состав семей ставит актуальную задачу обеспечения работой трудоспособных членов и тем самым пополнения семейного бюджета. В решении этой задачи важное значение имеет развитие химико-механической переработки древесины в районах заготовки, комбинирование лесозаготовок с лесопереработкой. Влияние комплексного развития производства на занятость и денежные доходы семьи показано в табл. 2.

Таблица 2

Пункты	Число работающих в среднем на одну семью	Удельный вес, % к общей сумме заработной платы*		Среднегодовая сумма зарплаты на одного члена семьи, % к 1-ой строке
		зарплаты основного работника	зарплаты остальных членов семьи	
Поселок 59 квартала Ново-Лялинского района	1,67	74,97	25,03	100,00
г. Лобва	1,91	71,57	28,43	106,98

* Зарплата взята за вычетом налогов.

Анализ табл. 2 показывает, что в поселке 59 квартала, где производство узко специализировано (лишь заготовка леса), число работающих в среднем на одну семью на 14,4% меньше, чем в г. Лобве, где, кроме леспромхоза, имеется лесокombинат, гидролизный завод и предприятия культурно-бытового обслуживания. С участием в общественном производстве других членов семьи увеличивается и общий денежный доход в семье, который включает не только заработную плату, но и другие поступления.

Таким образом, создание лесопромышленных комплексов и развитие лесопереработки в районах заготовки, о чем особо говорится в решении XXIII съезда КПСС, будет способствовать повышению жизненного уровня тружеников лесной промышленности в связи с поднятием эффективности производства и лучшим использованием древесного сырья.

Структура денежных доходов семей рабочих лесной промышленности показывает, что большую часть денежного дохода составляет заработная плата. Удельный вес ее в семьях рабочих лесной промышленности выше, чем в других отраслях промышленности Свердловской области.

В семьях рабочих лесной промышленности несколько ниже удельный вес пенсий, несмотря на наличие большего количества пенсионеров на 100 семей (табл. 1). Это связано с меньшими размерами самих пенсий (часть пенсионеров в прошлом была колхозниками, а работа в лесной промышленности носила сезонный характер). С другой стороны, в этих семьях выше удельный вес стипендий, что связано с большим количеством обучающихся в техникумах и вузах (табл. 1).

Более низкий удельный вес денежных дотаций от предприятий и организаций, а также поступлений от государства объясняется несколькими причинами: 1) в части семей рабочих лесной промышленности дети воспитываются дома из-за нехватки детских дошкольных учреждений; 2) в 1964 г. в семьях было больше школьников, чем дошкольников; 3) невелики поощрительные фонды предприятий.

От личного подсобного хозяйства семьи получают большую часть овощей, картофеля, яиц, молока. Попытки преждевременной ликвидации личного подсобного хозяйства могут нанести ущерб в деле повышения жизненного уровня работников лесной промышленности.

Жизненный уровень семей рабочих лесной промышленности, как и других отраслей, не определяется одними лишь денежными доходами и натуральными поступлениями от личного домашнего хозяйства. Важную роль в повышении благосостояния каждой семьи играют поступления из общественных фондов потребления. По крупнейшим лесозаготовительным трестам и комбинатам Урала расход государства на содержание одного ребенка в детских дошкольных учреждениях в год ко-

леблется от 247 до 281 руб. *. Обучение одного ребенка из семьи рабочего лесной промышленности в течение года в начальной школе поселка 59 квартала Ново-Лялинского района обходится государству в 74 руб., в средней школе г. Новая Ляля — 86 руб., а в школе-интернате — 112 р. 50 к. На обучение студента в лесотехническом институте г. Свердловска государство затрачивает 850 руб. в год. Каждая семья, имеющая школьников и студентов, получает, таким образом, «невидимый» доход.

Невидимые доходы поступают в других формах (бесплатное медицинское обслуживание, оплачиваемый отпуск, льготные путевки). Каждый рабочий-лесозаготовитель получает спецодежду и спецобувь.

Государство и предприятия расходуют значительные средства на проведение культурно-массовой работы: создание красных уголков, развитие художественной самодеятельности, чтение бесплатных лекций, пополнение литературой библиотек и т. д. Так, например, в Ново-Лялинском леспромхозе на культурно-массовые мероприятия ежегодно затрачивается 20—21 руб. на одного работающего, а на одного спортсмена-любителя около 10 руб.

Государство берет на себя значительную часть расходов по содержанию жилого фонда. В крупнейших трестах и комбинатах лесозаготовительной промышленности Урала эта цифра колеблется от 74,8 до 79,6% **.

Дотации на предоставление путевок сравнительно невысоки, что связано с небольшими размерами поощрительных фондов предприятий лесной промышленности, особенно леспромхозов. В 1964 г. на Ново-Лялинском целлюлозно-бумажном комбинате бесплатные и льготные путевки получили 15% обследованных семей, на Лобвинском лесокомбинате — 12,9%, а в Ново-Лялинском леспромхозе — 6,7%.

Таким образом, обследование жизненного уровня семей рабочих лесной промышленности позволяет сделать следующие выводы.

1. Доходы работников лесной промышленности Свердловской области несколько ниже средних показателей по всей промышленности области в целом. Этот факт является одной из причин высокой текучести рабочих кадров в лесной промышленности.

2. Многие из факторов повышения материального благосостояния рабочих семей лесной промышленности связаны с размерами поощрительных фондов предприятий. Рост этих фондов, в свою очередь, зависит как от работы коллектива предприятия, повышения эффективности производства, так и от правильной системы ценообразования на лесопродукцию и улучшения практики планирования.

3. Важное значение в повышении жизненного уровня семей работников лесной промышленности будут иметь мероприятия, связанные с воспитанием и обеспечением подрастающего поколения.

4. Личное подсобное хозяйство пока еще оказывает значительное влияние на формирование жизненного уровня работников лесной промышленности.

* По отчетным материалам трестов и комбинатов «Свердлес», «Тагиллес», «Тюменьлес», «Серовлес», «Алапаевсклес».

** Рассчитано по годовым отчетам трестов и комбинатов.

УДК 634.0.6

ПРИБЫЛЬ, РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСОСЕЧНОГО ФОНДА

И. Н. ВОЕВОДА

(Ленинградская лесотехническая академия)

Среди многообразных факторов, определяющих эффективность работы лесозаготовительных предприятий, одним из наиболее важных является качество лесосечного фонда. Чем выше качество древостоев, больше запас древесины на 1 га лесосеки, выше средний объем хлыста, тем, при прочих равных условиях, лучше должны быть результаты работы леспромхоза. Предприятие начинает осваивать в первую очередь лучшие участки сырьевой базы, а в их пределах брать прежде всего наиболее ценную древесину.

Это приводит к применению условно сплошных рубок, при которых значительная часть древесины остается на лесосеках. Так, изучая результаты деятельности 169 леспромхозов Западной и Восточной Сибири за ряд последних лет, работники Сибгипролеспрома установили, что условно сплошные рубки применяют почти все предприятия, в том числе и те, у которых лесовозные пути примыкают к железной дороге. При этом на лесосеках остается большое количество крупных и средних хвойных деловых сортиментов, сбыт которых сейчас не встречает затруднений. Из этого следует, что отсутствие возможности сбыта лиственной, а также дровяной и маломерной хвойной древесины — не единственная причина распространения условно сплошных рубок.

Изучая зависимость основных экономических показателей работы леспромхоза от степени полноты использования лесосечного фонда (на примере сырьевой базы, расположенной в Верхнекетском районе Томской области), мы установили, что другая серьезная причина широкого применения условно сплошных рубок следующая: дело в том, что хотя рост эксплуатационных затрат выше, чем при сплошных рубках в тех же условиях все же он менее значителен, чем сопутствующий рост стоимости товарной продукции. В результате леспромхоз, применяющий условно сплошные рубки, имеет лучшие возможности для выполнения задания по заготовке деловой древесины и может рассчитывать на получение большей прибыли, а следовательно, и большего поощрения, чем при сплошных рубках. Это положение иллюстрируется данными табл. 1. Изменение уровня использования лесосечного фонда достигалось путем последовательного исключения из рубок древесины самой низкокачественной и произрастающей в труднодоступных участках лесосек. При расчетах показателей объема производства по всем вариантам принимался одинаковым — 600 тыс. м³ в год. Состав лесосечного фонда до рубки — ЗС2К1ЕЗБ1Ос + П.

Уровень товарной продукции в табл. 1 исчислялся по ценам на древесину, введенным в действие с 1 января 1961 г., а себестоимость определена с учетом включения в затраты попенной платы, исчисленной по таксам 1961 г.

Таблица 1

Показатели	Единицы измерения	Значение показателей при уровне использования лесосечного фонда, %						
		100	90	80	70	60	50	40
Выход деловой древесины	%	62,6	69,3	77,2	83,7	87,2	87,9	90,0
Себестоимость лесопroduк- ции	руб./м ³	5,25	5,43	5,68	5,84	5,93	5,85	6,20
Товарная продукция	"	6,50	7,00	7,57	7,87	8,02	8,06	8,11
Прибыль	"	1,25	1,57	1,89	2,03	2,09	2,21	1,97
Рентабельность (отношение прибыли к основным производствен- ным фондам и оборот- ным средствам)	%	14,8	18,0	20,8	21,8	21,5	21,7	18,0

Как видно, ни цены, ни лесные таксы, действовавшие до 1 июля 1967 г., не обеспечивают стимулирования полного использования лесосечного фонда. Получается даже, что чем меньше леспромхоз вырубает древесины на лесосеке, тем больше он выигрывает в показателях прибыли и рентабельности. Это парадоксальное положение не устранилось и после введения в действие с 1 июля 1967 г. новых оптовых цен на лесопroduкцию и новых лесных такс на древесину (прейскуранты № 07—03 и № 07—01).

Результаты выполненных нами расчетов по определению уровня прибыли и рентабельности с применением этих новых преЙскурантов для условий той же сырьевой базы приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	Единицы измерения	Значение показателей при уровне использования лесосечного фонда, %						
		100	90	80	70	60	50	40
Проведение условно сплошных рубок разре- шено								
Прибыль	руб./м ³	2,10	2,56	3,03	3,07	3,09	3,29	3,02
		1,92	2,36	2,82	2,85	2,85	3,03	2,75
Рентабельность	%	24,0	28,4	32,4	31,6	30,7	31,4	26,7
		21,9	26,0	30,0	29,4	28,1	28,7	24,2
Проведение условно сплошных рубок не разрешено								
Прибыль	руб./м ³	2,10	2,55	3,01	3,01	2,96	3,01	2,55
		1,92	2,34	2,77	2,72	2,54	2,55	1,93
Рентабельность	%	24,0	28,3	32,2	31,1	29,3	28,5	22,3
		21,9	25,8	29,5	28,0	24,9	23,9	16,7

Рассматриваемый район по преЙскуранту № 07—01 отнесен к седьмому лесотаксовому поясу, но для выяснения действительной роли новых такс условно расчет прибыли и рентабельности нами был выполнен как для седьмого, так и для шестого лесотаксовых поясов (данные для седьмого пояса в табл. 2 приведены в числителе, для шестого — в знаменателе).

Если условно сплошная рубка разрешена, то в себестоимость включается только корневая стоимость вырубаемой части лесосечного фонда; если же она запрещена, но по тем или иным причинам имеет место, в затраты на производство входит корневая стоимость всего

лесосечного фонда, переданного в рубку и, кроме того, штраф в размере одинарной таксовой стоимости древесины, оставленной в лесосеках.

Каково значение попенной платы в формировании показателей прибыли и рентабельности при новых прејскурантных ценах, можно видеть из табл. 3 (в числителе данные при разрешении условно сплошных рубок; в знаменателе — при запрещении).

Таблица 3

Лесотаксовый пояс	Уровень попенной платы, руб./м ³ , при степени использования лесосечного фонда, %						
	100	90	80	70	60	50	40
Седьмой	0,23	0,25	0,28	0,30	0,32	0,33	0,35
	0,23	0,26	0,30	0,36	0,45	0,60	0,81
Шестой	0,41	0,44	0,48	0,52	0,55	0,58	0,61
	0,41	0,46	0,53	0,64	0,85	1,05	1,41

Из приведенных в табл. 3 сопоставлений следует, что для ряда многолесных районов страны (Томской, Иркутской, Читинской, Амурской областей, Красноярского, Приморского, Хабаровского краев, Коми и Бурятской АССР и др.) роль лесных такс и с введением нового прејскуранта в вопросах регулирования лесопользования остается весьма скромной. В рассмотренных нами примерах заметное влияние на уровень затрат в производстве попенная плата будет оказывать лишь тогда, когда в лесосеках будет оставлено более 30% древесины от запаса до рубки.

Оценивая значение новых лесных такс, следует особо подчеркнуть, что хотя при их разработке и была предпринята попытка стимулировать развитие заготовок древесины лиственных пород, но, на наш взгляд, это не может привести к большим изменениям в лучшую сторону. Средняя отпускная цена обезличенного 1 м³ древесины (деловой и дровяной) в хвойных древостоях, например, для условий Томской области, оказывается выше, чем лиственной, на 2—2,5 руб., тогда как разница в таксовой стоимости между ними не превышает 30—40 коп.

Таким образом, при разном уровне использования лесосечного фонда применение новых отпускных цен и лесных такс не обеспечивает предприятиям получение равной нормы прибыли и рентабельности. Вследствие этого с внедрением в жизнь новой системы планирования и экономического стимулирования производства леспромхозы будут заинтересованы в проведении условно сплошных рубок еще в большей мере, чем до сих пор.

Очевидно, разрабатывая мероприятия по внедрению в практику новой системы хозяйствования, необходимо иметь в виду также и эту особенность лесопромышленного производства.

Различие в нормах прибыли и рентабельности, возникающее в связи с применением условно сплошных рубок, является результатом особых условий производства, а не достижением коллектива данного предприятия. Поэтому любое превышение нормы прибыли в таких случаях необходимо рассматривать как дифференциальный доход, подлежащий передаче в распоряжение государства.

В перспективе изъятие этой части дифференциального дохода, по-видимому, в принципе окажется возможным осуществлять путем построения гибких отпускных цен и лесных такс, а также создания новых форм оценки результатов деятельности леспромхозов. В настоящее же время, по нашему мнению, эта задача может быть решена только введением специальных рентных платежей.

Применение рентных платежей, связанных с изъятием у леспромхозов части прибыли, полученной в результате использования условно сплошных рубок, с одновременным сохранением штрафных санкций за лесонарушения, резко улучшит использование лесосечного фонда, а положительные стороны новой системы экономического стимулирования производства проявятся более быстро.

УДК 631.8 : 674.032.475.442

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ПОДКОРМКИ
НА РОСТ СОСНЫ В КОТЛОВИНАХ ВЫДУВАНИЯ

С. А. КАЗАДАЕВ

(Воронежский государственный заповедник)

Внимания лесоводов заслуживают результаты многолетнего опыта Воронежского заповедника по подкормке минеральными удобрениями сильно ослабленного 10-летнего соснового насаждения.

Опыт проведен в культурах сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.), созданных весной 1949 г. посадкой однолетних сеянцев в плужные борозды на песчаном пустыре надлуговой террасы р. Усмань. Рельеф местности волнисто-бугристый. Опытные участки заложены в котловинах выдувания между буграми.

Лишь на самой поверхности котловин имеется еле заметный 3—5-сантиметровый гумусовый слой, ниже — однородный светло-палевый песок, с глубины 50—70 см с красновато-бурыми пятнами и прослойками. Уровень грунтовых вод в засушливое лето 1959 г. находился на глубине 180—235 см. Корни сосны расположены преимущественно в верхних 20—25 см песка и только некоторые углубляются до 50 см и более, достигая капиллярной каймы. Все находящиеся в котловинах деревца к началу опыта имели сильно подавленный рост, многие суховершинили. Средний диаметр их равнялся 2,92 см, средняя высота 2,48 м; на 1 га площади имелось 4535 деревьев; кроны были очень редкими, а хвоя короткой и желтеющей.

Удобрение опытных секций проведено 18 апреля 1959 г. Во избежание повреждения корней сосны вносили удобрения поверхностно, разбросным способом без последующей заделки. При этом были выбраны такие сочетания элементов питания, которые ранее показали наибольшую эффективность при подкормке 17-летнего насаждения, а именно NPCa, NKCa и NPKCa [1]. Для каждого сочетания заложено по три-четыре варианта (в двух повторностях по 25—30 деревьев), различающихся количественным соотношением отдельных элементов (табл. 1).

Таблица 1

№ опытного участка	Варианты опыта			
	I	II	III	IV
17	NPCa	2N+PCa	2(NP)+Ca	2(NCa)+P
18	NKCa	2N+KCa	2(NK)+Ca	—
19	NPKCa	2(NP)+KCa	2(NK)+PCa	—

В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру, фосфорного — простой порошковидный суперфосфат, калийного — хлористый калий и кальциевого — размолотый мел. За одинарную дозу принято: N—50, P₂O₅—15, K₂O и CaO по 37,5 кг на 1 га, что соответствует 3—4-кратному количеству элементов питания, ежегодно удерживаемых насаждением подобного возраста [2].

Текущий прирост деревьев учитывали путем периодических сплошных измерений штангенциркулем диаметра на высоте груди (или в 0,5 м от поверхности почвы) и на середине стволика; высоту измеряли металлической рулеткой; объем древесины стволиков определяли по простой формуле срединного сечения [3] с последующим пересчетом полученных данных на 1 га.

Положительное влияние подкормки проявилось прежде всего в резком улучшении охвоения деревьев. В первый же вегетационный период хвоя приобрела более зеленый цвет, в 2—2,5 раза возросли размеры и ассимилирующая поверхность однолетних игол. Одновременно с улучшением общего состояния деревьев значительно повысилась и энергия роста их. В табл. 2 приведены данные (средние из двух повторностей), характеризующие текущий прирост деревьев за 1959—1961 гг., то есть за первые три года опыта.

Таблица 2

№ опыт- ного уча- стка	Вариант	Прирост за 1959—1961 г. г.						
		в высоту			по диаметру		по запасу древе- сины	
		см	%		мм	% к исход- ному D	м ³ на 1 га	% к исходно- му V
			к приросту за 1956—1958 гг.	к исходной H				
17	Контроль	97,6	84,8	42,3	11,0	41,0	7,64	94,2
	NPCa	124,5	100,6	48,1	15,5	47,2	11,32	97,3
	2N+PCa	122,8	105,9	54,9	17,2	64,4	11,66	179,1
	2(NP)+Ca	121,1	96,3	49,7	17,1	65,8	13,21	183,0
	2(NCa)+P	109,4	90,5	49,8	17,3	68,4	11,60	218,0
18	Контроль	79,2	66,9	31,7	8,2	28,3	3,82	65,1
	NKCa	97,0	79,0	35,7	11,9	39,4	6,70	97,7
	2N+KCa	108,2	80,3	38,0	15,5	44,9	11,74	122,9
	2(NK)+Ca	105,5	95,0	42,4	14,6	45,5	10,64	147,2
19	Контроль	52,8	40,5	17,2	8,2	21,3	5,21	48,7
	NPКCa	91,8	77,1	33,9	12,3	34,6	10,44	111,6
	2(NP)+KCa	89,5	76,0	31,7	15,3	41,9	12,48	97,8
	2(NK)+PCa	100,7	85,6	37,2	16,1	49,1	12,45	148,7
Среднее								
	Контроль	76,6	61,3	29,2	9,6	31,8	5,56	67,6
	Опыт	110,6	91,3	44,0	15,1	51,5	11,49	140,3

Затраты на подкормку 1 га насаждения в зависимости от состава удобрительной смеси колебались в нашем опыте от 8 р. 20 к. до 13 р. 40 к. Доля производственных расходов (подвозка, подготовка и внесение удобрений) составляла около 3 р. 50 к.

Сопоставление затрат с условно применяемой в данном случае таксовой стоимостью древесины, дополнительно накапливающейся в древостое, показало, что в подавляющем большинстве вариантов в первые же 2—3 года расходы на минеральную подкормку не только полностью окупались, но был получен и значительный экономический эффект.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Поверхностное (разбросное) внесение минеральных удобрений в сочетании NPCa, NKCa и NPКCa в участках сильно ослабленной 10-летней культуры сосны на песках котловин выдувания явилось эффективной мерой повышения продуктивности насаждения.

2. На фоне наиболее удачных сочетаний и доз элементов питания, таких как N—100 K—75 P—15 Ca—37,5 и N—100 Ca—75 P—15 (кг активного вещества на 1 га), прирост стволовой древесины за первые три года опыта в два с лишним раза превысил прирост деревьев в контроле, при значительном улучшении общего состояния насаждения.

3. Расходы на минеральную подкормку сосны примерно через два года полностью окупаются создаваемой насаждением добавочной древесиной, таксовая стоимость которой к концу третьего вегетационного периода превышает сумму затрат на большинство удобрительных смесей.

4. Результаты исследований, а также бурный рост производства искусственных удобрений в нашей стране позволяют рекомендовать более широкое экспериментально-производственное изучение применения подкормки для повышения устойчивости и продуктивности особо ценных сосновых насаждений, создаваемых на малоплодородных светлых песках лесостепной зоны.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. А. Казадаев. Опыт минеральной подкормки сосны в 20-летнем насаждении. Труды Воронежского государственного заповедника, вып. VII, 1957. [2]. Н. П. Ремезов, Л. Н. Быкова, К. М. Смирнова. Биологический круговорот азота и зольных элементов в лесных насаждениях. Труды Института леса, т. XXIV, изд-во АН СССР, М.—Л., 1955. [3]. П. Н. Сергеев. Лесная таксация. Гослесбумиздат, М.—Л., 1953.

Поступила в редакцию
26 ноября 1963 г.

УДК 634.0.443

О ФАКТОРАХ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ДИНАМИКУ ЭПИФИТОТИИ СНЕЖНОГО ШЮТТЕ

В. Г. ЯКОВЛЕВ

(ЛенНИИЛХ)

Наши исследования в 1958—1963 гг. осуществлялись в сосновых молодняках лесных массивов северо-запада РСФСР (Ленинградской, Псковской и Новгородской областях). Наиболее детально работы проводились на 20 постоянных пробных площадях Тихвинского, Госненского и Лисинского лесхозов Ленинградской области. Исследования показали, что эпифитотии снежного шютте возникают при стечении определенных обстоятельств, среди которых важнейшими следует считать скопление восприимчивых к заболеванию растений, наличие инфекции и благоприятных для возбудителя погодных условий.

Заболевание принимает эпифитотический характер в сосновых молодняках, имеющих густоту свыше 25 тыс. растений на 1 га. Густое расположение молодняка сосны способствует более быстрому накоплению источника заразного начала — больной хвои. Вероятность заражения соседних растений в этом случае увеличивается. Резкая дифференциация сосен по высоте, присущая густым молоднякам, обеспечивает питательным субстратом возбудителя болезни на более длительный срок. Кроме того, при густом стоянии сосен на вырубке формируется глубокий и рыхлый снежный покров, что также благоприятствует развитию снежного шютте.

В середине октября мы выполняли специальные наблюдения за высотой поднятия спор в воздухе и их плотностью по мере удаления от источника инфекции. Был сконструирован специальный прибор, состоящий из барабанного вентилятора от психрометра Ассмана и устройства для закрепления предметного стекла. Этим прибором достигалось просасывание воздуха и осаждение на предметных стеклах находящихся в воздухе спор. Плотность нахождения спор в воздухе измеряли на высоте 0,3; 0,5 и 1,5 м. Многократно повторяемые замеры показали полное их отсутствие на высоте 0,5 и 1,5 м. На высоте 0,3 м количество их зависело от линейного расстояния между прибором и ближайшей сосной, имеющей пораженную хвою. Так, до 0,3 м количество спор в одном поле зрения микроскопа (увеличение в 120 раз) составляло 20—40 шт. при удалении прибора на 0,4—0,5 м на стекле обнаруживались единичные споры. Следовательно, при удалении от источника инфекции более 0,3 м количество спор в воздухе мало и, вероятно, недостаточно для заражения растений.

Полученные данные подтверждаются и результатами искусственного заражения двухлетних сеянцев сосны в питомнике. Марлевые мешочки, наполненные хвоей с апогеями, подвешивали на колышках. В этом опыте пораженными оказались лишь сеянцы, удаленные от колышка не более чем на 0,3—0,4 м.

С еще меньшей скоростью распространяется заболевание посредством воздушно-го мицелия. Перемещение хвой с плодоношениями гриба также весьма ограничено, так как ее перекачивание по поверхности почвы сильно затрудняется травянистой растительностью и порубочными остатками. Распространению усохшей хвои по вырубке, правда, несколько благоприятствует снежный покров в начале зимы, нивелирующий неровности ее поверхности.

Течение эпифитотий снежного шютте зависит от лесорастительных условий, определяющих густоту сосны на вырубке, примесь иммунных к болезни древесных пород, энергию роста растений, развитие травянистой и моховой растительности.

Пятилетние наблюдения за течением болезни на возобновившихся сосной вырубках в различных лесорастительных условиях показали наибольшую распространенность и вредоносность ее в борах. В сосняках кисличниковом и черничниковом и в близких к ним типах вреда от болезни практически нет.

В смешанных сосново-березовых молодняках сосна в меньшей степени страдает от снежного шютте, чем в чистых.

Наиболее интенсивно и широко снежное шютте развивается в борových условиях, где сосна является доминирующей породой и где ее возобновление происходит наиболее успешно.

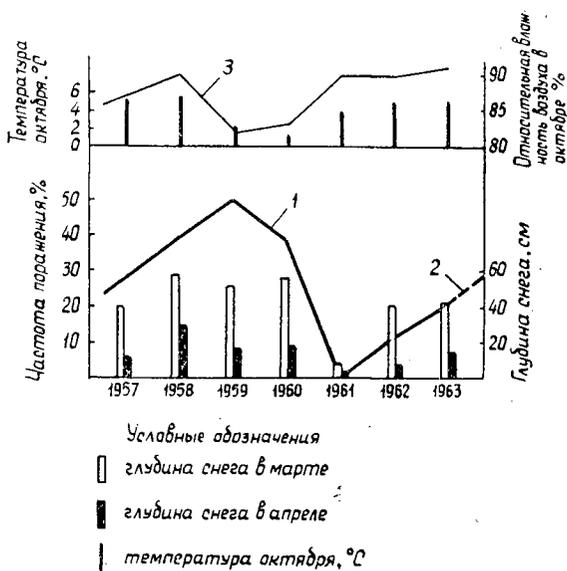


Рис. 1. Сопоставление частоты поражения сосен снежным шютте на постоянных пробных площадях в Тихвинском леспромхозе за период 1957—1963 гг. со среднемесячными показателями глубины снега за март и апрель, температурой и относительной влажностью воздуха за октябрь.

1 — частота поражения растений; 2 — прогноз;
3 — относительная влажность воздуха в октябре.

Потери, приносимые эпифитотиями снежного шютте в молодняках сосны естественного и искусственного происхождения, складываются из затрат на закультивирование вырубок или их участков, лишенных возобновления, и на дополнение лесных культур; и, кроме того, вследствие значительного снижения прироста пораженных сосен период лесовыращивания растянут.

Подрост сосны под пологом леса в меньшей мере страдает от снежного шютте. Очаги болезни приурочены здесь к местам наибольшей густоты подраста.

Снежное шютте, помимо прямого отпада сосен в молодняках, вызывает снижение прироста растений. Замер приростов в высоту у 300 пораженных сосен, являющихся частью культур, созданных посадкой в борозды в 1950 г. на вырубке вересково-лишайникового бора, показал, что сосны, потерявшие в результате заболевания более 50% хвои, снижают текущий прирост по высоте примерно в два раза. Отмечен ущерб, наносимый совместным действием снежного шютте и вредных лесных насекомых (побеговьюнов, точечной смолевки и др.). В питомниках сосны отпад семянцев от снежного шютте в среднем составляет 10—20%, но в ряде случаев он может достигать и 100%.

Развитие болезни тесно связано с погодными условиями. Для получения четкой картины погодной обстановки по годам исследований (1958—1962 гг.) мы провели анализ данных трех метеорологических станций Ленинградской области. Сопоставление этих данных с результатами натурных обследований в лесу показало, что условия погоды в критические моменты развития возбудителя — осенью при прорастании спор, зимой при распространении мицелия внутри хвои и весной в период развития воздушного мицелия на хвое — определяют размах вредоносности болезни.

По нашим наблюдениям, массовой вспышке снежного шютте предшествуют определенные погодные условия. Возникновению вспышки способствуют относительная влажность воздуха осенью, близкая к 100%, и среднемесячная температура октября выше средней многолетней; выпадение снега на талую землю при глубине снежного покрова на открытых пространствах в марте, превышающей 50 см; холодная и затяжная весна, когда таяние снега растянуто, солнечная погода характеризуется отсутствием дождей, снег тает медленно и равномерно (рис. 1).

Поступила в редакцию
15 апреля 1964 г.

УДК 581.1

РОЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ФАКТОРА В НАРУШЕНИИ ПОКОЯ СЕМЯН БЕРЕСКЛЕТА ЕВРОПЕЙСКОГО

В. Г. ЮДИН

(Ботанический институт АН СССР)

Наши опыты, проведенные в 1960 г., показали, что семена бересклета европейского после первого (теплого) периода стратификации начинали лучше прорастать в условиях холодной стратификации при температуре 5—6°, чем при 0—3°. Однако оставалось неясным, какой должна быть температура теплой стратификации, под воздействием которой семена начинают открываться.

С этой целью в 1961—1962 гг. были проведены специальные опыты с семенами бересклета европейского северной (ленинградской) и южной (краснодарской) репродукций по следующей схеме. Семена в течение четырех месяцев выдерживали в чашках Петри в двух повторностях по 100 семян в каждой при температурах 25, 20, 15, 10, 6 и 0—3°. Исследования показали, что семена, находящиеся при 25, 20 и 0—3° в течение всего периода стратификации, не раскрываются. Наиболее действенной для стратификации семян бересклета европейского оказалась температура +10°. В этих условиях семена обеих репродукций спустя два месяца открылись на 20—21%, а к концу периода теплой стратификации соответственно на 90—73%.

Значительно слабее проявляется воздействие стратификации при температуре 6° (к концу первого периода открылось только 11—9% семян). Однако открывшиеся семена начинали прорастать — 8—17% к моменту переноса их в помещение с температурой 0—3° (23.V-1961 г.).

После четырех месяцев теплой стратификации с различной температурой (25, 20, 15, 10 и 6°) семена были перенесены в условия холодной стратификации (0—3°), где они продолжали открываться. Учет 23.VII. 1962 г. показал, что открывание семян в опытах с температурой 25° было единичным, в опытах с температурой 20° — 86%, с 15° — 93% и с 6° — 86%. Ход прорастания семян в зависимости от температурных условий первого периода стратификации был различен. Наилучшие результаты прорастания семян получены при температуре 10°. Позже начали прорастать семена в опытах с температурой 15°, затем с температурой 20°.

Для выяснения, какой температурный режим оказывает активное воздействие на процессы стратификации семян бересклета, нами в 1962 г. были проведены опыты по расширенной схеме. Семена проращивали не только в чашках Петри, но и в горшках с чистым песком (с учетом аэрации). Семена бересклета выдерживали при разном режиме стратификации, периодически, через каждые полмесяца переносили в условия холодной стратификации (0—3°), в которых они находились до полного прорастания.

Семена, прошедшие только холодную стратификацию (0—3°), независимо от условий аэрации на протяжении всего периода опыта, не раскрывались и не прорастали. При температуре стратификации 6° семена открываются очень медленно и далеко не полно, поэтому прорастают очень плохо. Для первого периода стратификации оптимальной является температура 10°. При таком режиме семена открываются быстро и полно, а при хорошей аэрации предпосевная подготовка первого периода может быть закончена за 15—30 дней. Идут стратификационные процессы и при температуре 15 и 20°, но со значительным опозданием. Повышение температуры первого периода до 25° сказывается резко отрицательно как на открывании, так и на прорастании семян.

Поступила в редакцию
24 марта 1964 г.

УДК 634.0 (64)

ЗА РУБЕЖОМ

ЛЕСА И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО В МАРОККО

И. В. ЛОГВИНОВ, ХАШМИ АБДЕЛУАХАБ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Лесная площадь Марокко составляет около 8,5 млн. га. Лес играет большую роль в регулировании климата в стране, увеличении урожая сельскохозяйственных культур и имеет также водоохранное, почвозащитное, санитарно-гигиеническое и курортное значение. Основные лесные массивы расположены в центральной части страны (в горах). Наиболее безлесна территория Присахарского района. Распределение лесопокрытой площади по основным древесным породам приведено в табл. 1.

Таблица 1

Хвойные породы	Площадь		Лиственные породы	Площадь	
	га	%		га	%
Тетрактилус артикулата	950000	23	Вечнозеленый дуб	1430000	34
Кедр атлантический	140000	3,5	Пробковый дуб	425000	10
Можжевельник " красноплодный"	240000	5,5	Аргания спиноза	740000	18
Сосна альпийская	65000	1,1	Акация Родде и Гоммфера	75000	1,6
Сосна приморская	15000	0,3	Эвкалипт	107000	2,4
Пихта испанская .	6000	0,1	Прочие	25000	0,5
Итого . .	1416000	33,5	Итого	2802000	66,5

Вечнозеленый дуб встречается во всех лесных районах страны. Пробковый дуб — одна из важнейших для экономики страны древесных пород. Средний запас его в спелом возрасте — 300 м³ на 1 га, продолжительность жизни — до 250 лет. Более 80% получаемого сырья экспортируется.

Обширные площади восточной части страны покрыты кустарником алфа (свыше 3 млн. га), дающим ценное сырье для целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности. Большое значение имеют леса из эвкалипта, используемого как сырье для целлюлозно-бумажной промышленности, а также для получения таннина, эфирных масел и др. Кедровые леса — одни из живописных в стране. Средний запас кедра на 1 га в спелом возрасте 380—400 м³. Хозяйство страны (в том числе и лесное), долгое время находившейся под игом французских колонизаторов, было запущено. После провозглашения в 1956 г. независимости ведение хозяйства значительно улучшилось. Руководящим органом является Главное управление лесного хозяйства при Министерстве сельского хозяйства. Оно осуществляет руководство через восемь районных управлений, которые, в свою очередь, руководят находящимися в их районе лесничествами. Страна остро нуждается в специалистах лесного хозяйства.

В Марокко имеется научно-исследовательский институт лесного хозяйства, в котором ученые страны разрабатывают наиболее насущные проблемы (рациональные методы борьбы с вредителями, интродукция новых ценных пород, новые методы защитного лесоразведения для предотвращения ветровой и водной эрозии и др.).

Степень механизации работ в лесу сравнительно низкая. В эвкалиптовых лесах, где проводят сплошные лесосечные рубки, механизированы заготовка, трелевка и вывозка леса. В горных районах при трелевке древесины и спуске с гор используют главным образом, волов, лошадей и мулов.

В Марокко лес не сплавляют, хотя на многих реках возможно проведение сплава.

Крупным организациям, компаниям и отдельным частным лицам лес отпускают лесные органы (управления) с торгов на корню. Объем отпускаемого леса ежегодно возрастает, однако показатели его все еще низки: в 1962 г. — 950 000 м³; в 1963 г. — 1000 000 м³; в 1964 г. — 1220 000 м³; в 1965 г. — 1250000 м³.

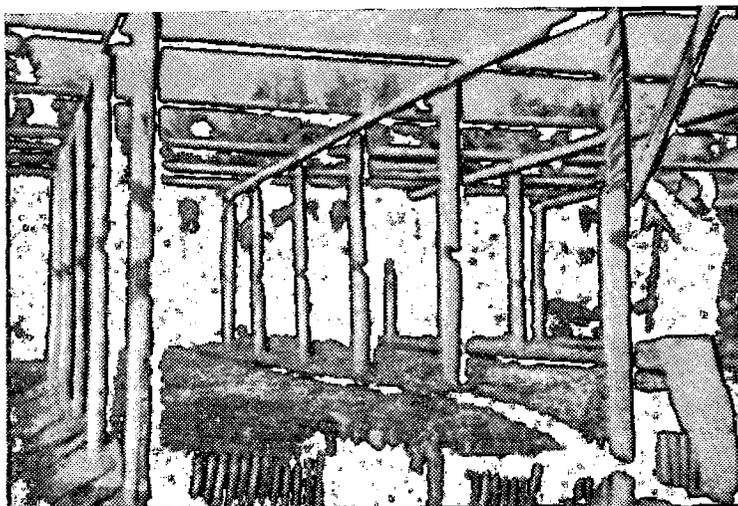


Рис. 1. Небольшой питомник для выращивания эвкалипта в полиэтиленовых мешочках.

Марокко занимает одно из первых мест в мире по заготовке и экспорту дубовой пробки. Данные за последние три года представлены в табл. 2. С 1964 г. в стране введены строгие правила по эксплуатации пробкового дерева. Установлены определенные сроки среза коры и максимальная высота нанесения среза. Соблюдение правил безусловно приведет к увеличению производительности пробковых насаждений. В настоящее время в Марокко применяют три основных вида рубок —



Рис. 2. Кедровые насаждения в районе Азру.

Таблица 2

Категория пробки	Отпуск пробки, Т		
	1963 г.	1964 г.	1965 г.
Первичная .	24744	30799	19176
Вторичная .	7826	6942	11884
Итого	32570	37741	31060

сплошные узколососечные, постепенные и выборочные. Сплошные проектируют в зоне промышленных заготовок. Ширина лесосек при сплошных рубках установлена не больше 50 м. Эти рубки очень широко распространены в эвкалиптовых лесах, произрастающих в равнинных условиях. На склонах с крутизной свыше 25° сплошные рубки запрещены. В горных условиях широко применяют постепенные рубки в 3—4 приема, срок повторяемости их — 5 лет. В более интенсивных хозяйствах проводят выборочные рубки.

В лесах Марокко часто бывают пожары. В 1958 г. в районе Атласских гор сильным пожаром было поражено 500 тыс. га леса. При тушении пожаров используют самолеты и ручные противопожарные инструменты. В лесничествах построено 45 наблюдательных противопожарных вышек, все лесничества связаны телефонной линией с районными управлениями и противопожарными вышками (4000 км).

Большое внимание уделяется проведению мероприятий по борьбе с вредителями леса, широко применяются для этих целей химические средства. До 1956 г. в стране не проводили мер содействия естественному возобновлению, не было и производства лесных культур. Сейчас этим вопросам уделяется большое внимание. В 1965 г. посадки лесных культур произведены на площади в 21574 га. Для посадок используют главным образом эвкалипт — быстрорастущую древесную породу. В экономике страны значительную роль играет побочное пользование лесом: заготовка растительного волоса из листьев карликовых пальм, сбор орехов, диких ягод и грибов, охота и т. д. Создано несколько крупных хозяйств по использованию побочных продуктов леса. Основная часть доходов в лесном хозяйстве Марокко — реализация деловой и дровяной древесины и дубовой пробки. Заготовка древесины и пробки сосредоточена в руках частных предпринимателей. Кору пробкового дерева заготавливают, как правило, вручную. Все доходы от лесного хозяйства поступают в распоряжение государства. Около 30% полученных средств расходуют на лесное хозяйство, а 70% — на нужды других отраслей.



Рис. 3. Заготовка эвкалиптовых деревьев.

Таблица 3

Статьи доходов	1963 г.		1964 г.		1965 г.	
	тыс. дирх.	%	тыс. дирх.	%	тыс. дирх.	%
Реализация деловой и дровяной древесины	18063	45,3	21960	46,32	62500	77,5
Реализация первичной пробки	17320	44,27	21500	45,38	13423	16,5
Реализация вторичной пробки	1565	3,98	1388	2,9	2376	2,94
Налог за право охоты в лесу	400	1,2	480	1,02	520	0,76
Налог за право рыбной ловли во внутренних водах	500	1,2	620	1,3	420	0,51
Штраф за браконьерство	200	0,5	160	0,33	120	0,13
Штраф за злоупотребления в лесном хозяйстве	480	1,25	450	1,1	482	0,52
Реализация древесного угля	238	0,53	248	0,5	285	0,37
Прочие лесные доходы	725	1,77	638	1,15	527	0,77

Благодаря большому вниманию, которое уделяется в настоящее время лесному хозяйству, в перспективе имеются все возможности для его широкого развития.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. И. Гаврилов и др. Марокко. Географгиз, АН СССР, Институт Африки, М., 1962. [2]. Малая советская энциклопедия. «Советская энциклопедия», М., 1958—1961. [3]. Э. Рава, Энцо. Северная Африка на пути к независимости. Союзгиз, М., 1960. [4]. Conservation et restauration des sols. Rabat, 1960. [5]. La situation économique du Maroc, Rabat, 1965. [6]. La législation forestière au Maroc. Rabat, 1957. [7]. La forêt marocaine. Rabat, 1964. [8]. La eucalyptus au Maroc. Rabat, 1963. [9]. La chenille arpenise de l'acacia a tanin. Rabat, 1957. [10]. La pisciculture et la pêche dans les eaux continentales du Maroc. Rabat, 1963. [11]. Le chène-liege au Maroc. Rabat, 1964. [12]. H. Lecomte. Des forest de l'Algerie. Rabat, 1957. [13]. H. Lecomte. Des bois ecologiques. Rabat, 1923. [14]. Service de la defense de vegetaux. Rabat, 1955.

Поступила в редакцию
3 июля 1967 г.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

О КНИГЕ А. Ф. ЛИСЕНКОВА «ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ»*

Книга допущена Министерством высшего и среднего специального образования РСФСР в качестве учебного пособия для лесохозяйственных факультетов лесотехнических и других вузов.

Первое впечатление от книги было от радным. В ней приведено лесорастительное районирование европейской части СССР и Сибири, даны примеры использования комплексной механизации, описана методика определения экономической эффективности лесных культур.

К сожалению, в процессе работы с книгой выявились ее недостатки. Приводим некоторые из них. На 181 стр. указано: «Система лесных культур определяется условиями местопроизрастания, в которых создаются культуры». Между тем известно, что она характеризуется не этим фактором, а категорией лесокультурной площади.

На стр. 183 автор пишет, что частичными культурами называются такие, которые проводятся в сочетании с естественным возобновлением леса, имеющимся уже на вырубках, но неудовлетворительным по полноте или составу. В качестве примера приведены известные способы частичных культур дуба: коридорные (А. Н. Молчанова и Б. И. Гузовского), густой культуры местами (В. В. Огневского). Вместе с этим указывается способ выращивания дуба в искусственных коридорах из быстрорастущих пород, предложенный Ю. В. Ключниковым для полевых полос (стр. 185 и 266), гнездовой способ Т. Д. Лысенко (стр. 186) и даже квадратное или прямоугольное размещение лунок по площади строчно-луночных культур (В. Я. Векшегонов), позволяющее применять культивацию почвы вдоль и поперек рядов и по диагонали (стр. 189). Трудно понять, какое отношение к частичным культурам имеют три последние способа.

Плохо изложен вопрос о культурах под пологом леса. Вызывает недоумение объяснение автором причины ограниченного применения таких культур в практике (стр. 182).

Тип культур, тип и способ смешения, состав культур отождествляются со схемами смешения (стр. 251, 253, 273,

275, 290 и др.). Встречаются случаи, когда в качестве примера кулисного способа смешения приводится схема с порядным смешением (стр. 262). Неправильно указаны циклы в схемах смешения (стр. 257).

Автор считает возможным путем зяблевой вспашки почвы уничтожить злостные сорняки, в то время как известно, что для борьбы с сорной растительностью необходима обработка почвы по системе черного пара.

На стр. 210 рекомендуется вспаханную осенью почву оставлять до весны необорванной. Однако не может быть единого рецепта для всех лесорастительных зон. Многочисленными исследованиями доказано, что в районах с малоснежными зимами, где до установления снежного покрова наблюдаются сильные морозы, осеннюю вспашку необходимо проводить вместе с боронованием.

На стр. 250 указывается, что в сухих борах лесостепной зоны обработка почвы, как правило, проводится полосами или площадками размером 0,5×0,5 м. Следует отметить, что в таких условиях мелкие площадки, как правило, не применяются, а если это имело место в отдельных случаях, то не давало положительных результатов.

Первоначальной густотой культур принято считать количество посевных или посадочных мест на 1 га. Автор вводит новое понятие: «Под густотой посадки понимают количество посадочного материала, высаженного на единицу площади (обычно на га), а под густотой посева — количество семян (обычно в килограммах), высеваемых также на га» (стр. 204). Известно, что в одно посевное место высевают различное количество семян (2, 5, 10, 20). Если согласиться с автором, то участки с одинаковым количеством посевных мест, но с разным количеством высеянных семян нужно относить к культурам с различной первоначальной густотой.

Вызывает сомнение наличие пристеппных боров в лесной зоне (стр. 253).

Неправильно истолковывается метод интродукции с предварительным изучением поведения пород в посевных грядах, древесных школах, дендроучастках (стр. 281). Интродуцируемые растения выращиваются в питомниках и

* Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965.

дендроучастках только с целью их изучения, а не для пересадки на лесокультурную площадь. Вызывает глубокое сомнение неудачный пример к указанному методу.

В противоположность общепринятому мнению, автор утверждает, что культуры экзотов создают посевом семян (стр. 282). Но при недостатке семян и слабой изученности в новых условиях экзоты, как правило, вводят в культуры посадкой потому, что культуры, созданные посевом, имеют слабый рост и менее устойчивы против неблагоприятных условий внешней среды в первые годы. Кроме того, для посева на лесокультурную площадь требуется значительно больше посевного материала.

Лесорастительные условия для культур сосны на вырубках рекомендуется классифицировать по производительности (плодородию) и влажности почвы (по П. С. Погребняку), а также по изменению наземного покрова на вырубках (по И. С. Мелехову) — стр. 248. Для условий лесной зоны и северной лесостепи классификация В. Н. Сукачева пока самая точная. В дополнение к ней при классификации лесокультурных площадей на вырубках целесообразно учитывать изменения напочвенного покрова по И. С. Мелехову.

Известно, что вырубки возобновляются естественным или искусственным путем. На стр. 177 написано: «Вырубки с неудовлетворительным по полноте естественным или порослевым возобновлением... требуют пополнения искусственным путем». Разве порослевое возобновление не относится к естественному?

В книге есть противоречия. Например, на стр. 198 указывается, что наиболее часто расстояние между рядами на чер-

ноземных почвах принимают 2,5—3 м, на каштановых — 4—5 м, а несколькими строками ниже дается противоположное пояснение: «На бедных почвах расстояние между рядами и между сеянцами в рядах устанавливают меньше, чем на богатых».

На стр. 223 автор пишет: «... культуры, созданные посадкой, в первые годы бывают более стойки против неблагоприятных условий внешней среды и обладают более-быстрым ростом, чем посева». На стр. 282 доказывается обратное: «При пересадке сеянцев из питомника в культуры часто наблюдается понижение их морозостойкости».

Встречаются случаи искажения данных литературных источников, например, указание проф. В. В. Огиевского о продолжительности фазы формирования древостоя, рекомендации Шиповской лесной опытной станции о восстановлении дуба на вырубках.

Искажена общепринятая терминология и допущено много опечаток. Например, часто употребляются слова «ареал распространения», «ареал естественного распространения»; «на каждую площадку высевают по 25—50 сеянцев дуба» (стр. 186); «...сеянцев ели высевают на 20—25% больше, чем семян сосны» (стр. 206); «почву под лесные культуры обрабатывают... лесными бороздами или болотно-кустарниковыми плугами» (стр. 251).

Приведенных примеров достаточно, чтобы судить о возможности использования книги в качестве учебного пособия.

По нашему мнению, к составлению специальных учебников и учебных пособий необходимо привлекать широкие авторские коллективы.

**И. В. Трещевский,
Е. Н. Науменко,
Е. И. Енькова,
Р. И. Дерюжкин,
А. Н. Баглай,
В. К. Попов,
В. Г. Шаталов.**

(Воронежский лесотехнический институт).

НОВЫЕ КНИГИ ЗА РУБЕЖОМ

Баварское издательство сельскохозяйственной литературы (г. Мюнхен, Базель, Вена) совместно с ФАО ООН выпускает двухтомный труд по инвентаризации лесов, написанный докторами Ф. Леч и К. Халлер (F. Loetsch and K. Haller). Первый том «Инвентаризации лесов» («Forest Inventory») объемом 450 страниц вышел в 1964 г. на немецком и английском языках. Этот том содержит введение и два раздела — статистические методы таксации и применение аэроснимков в инвентаризации лесов.

В обширном введении авторы дают характеристику основных методов инвентаризации лесов в различных группах стран мира, начиная с XVIII—XIX столетий. Отмечено, что в странах центральной Европы первичными учетными единицами являются насаждения (выделы) малых размеров, которые затем группируют в более крупные учетные единицы — кварталы, урочища, массивы. С ростом требований к точности таксации запаса и прироста глазомерные методы стали заменять перечислительной и измерительной таксацией, базирующейся на использовании математической статистики. Ф. Леч и К. Халлер оценивают метод Биттерлиха как столбовую веху прогресса инвентаризации лесов. Этому методу посвящено 400 работ, опубликованных зарубежными авторами.

Другим путем шло развитие методов инвентаризации лесов в скандинавских странах. Там учетными единицами служат большие площади, до провинции в целом. В Швеции, Финляндии и Норвегии основной способ инвентаризации лесов — статистический. В США инвентаризация лесов началась только в XX веке, когда методы математической статистики уже получили достаточное развитие и были внедрены в лесную науку европейских стран. Здесь наметилась новая тенденция в инвентаризации лесов — для крупных учетных единиц получать данные статистическим методом, охватывая перечислительной таксацией 0,03—0,1% общей площади (по другим американским данным в ряде случаев — до 5—10%), для малых единиц — применять глазомерную таксацию.

Наибольшее место в своей книге авторы уделили математической статисти-

ке и применению статистических методов в инвентаризации лесов. Они дают определение понятия «статистическая совокупность» и поясняют основные параметры ее — среднее арифметическое значение, математическое ожидание, среднее квадратическое отклонение, стандартная ошибка, коэффициент варьирования, ряды распределения и их характеристики. Используя неравенство Чебышева, Ф. Леч и К. Халлер вычислили вероятности распределения величин по двум законам, отличным от нормального: для распределения любого типа и для модального распределения.

Вторым, после математической статистики, важным достижением в инвентаризации лесов Ф. Леч и К. Халлер считают использование материалов аэрофотосъемки.

Во всех случаях, когда есть аэроснимки, их используют для разбивки лесного массива на страты и для выбора площадок. Страты (слои) представляют собой участки леса, выделяемые по характерным признакам — запасам, породам и т. п. Территориально разобщенные участки, имеющие сходные признаки, объединяют в один страт. Измерения на площадках и лентах часто носят смешанный характер, так, например, в натуре определяют диаметры стволов на высоте груди и число деревьев, а высоты деревьев, диаметры крон и сомкнутость полога измеряют на аэроснимках. Запасы древесины на площадках и лентах определяют по специальным объемным таблицам с двумя входами (диаметры и высоты деревьев).

В конце раздела авторы приводят обширную библиографию из 260 наименований. К сожалению, среди них нет ни одной русской работы, хотя общеизвестно, что русские ученые внесли большой вклад в развитие как общей теории математической статистики, так и ее практического приложения.

В разделе, посвященном использованию материалов аэрофотосъемки для инвентаризации лесов, авторы дают краткие сведения об аэрофотосъемочном процессе, применяемых масштабах (чаще всего лежащих в пределах 1:10000 — 1:20000), знакомят со спектральными характеристиками аэропланов. Ф. Леч и К. Халлер отмечают достижения Советского Союза в разра-

ботке спектрзональной аэрофото- съемки.

Довольно подробно в книге описаны способы получения сведений о различных категориях площадей по аэроснимкам. Для развивающихся стран Азии и Африки авторы рекомендуют не сплошное картографирование, а комбинированные способы, сочетающие использование аэроснимков и статистических выборок, и рассматривают три способа частичной выборки: 1) с помощью прозрачного шаблона (размерами 9×9 см), накладываемого на центральную часть левого аэроснимка каждой стереопары; 2) линейных пересечений (transect devices), когда площади сначала заменяют длинами линий; 3) точечной палетки (plot sampling devices).

При равнинном рельефе, где относительные превышения не превосходят 3—4% высоты аэрофотографирования, ошибки в оценке площадей лежат в допустимых пределах. Для горных территорий необходимо вносить поправки.

Лесному дешифрированию аэроснимков, особенно определению запаса, авторы уделяют главное внимание в этом разделе книги.

Для опознания древесных пород по фотоизображению за рубежом принято использовать 8 дешифровочных признаков (без подразделения их на прямые и косвенные): форма изображения; размеры; тон; тени; текстура; узор, или повторяемость характерных черт изображения; расположение данного объекта среди других; ассоциация, или сочетание одних древесных пород с другими, а также куртинность в изображении деревьев. При оценке дешифровочных признаков необходимо учитывать фенологическое состояние насаждений в момент аэрофотосъемки.

Возможности определения видового состава насаждений по черно-белым аэроснимкам авторы рассматривают для трех климатических зон: северных (бореальных) лесов; лесов умеренного пояса и тропических.

В северных лесах, где набор древесных пород мал и часто встречаются большие площади однопорodных насаждений, дешифрирование во многих случаях дает вполне удовлетворительные результаты. В лесах умеренного пояса имеют место различные условия, и насаждения могут быть простыми и сложными. Поэтому дешифрирование черно-белых аэроснимков ($M = 1:10000$ — $1:15000$) дает разные результаты. В тропических лесах, где в состав насаж-

дений входит до 100 лиственных пород, определение их состава сильно затруднено. Здесь приходится ограничиваться установлением лишь типов насаждений.

Измерительными методами определяют высоты древостоев и сомкнутость полога. Для определения запаса насаждений авторы предлагают несколько способов. Основной способ нахождения валового (общего) запаса по аэроснимкам базируется на применении специальных воздушно-объемных таблиц насаждений (Stand aerial volume tables). Входными в таблицы служат наибольшая (или средняя) высота насаждений и сомкнутость полога. Такие таблицы составляют для отдельных пород (США, Канада) и для ряда пород суммарно, когда в смешанных насаждениях невозможно установить преобладающую породу (тропические леса). Воздушно-объемные таблицы находят применение для упрощенных проектных работ в США, Канаде, Иране и тропических странах. Ошибки в определении запаса по ним достигают больших величин — до 30—50%.

Один из параграфов книги посвящен использованию вертолетов для инвентаризации лесов и выделения страт. Авторы ссылаются на аналогичные работы, проводимые в Советском Союзе.

Касаясь стоимости аэрофотосъемочных и инвентаризационных работ, Ф. Леч и К. Халлер отмечают большие колебания в стоимости, отнесенной к единице площади, в зависимости от многих факторов. Примерная стоимость самой аэросъемки (1 км^2) лесных территорий размером 3000 км^2 (300 тыс. га), выполняемой фирмами США, на панхроматической аэропленке составляет (в долларах) 2,20 при масштабе 1:20000; 3,70 при 1:15840; 4,40 при 1:12000; 5,10 при 1:9600; 6,90 при 1:7920.

В конце третьего раздела книги приведен обширный список литературных источников по аэрометодам, состоящий из 329 наименований, в том числе 6 работ советских авторов.

Второй том труда Ф. Леча и К. Халлера будет посвящен описанию лесорастительных условий; оценке собранной информации; организации и выполнению инвентаризации лесов; планированию наиболее целесообразных мероприятий для конкретного лесного массива; обзору методов инвентаризации лесов, применяемых в различных странах мира.

С. В. Белов.
(ЛенНИИЛХ).

ЮБИЛЕИ

ЮБИЛЕИ

профессора МАКСИМА ЛАВРОВИЧА ДВОРЕЦКОГО

27 января 1968 г. исполнилось 70 лет со дня рождения и 43 года производственной, научно-педагогической и общественной деятельности заведующего кафедрой лесной таксации и лесоустройства Поволжского лесотехнического института, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Максима Лавровича Дворецкого.

В 1925 г. Максим Лаврович закончил Казанский институт сельского хозяйства и лесоводства, где при кафедре лесной таксации он был вначале студентом-выдвиженцем, а с 1926 г. по 1929 г. — аспирантом. В период прохождения аспирантуры с 1928 г. он поступает ассистентом на кафедру лесной таксации и лесоустройства Поволжского лесотехнического института, где работает до настоящего времени.

За три с половиной десятилетия трудовой деятельности Максима Лавровича в ПЛТИ он стал доктором сельскохозяйственных наук, профессором, заведующим кафедрой. Максим Лаврович внес немалую долю своего труда в развитие лесного института Поволжья.

Максим Лаврович Дворецкий — высококвалифицированный и широко эрудированный лектор высшей школы и любимый наставник студентов и аспирантов. Его лекции всегда отличаются глубоким идейно-теоретическим содержанием, хорошей доходчивостью и тесной увязкой с современными научно-производственными достижениями.

Научная направленность исследований Максима Лавровича определилась еще со студенческих и аспирантских лет. Разработанный им тогда способ определения процента текущего прироста ствола по величине его линейного прироста получил высокую оценку проф. М. М. Орлова и был помещен в учебник по лесной таксации. С тех пор Максимом Лавровичем написано 75 научных работ, из которых 66 опубликованы.

Максим Лаврович много сил отдал подготовке инженеров лесного хозяйства и молодых научных работников. При кафедре им создана лесотаксационная школа Среднего Поволжья, активно работает кружок студенческого научного общества. Характерны для юбиляра удивительная скромность и простота в обращении, готовность помочь не только работникам своей кафедры, но и научным работникам других факультетов института.

Максим Лаврович является членом экспертной комиссии ВАК, редакционной коллегии «Лесного журнала», научно-технической секции Государственного Комитета лесного хозяйства Совета Министров СССР.

Максим Лаврович — участник Великой Отечественной войны. За боевые заслуги при освобождении Будапешта им получена благодарность Верховного Командования; он награжден орденом «Красная звезда», медалями «За отвагу», «За победу над Германией», «XX лет Победы».

За многолетнюю и безупречную работу и активную общественную деятельность в институте Максим Лаврович Дворецкий награжден орденом «Знак почета», Почетными грамотами Президиума ЦК профсоюза работников высшей школы и научных учреждений, ВНИТО леспрома, ректората, обкома профсоюза и общественных организаций института. В 1967 г. ему объявлена благодарность министром высшего и среднего специального образования СССР за активную работу в редакционной коллегии «Лесного журнала».

В день юбилея М. Л. Дворецкого научные работники и многочисленные его ученики с признательностью желают ему долгих лет жизни, доброго здоровья и продолжения плодотворной деятельности.

Н. О. Муравьева.

(Архангельский институт леса и лесохимии).

**М. В. Пайбердин, П. В. Алексеев,
М. М. Михайлов, О. О. Герниц,
А. В. Зорин.**

(Поволжский лесотехнический институт).

СОДЕРЖАНИЕ

- И. М. Боховкин. Развитие лесной промышленности и лесного хозяйства в 1968—1970 гг. и задачи науки 3

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- В. С. Мирошников. Влияние полноты и возраста на прирост сосновых древостоев БССР 6
- А. Р. Чистяков, Т. А. Леухина, Е. Н. Успенский. Физиологическое состояние елового подроста разных категорий жизнеспособности 10
- А. Л. Бородин. Дополнительное питание насекомых как причина снижения прироста ели на вырубках 13
- А. И. Питикин. Применение методики Мичерлиха для установления оптимальной полноты и выравнивания опытных данных 17
- Г. С. Разин. Продуктивность лесов, ее повышение и критерии их оценки (на примере Пермской области) 20
- В. И. Бирюков. Влияние осадков и температуры воздуха на рост лиственницы сибирской в толщину в условиях Орловской области 24
- Н. С. Забросаев. О лесоводственных свойствах видов и разновидностей березы в лесостепной зоне Омской области 28
- А. А. Бабурин. К вопросу о запасах аралии маньчжурской и элеутерококка колючего 31
- И. С. Антонов, Ф. И. Гнутов. Сезонный рост кедра сибирского и сосны обыкновенной 33
- О. В. Зеленько. Выделение трюфелюсов Е и F 37
- В. М. Павлов, В. В. Степин. Товарность и возраст рубки осинников центрального района европейской части СССР 41
- А. Н. Бобко. К вопросу об определении текущего объемного прироста насаждений 44

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

- В. Ф. Козлов. Некоторые вопросы теории и расчета механизма поворота на бифилярном подвесе 47
- С. Г. Жендаев. Аппаратура для исследования работы колесного тягача на трелевке леса 56
- Н. Н. Буторин. Упругая податливость якорной шейки 62
- В. И. Удиров. Определение напряжений под подстилающим слоем (подушкой) временных автомобильных (древесно-грунтовых) дорог 66
- Б. В. Веселов, Л. А. Савельева. Пути использования лигносодержащих отходов в дорожном строительстве 71
- В. Н. Еремичев, Ю. А. Савельев. К вопросу о стабилизации железно-дорожного пути узкой колеи в процессе ремонта пути 76

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- А. Э. Грубе, В. И. Санев, В. К. Пашков. О поперечных колебаниях дисковых пил для продольной распиловки древесины 79
- И. А. Отлев, Г. А. Парфененко. Расчет сырья, смолы и химикатов для производства древесностружечных плит 84
- Г. М. Гернет, Ю. И. Юрьев, В. А. Коновалов. Экспериментальное определение величины крутящего момента на ведущем валу механизма перемещения впередирамой тележки 89
- Г. И. Зайков. Физико-механические свойства древесины ели сибирской в Омской области 92
- А. И. Расев. Об эффективности механического обезвоживания древесины 95
- В. Д. Любославский. О положении середины гнезда, выбираемого на станке СвПА 98
- В. А. Корнеев. Эффективный строительный материал из лесосечных отходов 105
- А. П. Малых. Механика процесса поштучного выделения круглых лесоматериалов при многослойном расположении в бункере питателя 108

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Г. С. Михайлов, Н. Я. Солечник. Прививка полиметилметакрилата на древесину с использованнем окислительно-восстановительной системы $Fe^{2+} - H_2O_2$	117
В. М. Никитин, Г. Л. Бурков, В. М. Скачков. Дифференциальные инфракрасные спектры лигнина ели	121
И. И. Сидоровская, Л. В. Меньшикова, З. С. Калугина, С. Я. Коротов. Место диффузии в капиллярах в общем процессе экстракции каппфоли из древесины дефлегмационным способом	124
Ю. С. Пилипчук, Р. З. Пен, А. В. Финкельштейн. К вопросу об идентификации частот поглощения гидроксильных и сложноэфирных групп лигнина	131
И. С. Гелес. К вопросу влияния морфологической структуры волокна на образование геля-частиц	134
Е. М. Бакаева. Аэродинамика волокнистого слоя в зависимости от свойств волокна	138
А. П. Багаев. Химический состав кубовых остатков после вакуумной ректификации фурфурола-сырца	141
В. И. Рябых, М. Я. Зарубин. Взаимодействие моделей лигнина с резорцином	145

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

А. М. Булебякин, В. И. Скрипник. Применение ЭВМ при конструировании предварительно напряженных железобетонных плит для покрытия лесовозных автодорог	149
А. А. Кудинов. Исследование психологической загрузки операторов раскряжевочных агрегатов с помощью схем моделирования	153

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

И. И. Першина. Особенности формирования бюджетов семей рабочих лесной промышленности Среднего Урала	157
И. И. Восвода. Прибыль, рентабельность и использование лесосечного фонда	160

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

С. А. Казадаев. Влияние минеральной подкормки на рост сосны в котло-еинах выдувания	163
В. Г. Яковлев. О факторах, определяющих динамику эпифитотий снежного шотте	165
В. Г. Юдин. Роль температурного фактора в нарушении покоя семян бересклета европейского	167

ЗА РУБЕЖОМ

Н. В. Логвинов, Хашми Абделуахаб. Леса и лесное хозяйство в Марокко	168
---	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

И. В. Трещевский, Е. Н. Науменко, Е. И. Енькова, Р. И. Дерюжкин, А. Н. Баглай, В. К. Попов, В. Г. Шагалов. О книге А. Ф. Лисенкова «Лесные культуры»	171
С. В. Белов. Новые книги за рубежом	173

ЮБИЛЕИ

Юбилей
профессора Максима Лавровича Дворецкого
ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 1
(Год издания одиннадцатый)

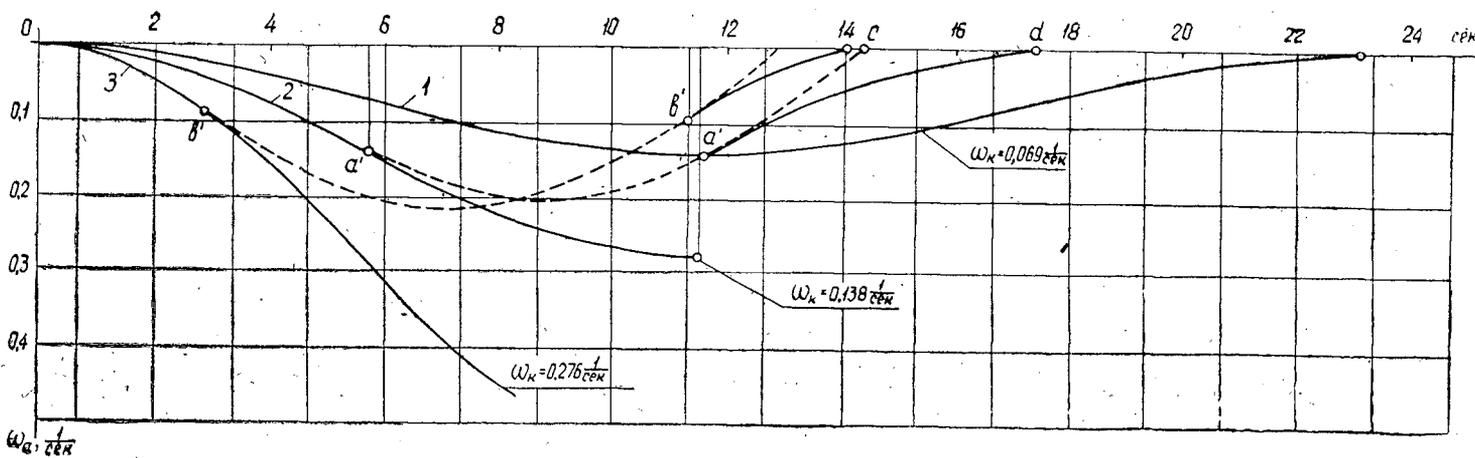
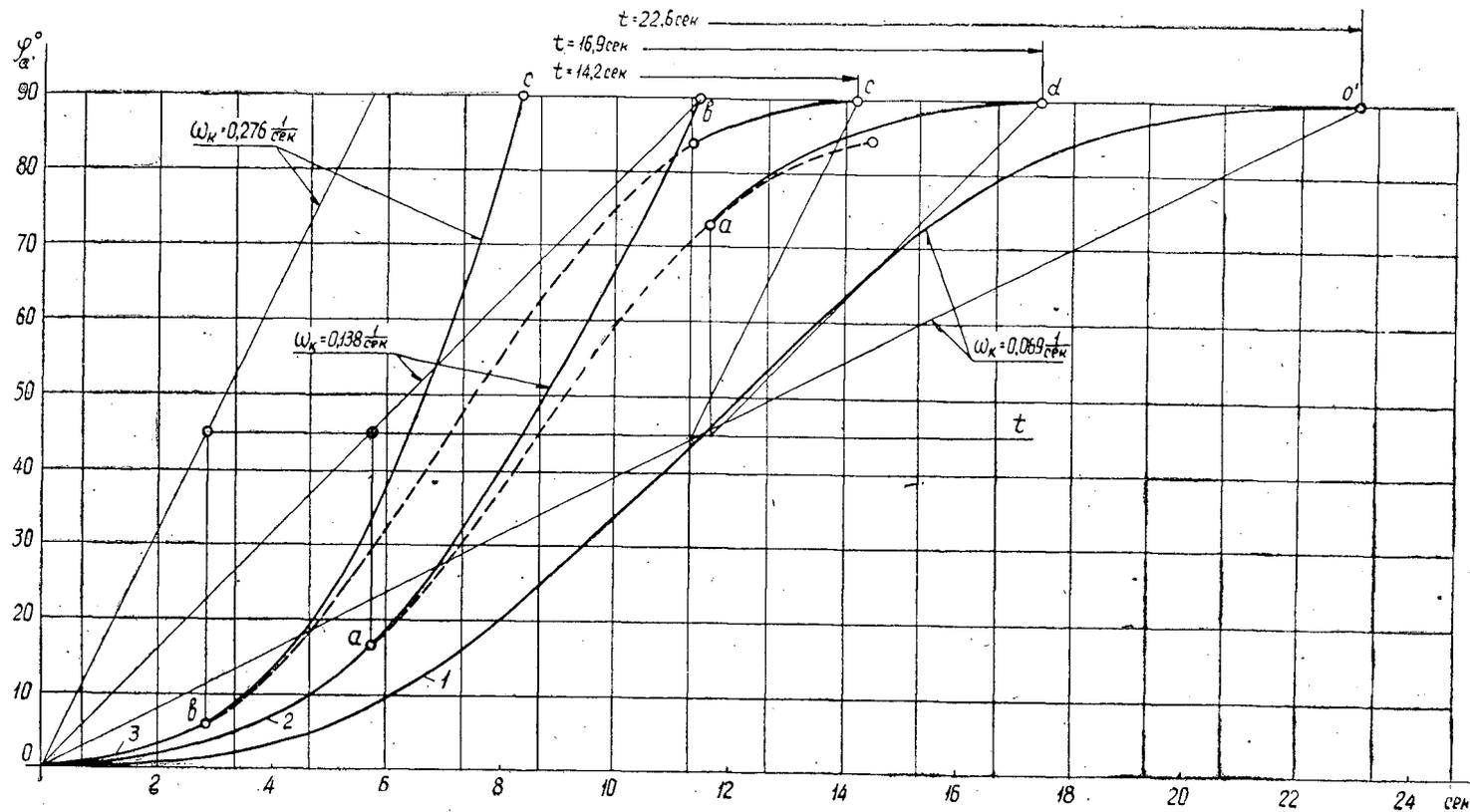


Рис. 3.

Таблица 2

Тип леса	Статистические показатели	Число годовичных слоев в 1 см	Процент поздней древесины	Объемный вес, г/см ³	Предел прочности, кг/см ²				Удельная работа при ударном изгибе, кг/см ³ , в направлении		Твердость, кг/см ²			
					при сжатии вдоль волокон	при статическом изгибе в направлении		при скалывании вдоль волокон в плоскости		радиальном	тангентальном	торцовая	радиальная	тангентальная
						радиальном	тангентальном	радиальной	тангентальной					
Ельник осоко-сфагновый	$\begin{matrix} n \\ M \pm t \end{matrix}$	39 14,7±0,50	39 20,4±1,11	40 0,41±0,004	62 314,4±4,12	34 652±21,3	40 756±22,7	33 60,3±1,79	30 55,5±1,47	44 0,18±0,009	30 0,17±0,007	39 251,8±4,98	47 181,0±3,81	34 202,0±3,61
Ельник-кисличник	$\begin{matrix} n \\ M \pm t \end{matrix}$	60 5,6±0,27	60 21,7±1,11	74 0,42±0,004	52 327,4±5,74	39 749±18,2	42 773±21,6	45 64,4±1,83	36 56,3±2,22	60 0,18±0,009	30 0,17±0,006	37 272,4±7,41	36 203,8±5,65	36 215,0±5,70
Ельник липняковый	$\begin{matrix} n \\ M \pm t \end{matrix}$	34 3,9±0,27	34 24,3±1,38	66 0,44±0,004	52 351,3±5,69	30 792±25,7	44 813±28,3	30 71,7±2,16	22 67,6±2,27	25 0,20±0,006	35 0,18±0,006	33 278,2±8,05	27 209,4±5,9	30 219,5±7,15
Общие показатели	$\begin{matrix} n \\ M \pm t \end{matrix}$	144 8,0±0,3	144 22±1,2	180 0,43±0,004	166 330±5,5	103 729±21,8	126 782±23,4	108 66±1,5	88 60±1,6	129 0,19±0,005	95 0,17±0,004	109 267±5,5	109 190±3,9	100 213±5,2

Таблица 4

Почвенная разность	Статистические показатели	Число годовичных слоев в 1 см	Процент поздней древесины	Объемный вес, г/см ³	Предел прочности, кг/см ²				Удельная работа при ударном изгибе, кг/см ³ , в направлении		Твердость, кг/см ²			
					при сжатии вдоль волокон	при статическом изгибе в направлении		при скалывании вдоль волокон в плоскости		радиальном	тангентальном	торцовая	радиальная	тангентальная
						радиальном	тангентальном	радиальной	тангентальной					
Солодь суглинистая	$\begin{matrix} n \\ M \pm t \end{matrix}$	50 3,1±0,16	50 18,4±0,74	42 0,42±0,005	60 348,0±3,8	54 757±18,7	58 862±26,2	49 66,0±1,79	46 63,4±1,67	38 0,22±0,009	52 0,19±0,007	67 275,3±5,17	67 198,1±3,74	67 222,4±3,54
Слабо выщелоченный глинистый чернозем	$\begin{matrix} n \\ M \pm t \end{matrix}$	26 6,3±0,40	26 17,0±0,97	63 0,40±0,04	131 342,2±4,7	80 731±13,8	50 839±14,6	35 60,4±1,38	28 59,2±0,94	40 0,20±0,007	50 0,17±0,004	52 253,2±4,55	52 187,8±3,52	54 204,7±2,62

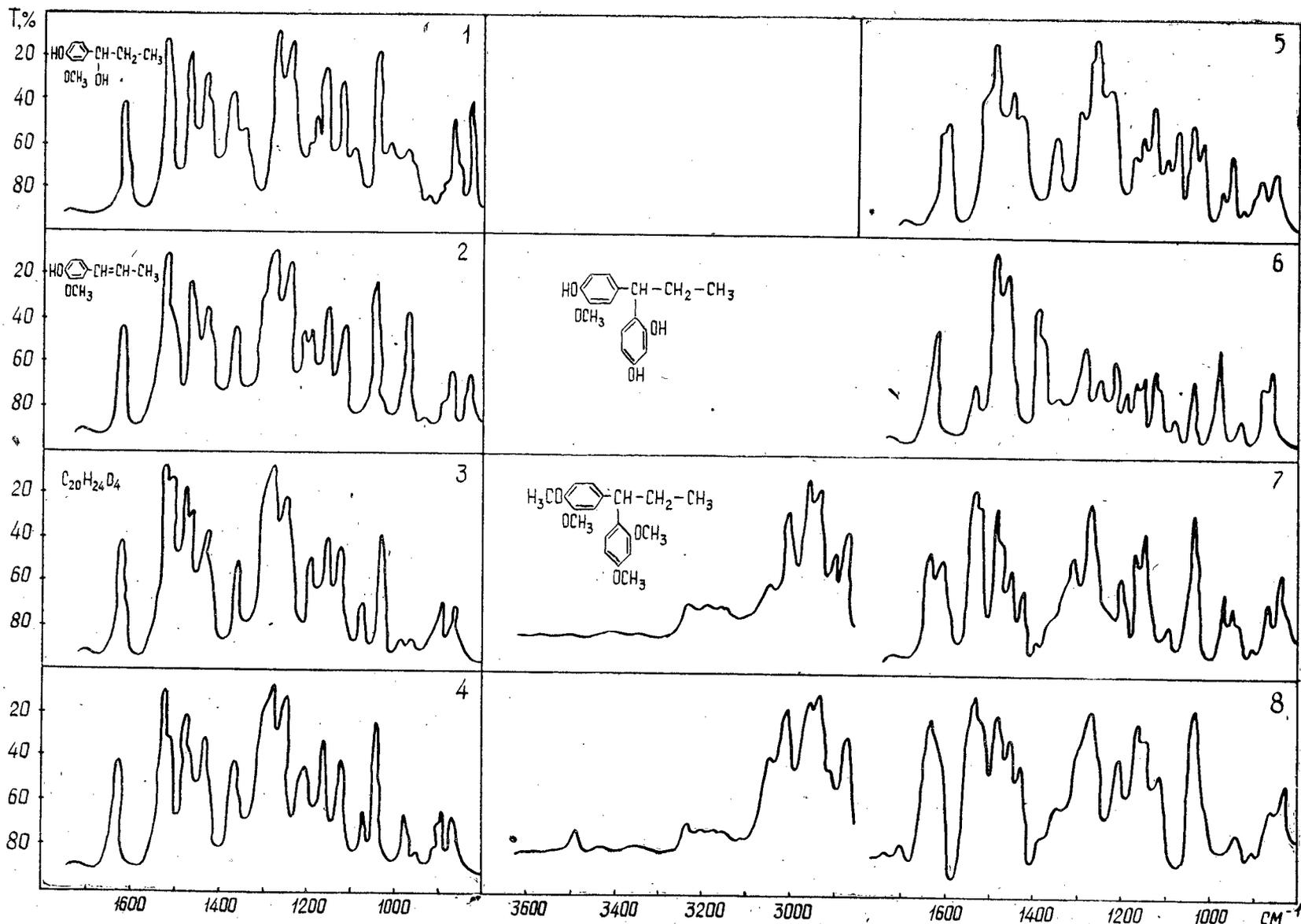


Рис. 1. ИК-спектры исходных и полученных продуктов.

1 — 1-(4-окси-3-метоксифенил)-пропанол-1; 2 — 1-(4-окси-3-метоксифенил)-пропен-1 (изоэвгенол); 3 — димер, выделенный из продукта варки с 5%-ым раствором NaOH 1-(4-окси-3-метоксифенил)-пропанола-1; 4 — бензолрастворимая часть от натронной варки 1-(4-окси-3-метоксифенил)-пропанола-1; 5 — бензолрастворимая часть от варки 1-(4-окси-3-метоксифенил)-пропанола-1, с резорцином до отмывки водой от резорцина; 6 — 1-(4-окси-3-метоксифенил)-1-(2,4-диоксифенил)-пропан; 7 — 1-(3,4-диметоксифенил)-1-(2,4-диметоксифенил)-пропан; 8 — фракция II, выделенная хроматографией из метилированной эфирорастворимой части резорцин-лигнина.

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ



АРХАНГЕЛЬСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В. В. КУЙБЫШЕВА

**Подписывайтесь
на журнал на 1968 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Р а з д е л

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера за 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966 и 1967 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».