

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ДЕСЯТЫЙ

4

1967

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. **И. М. Боховкин** (отв. редактор), доц. **П. И. Войчаль** (зам. отв. редактора), доц. **Е. С. Романов** (зам. отв. редактора), доц. **Н. М. Белая**, доц. **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 производство и о передовом опыте в лесном хозяйстве и лесной промышленности, информации о научной жизни высших учебных заведений. Предназначается для научных работников, аспирантов, инженеров лесного хозяйства и лесной промышленности, преподавателей 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.

УДК 634.0.56 : 595.7

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

**ПРИРОСТ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ.
НА ВТОРОЙ ГОД ПОСЛЕ ОБЪЕДАНИЯ ХВОИ
ПИЛИЛЬЩИКАМИ**

Ф. П. МОИСЕЕНКО

Доктор сельскохозяйственных наук

А. М. КОЖЕВНИКОВ

Кандидат сельскохозяйственных наук

(БелНИИЛХ)

Исследованиями потерь прироста в результате повреждения хвои различными насекомыми занимались многие ученые [1], [3], [6], [7], [8].

Как уже сообщалось нами ранее [2], в 1961 г. в юго-восточной части Белоруссии вспыхнуло массовое размножение обыкновенного (*Diprion pini* L.) и желтоватого (*Gilpinia pallida* L.) пилильщikov.

В целях определения потерь прироста в зависимости от степени объедания хвои пилильщikovами и изучения закономерностей накопления древесины деревьями разных классов роста в сезонной динамике весной 1962 г. до начала вегетации в квартале 226 Ленинской экспериментальной базы БелНИИЛХ в 60—70-летнем сосняке-зеленомошнике II класса бонитета, полнотой 0,7, были подобраны три группы деревьев с разной степенью объедания хвои, но каждая из которых однородна по основным таксационным признакам.

В 1963 г., так же, как и в 1962 г., у каждого занумерованного дерева строго на высоте 1,3 м измеряли длину окружности стальной рулеткой, совмещенной верхним краем с линией, являющейся постоянным местом обмера. Обмеры деревьев произведены в те же сроки, что и в 1962 г., то есть 3 июля, 3 августа и по окончании вегетации 18 сентября.

Прирост этого года в среднем на одно дерево по этапам вегетации и по группам, различающимся степенью объедания хвои, в сопоставлении с первым годом представлен в табл. 1.

Таблица 1

№ групп деревьев	Средний процент объедания хвои	Текущий прирост в среднем одного дерева в сезонной динамике в зависимости от степени объедания хвои, см ²					
		3.VII		3.VIII		18.IX	
		1962 г.	1963 г.	1962 г.	1963 г.	1962 г.	1963 г.
1	9	4,654	4,258	6,833	9,114	7,837	11,313
2	45	2,457	3,208	4,328	4,676	5,073	6,356
3	93	0,000	1,341	0,000	2,123	0,000	2,995

Как видно из данных таблицы, на второй год текущий прирост усилился на деревьях всех степеней объедания хвой. При этом деревья с менее поврежденной хвоей быстрее восстанавливаются: у деревьев первой группы прирост увеличился на 44,3% по сравнению с первым годом, а второй — на 25,1%. У деревьев третьей группы усохло 19%, а 15% вовсе не дали прироста, но к концу вегетации на них начала появляться хвоя. Все они относятся к IV и III классам роста. Около 15% деревьев этой группы дали прирост в июле — августе и примерно столько же деревьев в мае закончили свой незначительный рост. Только 12% деревьев данной группы ежемесячно накапливали древесину, начиная с мая.

Если осредненный годичный прирост одного дерева из первой группы принять за 100%, то на второй год после объедания хвой прирост деревьев второй группы составил 56%, а третьей — 26%. В первый год объедания хвой ни одно дерево из третьей группы не дало прироста, а во второй группе он равнялся 65% прироста первой.

Установлено [4], [5], что у деревьев I класса роста выше энергия роста и больше продолжительность вегетационного периода, чем у деревьев низших классов. В результате деревья I класса роста накапливают больший прирост за год. Эта закономерность сохраняется у деревьев, хвоя которых объедена в разной степени, что видно из данных табл. 2.

Таблица 2

Этапы вегетации	Годичный прирост по объему, % от прироста деревьев I класса роста								
	1-я группа			2-я группа			3-я группа		
	II	III	IV	II	III	IV	II	III	IV
3.VII	48	41	18	89	38	0,0	96	61	24
3.VIII	52	46	17	70	38	23	84	21	8
18.IX	56	46	20	83	49	19	86	32	6

Соотношение объемного прироста деревьев одного и того же класса роста, но с объеденной в разной степени хвоей, можно видеть из данных табл. 3.

Таблица 3

Этапы вегетации	Процентное соотношение объемного прироста у деревьев одноименного класса роста по этапам вегетации в зависимости от степени объедания хвой								
	I класс роста		II класс роста		III класс роста		IV класс роста		
	45	93	45	93	45	93	45	93	
3.VII	34	9	63	18	31	13	12	12	
3.VIII	43	20	56	34	35	9	59	10	
18.IX	43	23	64	35	46	16	40	7	

Примечание. За 100% принят объемный прирост у деревьев первой группы объедания.

Зная сезонные изменения прироста деревьев по ступеням толщины 1963 г. и имея сплошной пересчет деревьев, характеризующий древостой, мы определили текущий прирост на 1 га в зависимости от степени объедания хвой пилильщиками (табл. 4).

На второй год после объедания хвой прирост увеличился на деревьях всех степеней повреждения. В первой группе прирост возрос на 35%

Таблица 4

Этапы вегетации	Текущий прирост (z) на 1 га по этапам вегетации при разной степени объедания хвой за первый и второй годы					
	0—15% объедания хвой		40—50% объедания хвой		90—100% объедания хвой	
	1962 г.	1963 г.	1962 г.	1963 г.	1962 г.	1963 г.
3.VII	3,05	3,11	1,49	1,95	0,0	0,74
3.VIII	4,24	5,41	2,48	2,54	0,0	1,46
18.IX	5,01	6,77	2,89	3,44	0,0	2,04

по сравнению с приростом после первого года объедания хвой, во второй — на 20%. Часть деревьев 3-й группы (20%), хвой у которых была объедена на 95—98%, усохла на второй год, чему, возможно, в некоторой степени способствовал засушливый 1963 г. Несомненно меньшая часть деревьев этой группы (15%), как и в 1962 г., прироста вовсе не дала. У значительно большего количества деревьев 3-й группы на второй год появилась хвой, начал накапливаться прирост древесины, и у некоторой части деревьев (до 15%) к концу вегетации он стал близок к приросту деревьев, хвой у которых объедена на 40—50%.

Если прирост деревьев со слабо объеденной хвоей за 1963 г. принять за 100%, то прирост деревьев 2-й группы равен 51%, 3-й — 30%. В первом году после объедания хвой прирост 2-й группы составлял примерно столько же (58%) от прироста 1-й группы, а 3-я группа вообще не дала прироста в 1962 г.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. С. Грезе, В. Л. Циопкало. Про вплив первинних шкідників на приріст дерева. В кн. «Захист лісу», вып. 14, 1936. [2]. Ф. П. Моисеенко, А. М. Кожевников. Потери прироста в сосняках, поврежденных пилильщиками. Журн. «Лесное хозяйство» № 9, 1963. [3]. П. С. Прозоров. Сосновый красноголовый пилильщик-ткач (*Lyda erythrocephala* L.). Отдельный оттиск из приложения к трудам Сибирской сельскохозяйственной академии, т. IV, 1925. [4]. В. П. Тимофеев. Роль деревьев разных классов роста в формировании продуктивных лесных насаждений. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии, № 2, 1963. [5]. Ф. Н. Харитонович. Рост сосновых культур на протяжении вегетационного периода в условиях лесной зоны. Сб. «Лесоводственная наука и практика», Сельхозгиз, БССР, 1962. [6]. J. R. Blais. Effects of Difoliation by spruce Budworm (*Choristoneura fumiferana* Clem.) on Radial Growth at Breast Height of Balsam Fir (*Abies balsamea* (L.) Mill.) and White Spruce (*Picea glauca* (Moench) Voss.). The Forestry Chronicle, № 1, 1958. [7]. J. R. Blais. Collection and analysis of radial growth data from trees for evidence of past spruce budworm outbreaks. The Forestry Chronicle, № 4, 1962. [8]. M. Сапек. Über den Einfluss des Kahlfrasses von *Zeiraphera diniana* Guen. auf den jährlichen Zuwachs der Fichte. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, № 11, 1962.

Поступила в редакцию
13 января 1965 г.

УДК 634.0.56 : 674.032.475.4

О СЕЗОННОМ ПРИРОСТЕ ПОДРОСТА СОСНЫ

П. В. СТАЛЬСКАЯ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

Д. А. УСОВА

Старший преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

В 1963 и 1964 гг. мы изучали прирост подроста сосны по высоте и по весу. Подобные наблюдения в наших условиях были и раньше [4], [1], но они недостаточно учитывали высоту растений и условия местопроизрастания. Более детальные исследования относятся к определению прироста сосны по диаметру [2], [3].

Изучение мы проводили в Шелековском участке учебно-опытного лесхоза АЛТИ на сплошной вырубке 1951 г. Наблюдения вели отдельно под пологом осинового куртина (площадь около 300 м², высота осины 6 м, сомкнутость крон 0,8) и на облесившейся части вырубки (16600 шт. подроста на 1 га, состав ЗС2Е1Л4Б + Ос), но при отсутствии затенения сосны. Почва в том и другом случаях сильноподзолистая супесчаная свежая на тяжелом моренном суглинке.

Изучение прироста проводили у подроста следующих ступеней высоты: 0,5—1,0 м; 1,1—1,5 м; 1,51—2,0 м; 2,1—3 м. В каждой ступени брали от 5 до 15 учетных деревьев. Прирост замеряли раз в 5 дней и у 12 растений в июне и июле изучали суточный прирост с ежедневными наблюдениями в 7 и 19 часов. Наряду с этим, вели ежедневные наблюдения за температурой и влажностью воздуха на высоте 1,3 м и температурой почвы на глубине 10 см.

Прирост подроста сосны по весу изучали путем сбора и взвешивания в воздушно-сухом состоянии побегов и хвои 1964 г. с подроста каждой ступени высоты в двукратной повторности через 5—10 дней.

В 1964 г. наблюдения были начаты 26 мая, и, к сожалению, начало роста сосны, как и в 1963 г., нами не было отмечено.

Прирост подроста сосны по высоте за вегетационный период происходит неравномерно (табл. 1). Минимальный прирост на вырубке и в осинового куртине наблюдался в первой пятидневке июня (рис. 1). Падение его было связано с низкой температурой воздуха. В ночные часы 2, 3 и 4 июня имели место и отрицательные температуры.

Высота подроста не оказывает влияния на ход роста, но абсолютная величина прироста тесно связана с высотой растений. Особенно резкие различия в приросте подроста разных категорий высот наблюдаются в период наиболее интенсивного роста. В суточном приросте наблюдается такая же зависимость (рис. 2). Кривая суточного прироста подроста сосны в июне полностью повторяет кривую температур.

Таблица 1

Место наблюдений	Высота подроста, м	Прирост подроста по высоте				всего.
		в мае	в июне	с 1 по 10 июля	с 10 июля по 10 сентября	
Вырубка	0,5—1,0	27	107	5	4	143
		$\frac{19,0}{40}$	$\frac{74,0}{143}$	$\frac{4,0}{12}$	$\frac{3,0}{5}$	$\frac{100}{200}$
	1,1—1,5	40	143	12	5	200
		$\frac{20,0}{51}$	$\frac{71,5}{200}$	$\frac{6,0}{16}$	$\frac{2,5}{8}$	$\frac{100}{275}$
1,51—2,0	51	200	16	8	275	
	$\frac{18,1}{64}$	$\frac{73,2}{251}$	$\frac{5,8}{22}$	$\frac{2,9}{8}$	$\frac{100}{345}$	
2,1—3,0	64	251	22	8	345	
	$\frac{18,6}{31}$	$\frac{72,7}{106}$	$\frac{6,4}{7}$	$\frac{2,3}{6}$	$\frac{100}{150}$	
Осиновая куртина	1,1—1,5	31	106	7	6	150
		$\frac{20,6}{38}$	$\frac{70,7}{164}$	$\frac{4,7}{13}$	$\frac{4,0}{3}$	$\frac{100}{218}$
	1,51—2,0	38	164	13	3	218
2,1—3,0	61	202	18	7	288	
	$\frac{21,2}{106}$	$\frac{70,1}{164}$	$\frac{6,2}{13}$	$\frac{2,5}{1,4}$	$\frac{100}{100}$	

Примечание. В числителе — мм, в знаменателе — %.

Абсолютная величина суточного прироста связана с периодом роста и высотой подроста (табл. 2).

Таблица 2

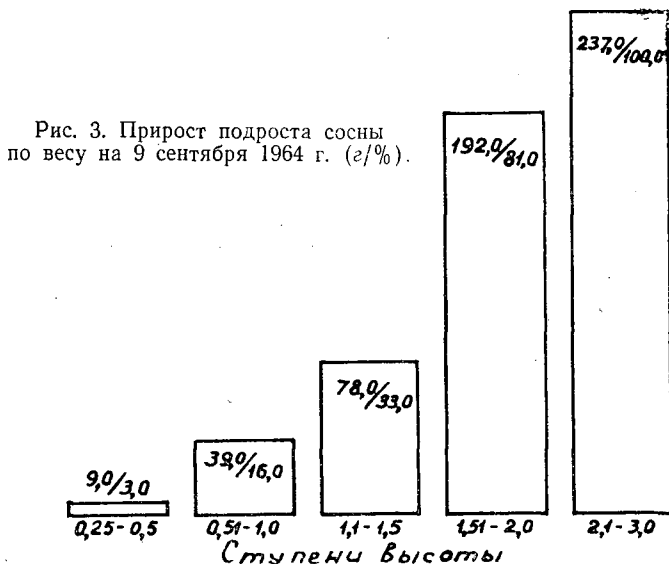
Периоды роста	Прирост, мм			
	дневной	ночной	суточный	отношение дневного прироста к ночному
Высота подроста 1,1—1,5 м				
Умеренного . . .	1,7	1,4	3,1	1,2
Интенсивного . . .	3,6	4,2	7,8	0,8
Прекращения . . .	0,6	1,1	1,7	0,5
Высота подроста 1,51—2,0 м				
Умеренного . . .	3,3	2,2	5,5	1,5
Интенсивного . . .	5,4	7,5	12,9	0,7
Прекращения . . .	1,1	2,0	3,1	0,5
Высота подроста 2,1—3,0 м				
Умеренного . . .	3,1	2,7	5,8	1,1
Интенсивного . . .	6,5	8,0	14,5	0,8
Прекращения . . .	1,3	3,0	4,3	0,4

В период умеренного роста, когда средненочные температуры находились в пределах от 3,0 до 7,7°, а дневные от 12 до 13,6°, преобладал дневной прирост.

Во второй и третий периоды, при ночных температурах 10,5—15,5° и дневных температурах 19,7—25,5°, ночной прирост был больше.

С высотой подроста увеличивается и длина боковых побегов. Числа значительно меньше длины вершинного побега и составляет

25—35% у подроста высотой 1,1—1,5 м и 28—30% у подроста высотой 1,51—2,0 м. Максимальный прирост боковых побегов, как и вершинного, независимо от экспозиции, приходится на четвертую — пятую пятидневки июня, а минимальный — на первую — вторую, то есть наблюдается такая же зависимость от температуры воздуха, как и для вершинного побега. Прирост сосны по весу, как и по высоте, тесно связан с высотой подроста (рис. 3).



Общий прирост хвои и побегов 4715 шт. подроста равнялся в 1964 г. 4,5 ц на 1 га.

Прирост по весу происходит более медленно, чем по длине, особенно в первой половине вегетационного периода. Если к 30 июня прирост побегов по длине почти заканчивается, то по весу он составляет всего лишь 26% от общего веса хвои и побегов 1964 г. Наиболее интенсивен он в первой половине июля. С 1 по 15 июля прирост равнялся 46—50% от веса хвои и побегов 1964 г. Со второй половины июля он замедлялся и с 15 июля по 9 сентября равнялся всего лишь 24—31%. Относительный прирост побегов в июне и первой половине июля был значительно выше, чем прирост хвои. Близкие сроки прироста хвои и побегов указывает В. В. Смирнов для Новгородской области.

Вес охвоенных побегов разных мутовок, при одной длине, резко уменьшается с высотой их прикрепления (рис. 4).

Особенно резко эти различия сказываются во второй половине вегетационного периода. Вес хвои вершинного побега также значительно больше веса хвои нижних мутовок. Так, вес 100 пар хвоинок мутовки 1963 г. составляет 42—63% от веса такого же количества хвои вершинного побега, а мутовки 1960 г. — 18—25%.

Различия в весе объясняются разной длиной хвои. Средняя длина закончивших рост хвоинок вершинного побега на 15—19 мм больше средней длины хвоинок мутовки 1961 г.

Подводя итог, можно сделать следующие выводы.

1. В росте подроста сосны в течение сезона можно выделить три периода: а) умеренного роста — по 15 июня; б) интенсивного роста — с 15 июня по 1 июля; в) период прекращения роста — с 1 по 10 июля.

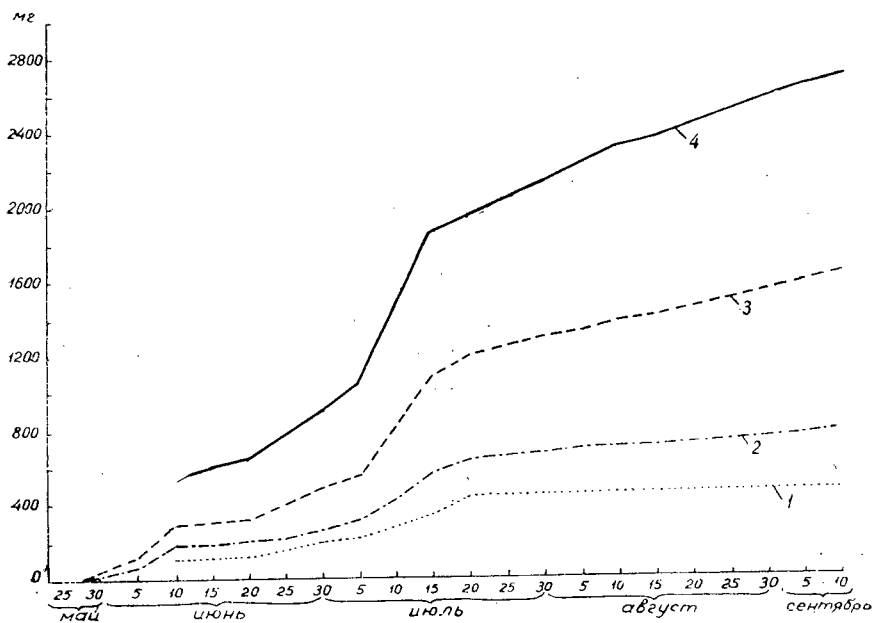


Рис. 4. Изменение веса 10-сантиметрового охвоенного побега разных мутовок у подроста высотой 1,1—1,5 м.

1 — мутовка 1959 г.; 2 — 1961 г.; 3 — 1964 г.; 4 — вершина.

В первый период средний суточный прирост для разных категорий высот отмечен в пределах 3,1—5,8 мм; во второй — 7,8—14,5 мм и в третий — не более 4,3 мм.

2. Прирост подроста сосны находится в прямой зависимости от высоты подроста и условий произрастания. При одной высоте подроста прирост под пологом осиновой куртины на 17—25% меньше, чем при отсутствии затенения.

3. Прирост по высоте в мае и июне находится в прямой зависимости от температуры воздуха. Температурный режим июля, так же как и влажность воздуха, не оказывает влияния на прирост подроста сосны текущего года.

4. Прирост боковых побегов начинается одновременно с вершинным и заканчивается на 5—10 дней раньше (1—5 июля).

Длина прекративших рост боковых побегов меньше, чем вершинного, и составляет 25—35% от длины последнего.

5. Прирост по весу происходит в основном за счет хвои, рост которой начинается с 20 июня и продолжается до конца июля. Наибольший прирост по весу дают вершинная мутовка и мутовки двух предыдущих лет.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. Н. Львов, А. А. Панов. Пути естественного облесения вырубок Севера. Архангельск, 1960. [2]. И. С. Мелехов. Влияние пожаров на лес. М.—Л., 1948. [3]. Т. А. Мелехова. О формировании древесины сосны и некоторых других древесных пород Севера в связи с лесорастительными условиями. Автореферат кандидатской диссертации, изд. АЛТИ, 1952. [4]. А. А. Молчанов. Лес и климат. Изд. АН СССР, 1961.

Поступила в редакцию
2 июля 1965 г.

УДК 634.0.15 : 595.7 : 634.0.221.1

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЭНТОМОКОМПЛЕКСОВ ЕЛИ НА КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ВЫРУБКАХ *

А. Л. БОРОДИН

Аспирант

(Архангельский институт леса и лесохимии)

Изучение процесса формирования энтомокомплексов в лесных биогеоценозах начато давно. Установлено, что формирование комплексов дендрофильных насекомых в различных экологических условиях и на разных фазах развития лесных сообществ проходит через определенные этапы, сходные в общих чертах для всех ландшафтных зон [1], [3].

Изучения формирования энтомокомплексов на концентрированных вырубках Европейского Севера по возрастным этапам не проводилось. Вырубки классифицируются по типам и характеризуются как травяные биогеоценозы с присущими им закономерностями [4], [5], [7].

Специфичность сложения энтомокомплексов вырубок обусловлена многолетними рубками в таежной зоне, которые накладывают отпечаток на деятельность насекомых и определяют источники формирования этих группировок. Проникновение насекомых на вырубки происходит через комплекс стадий «лес — недоруб — вырубка». Однако с течением времени лес и недоруб перестают служить главными источниками расселения насекомых. В биогеоценозах вырубок возникает условия, ведущие к созданию определенной группировки вредителей, которые успешно развиваются на вырубках. Поэтому непрерывные рубки леса способствуют массовым миграциям дендрофильных насекомых со старых вырубок на свежие. Таким образом, в пределах биогеоценозов вырубок существует цикл движения насекомых, слагающих дендрофильный комплекс. Этот цикл закономерен во времени и тесно связан с сукцессиями биогеоценозов вырубок.

Ниже рассмотрена деятельность насекомых по этапам формирования энтомокомплексов естественного возобновления ели на вырубках разных лет (1—4, 6, 7, 10, 15) вейникового и широколиственного типов. Исследования проводили в южной подзоне тайги (Белозерский леспромхоз, Вологодской области) в течение двух лет (1964—1965 гг.). Всего обследовано 30 вырубок, на которых заложено 982 пробы и осмотрено более 18 тыс. деревьев ели. Места проб определяли с помощью таблиц случайных чисел и в соответствии с принципом механического отбора. Материал обработан статистически с применением дисперсионного анализа. Вырубки 1—3-летней давности обследованы по сезонам рубки древостоя (весенний, летний, осенний).

Объектами исследования, на которых учитывали деятельность насекомых, были самосев — деревца высотой до 0,25 м, мелкий подрост

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

ели — до 1 м и крупный подрост — выше 1 м. По моделям (565 шт.) для каждой категории высоты определен возраст, который составил соответственно 8, 15 и 46 лет.

Выделены четыре последовательно сменяющие друг друга этапа формирования группировок дендрофильных насекомых, связанных в своем развитии с елью.

Первый этап охватывает вырубку 1—3 лет, для этого типа специфична активная деятельность насекомых, составляющих ядро дендрофильного комплекса. В него входят большой и малый еловые усачи, долгоносики рода *Hylobius* sp., смолевки и гравер. Сюда же относится и еловый корнежил, однако сильное повреждение ели этим видом начинается позднее. Данные, характеризующие интенсивность нападения насекомых на возобновляющуюся ель на осенних двухлетних вырубках, помещены в табл. 1.

Таблица 1

Категория возобновления	Всего деревьев, шт.	Процент поврежденных деревьев				
		усачами рода <i>Monochamus</i>	слониками рода <i>Hylobius</i>	смолевками рода <i>Pissodes</i>	гравером	еловым корнежилом
Самосев	93	—	9	—	—	—
Мелкий подрост .	91	3	50	13	—	4
Крупный подрост	239	74	83	80	41	2

Наибольшее количество видов насекомых нападает на крупный подрост, который служит одновременно объектом основного и дополнительного питания. Это приводит к тому, что на трехлетних вырубках остается только 12,5% жизнеспособного крупного подростка ели от общего количества, сохраненного после рубки (409 шт. на 1 га).

Установлено, что интенсивность нападения насекомых на молодняк ели зависит не только от возраста деревьев, но и от давности рубки и ее сезона. Для того чтобы выяснить, насколько достоверна эта связь, был произведен дисперсионный анализ пробных площадей (576 шт.), заложенных на вырубках разных лет и сезонов рубки. Связь оказалась достоверной с 95%-ным уровнем значимости (рис. 1). Таким образом, усачи *Monochamus* sp., долгоносики *Hylobius* sp. и *Pissodes* sp. имеют определенные изменения сезонной численности, зависящей от возраста вырубки, сезона рубки и физиологического состояния подростка ели.

Массовая миграция вредителей на осенние вырубки прошлого года происходит на второй год и сопровождается сильным повреждением молодняка ели. К третьему году после рубки насекомые в первую очередь покидают вырубки весенней и летней заготовки, тогда как на осенних их количество достаточно велико. Кроме того, отмечено, что вырубки, расположенные около свежих лесосек, имеют больше поврежденного подростка, чем удаленные (рис. 1, В₃ — С₃).

Изменение численности насекомых в зависимости от возраста вырубки и сезона рубки тесно связано с циклом их развития и закономерно для обоих типов. На первом этапе, когда формируется тип вырубки, его влияние на степень повреждения ели насекомыми незначительно. Однако в этот период создаются предпосылки, определяющие деятельность некоторых видов в условиях старых вырубок.

Второй этап характеризуется распадом ядра дендрофильного комплекса насекомых, который активно действовал в первые три года после рубки, и охватывает 4—6-летние вырубки.

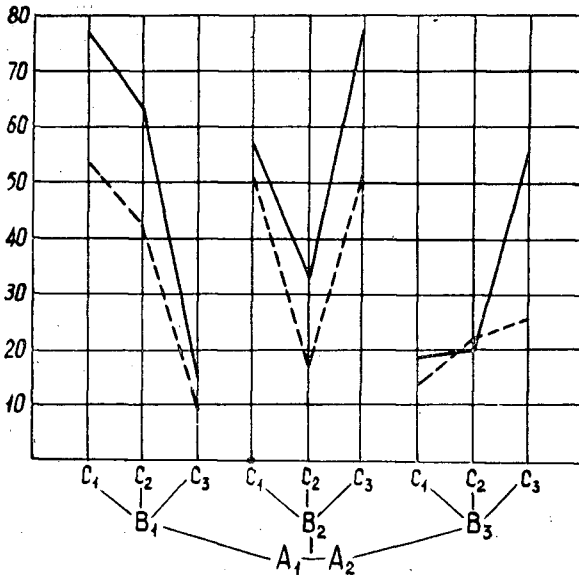


Рис. 1. Поврежденность подроста ели (%) насекомыми на 1—3-летних вырубках вейникового (A₁ — сплошная линия) и широколиственного (A₂ — пунктир) типов.

B₁, B₂, B₃ — вырубки 1, 2 и 3 лет;
C₁, C₂, C₃ — сезоны рубки (весенний, летний, осенний).

К началу второго этапа в обоих типах из ядра комплекса выпадают основные вредители крупного подроста — большой и малый еловые усачи и гравер. На вырубках остаются еловый корнежил и долгоносики родов *Hylobius* и *Pissodes*. Однако деятельность их незначительна, и молодяк ели повреждается только на 3—7%. Степень повреждения возобновления ели на старых вырубках характеризует табл. 2.

Таблица 2

Возраст вырубки, лет	Всего деревьев, шт.	Процент поврежденных деревьев					
		слониками рода <i>Hylobius</i>	смолевками рода <i>Pissodes</i>	еловым корнежилом	гравером	таежным крифалом	пушистым полиграфом
4	$\frac{449}{236}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{2}{0,9}$	$\frac{30}{20}$	—	—	—
6	$\frac{433}{363}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{1}{0,8}$	$\frac{0,5}{0,3}$	—	—	—
7	$\frac{660}{805}$	—	$\frac{1}{1}$	—	—	—	—
10	$\frac{826}{365}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{3}$	—	—	—	—
15	$\frac{885}{800}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{6}{6}$	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{0,1}{0}$	$\frac{0,5}{0,6}$	$\frac{0,1}{0,1}$

Примечание. В числителе — процент поврежденных деревьев на вейниковых вырубках, в знаменателе — на широколиственных.

Как видно из таблицы, еловый корнежил является самым активным вредителем на 4-летних вырубках. В период дополнительного питания он повреждает жизнеспособный самосев и мелкий подрост ели.

Некоторые экземпляры мелкого подроста, поврежденные корнежилом, имели прирост в высоту 22—25 см. При одновременном нападении нескольких жуков деревца гибнут. На 4-летних вырубках усыхает 10% мелкого подроста. Высокая численность корнежила здесь поддерживается в результате заселения им отмирающего крупного подроста ели.

К концу второго этапа деятельность всех видов, в том числе и корнежила, резко снижается. На вырубках старше 6 лет короедная фауна отсутствует и появляется только через 9 лет (в 15-летних молодняках).

В лесоводственной литературе отмечается [4], [5], [6], что вейниковые вырубки создают неблагоприятные условия для возобновления хвойных пород. Именно на этих вырубках высока численность елового корнежила, повреждающего благонадежный молодняк ели, находящийся под «пологом» вейника. На широкотравных вырубках жуков этого вида меньше. В связи с этим важно знать, существует ли связь между типом вырубки и степенью повреждения мелкого подроста ели корнежилом. Для этого был произведен дисперсионный анализ пробных площадей (653 шт.), заложенных на вырубках разных лет и типов. Результат анализа приведен на рис. 2. Влияние типа вырубки на степень повреждения деревьев корнежилом в данном случае достоверно с вероятностью $P > 0,999$. Деятельность этого вида на вырубках тесно связана с их типом, который в конечном счете определяет лесорастительные и фитоклиматические особенности специфичного биогеоценоза. Изменение численности елового корнежила на вырубках разных лет полностью согласуется с циклом развития этого вредителя. Корнежил редко заселяет свежие пни и охотно — пни прошлого года рубки. Поэтому на третий год начинается увеличение численности популяции вида в результате появления молодого поколения жуков, которые в массе заселяют осенние вырубки только на четвертый год после рубки.

Третий этап формирования вырубки начинается в период смыкания елово-лиственных молодняков и распространяется на 7—10-летние вырубки. В этот период количество насекомых резко уменьшается (табл. 2). На седьмой год после рубки с вырубок исчезают долгоносики рода *Hylobius* sp. и появляются вновь лишь через четыре года (в 10-летних молодняках). В начале третьего этапа дендрофильный комплекс почти полностью распадается. Из насекомых, повреждающих ель, остаются только смолевки, деятельность которых незначительна. К десятому году после рубки в молодняках увеличивается количество крупного подроста ели и вместе с этим расширяется видовой состав насекомых. Начинают появляться долгоносики рода *Hylobius*. Третий этап формирования энтомокомплексов характеризуется отсутствием короедов и низкой активностью дендрофильных насекомых. Усыхания деревьев от повреждений насекомыми нет.

Четвертый этап наступает через 5 лет после третьего и охватывает молодняки 15 лет и старше. Фитоклиматический режим этих молодняков сильно приближается к лесному. Под пологом осины заметно увеличивается количество крупного подроста ели (78%), что способствует обновлению видового состава насекомых видами, специфичными для сомкнутых насаждений (табл. 2). Так, крупный подрост ели начинают заселять пушистый полиграф (*Polygraphus poligraphus* L.), таежный крифал (*Cryphalus saltuarius* Wse.) и обыкновенный микрограф (*Pityophthorus micrographus* L.). Эти виды выступают в качестве индикаторов, указывающих на то, что молодняки приобретают характерные черты леса. Кроме них, ель повреждается еловым корнежилом и гравером. Заметно увеличивается количество долгоносиков *Hylobius* sp. и смолевок, появляются долгоносики рода *Magdalis* (два вида). Все это

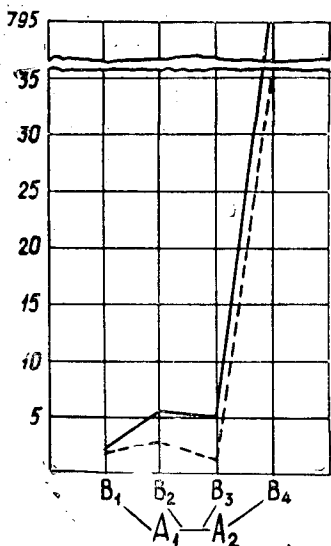


Рис. 2. Повреждение мелкого подроста ели еловым корнежилом на вырубках разных типов (по среднему количеству поврежденных деревьев на 1 га).

A₁, A₂ — см. обозначения на рис. 1;
B₁ — вырубка 1 года; B₂ — 2 лет;
B₃ — 3 лет; B₄ — 4 лет.

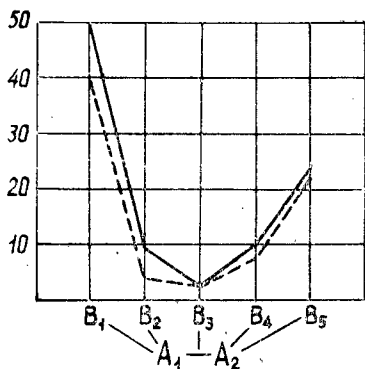


Рис. 3. Степень повреждения молодняка ели (%) насекомыми на старых вырубках разных типов.

A₁, A₂ — см. обозначения на рис. 1;
B₁ — вырубка 4 лет; B₂ — 6 лет;
B₃ — 7 лет; B₄ — 10 лет и B₅ — 15 лет.

говорит о том, что в 15-летних молодняках начинает формироваться типично лесная энтомофауна. Здесь вновь появляются виды, составляющие ядро дендрофильного комплекса, за исключением большого и малого еловых усачей. Чтобы проследить изменение численности насекомых в условиях старых вырубках разных лет, на которых постепенно увеличивается процент крупного подроста, была проделана статистическая обработка 253 проб тем же методом (рис. 3). Видно, что с увеличением возраста вырубки, по мере появления крупного подроста ели, деятельность насекомых становится активнее ($P > 0,999$). Однако отпад ели незначителен (0,7%), то есть насекомые обрабатывают то, что усыхает в результате самоизреживания.

Таким образом, к 15 годам цикл формирования энтомокомплексов вырубок завершается. Далее наступает лесной этап, которому присущи свои закономерности, описанные в энтомологической литературе [2], [3].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. И. Воронцов. Вредители лесомелиоративных посадок западной части Казахской ССР и АССР Немцев Поволжья. Итоги работ ВИЗР за 1936 г., ч. I, Л., 1937.
- [2]. А. И. Воронцов. Биологические основы защиты леса. М., 1960.
- [3]. А. И. Воронцов. Биологические основы защиты леса. М., 1963.
- [4]. И. С. Мелехов. К типологии концентрированных вырубек в связи с изменениями в напочвенном покрове. В кн. «Концентрированные рубки в лесах Севера», М., 1954.
- [5]. И. С. Мелехов. Основы типологии вырубек. В кн. «Основы типологии вырубек и ее значение в лесном хозяйстве», Архангельск, 1959.
- [6]. И. С. Мелехов, Л. И. Корконосова, В. Г. Чертовской. Руководство по изучению типов концентрированных вырубек. М., 1965.
- [7]. В. Н. Сукачев (ред.). Основы лесной биоценологии. М., 1964.

УДК 519 : 634.0.5

**НЕКОТОРЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И КОРРЕЛЯЦИИ
В СТРОЕНИИ НАСАЖДЕНИЙ**

А. И. ПАТАЦКАС

Старший преподаватель

(Литовская сельскохозяйственная академия)

Известно, что в однородном насаждении закону Шарлье подчиняются следующие таксационные признаки: толщина на высоте груди и высота деревьев, объемы стволов, коэффициенты формы, старые видовые числа [3], [4], [7], [8].

Автор исследовал новые распределения таксационных признаков по их размерам, которые подчиняются закону Шарлье, а именно: 1) расстояние между деревьями в естественном лесу; 2) толщину деревьев на 0,1 высоты; 3) средние диаметры проекции крон; 4) толщину коры на высоте груди; 5) текущий прирост отдельных стволов по диаметру. Характеристика исследованных насаждений приведена в табл. 1.

Таблица 1

№ пробных площадей	Состав	Возраст насаждения, лет	Класс бонитета	Тип условий произрастания	Полнота	Число обмеренных деревьев
1	10 С	95	I	B ₂	0,7	282 (318)
2	10 С	55	I	B ₂	0,82	282
3	10 С	98	IV	A ₁₋₂	0,67	218
4	10 С	63	II	A ₂	0,77	239
5	10 С	65	III	A ₂	0,8	235
6	10 С+Е	68	II	B ₂₋₃	0,8	252
7	10 С+В	65	II	B ₂	0,96	326
8	10 Е	49	I	C ₂₋₃	0,92	243
9	10 Е+С	56	I	C ₂	0,89	233 (228)
10	10 Е	65	I	C ₃	0,64	225

Примечание. Все пробные площади заложены в лесах Литвы.

1. Исследованием по определению расстояний между деревьями в естественном лесу занимался М. К. Бочаров [1]. В графе 1 табл. 2 дано расстояние между деревьями (m), а в графах 2, 3 и 4 — соответственно частоты эмпирические m , по закону Шарлье m' и по нормальному закону m'' . Статистические характеристики: среднее арифметическое $\bar{x} = 5,19$; среднее квадратическое отклонение $\sigma^2 = 2,12$; коэффициент асимметрии $A = 0,36$; коэффициент эксцесса $E = -0,25$.

Критерий согласия Пирсона χ^2 показывает, что распределение следует закону Шарлье. Для нормального закона $\chi^2 = 18,74$, число степеней

свободы $r = 11 - 3 = 8$, соответствующая вероятность $P \approx 0,016$. Такая вероятность меньше уровня значимости ($P = 0,05$), следовательно, слишком мала. Для закона Шарлье $\chi^2 = 5,27$, $r = 11 - 5 = 6$, $P \approx 0,5$.

2. Для получения нормального видového числа диаметры измеряются не на высоте груди, а на 0,1 высоты дерева. Распределение числа деревьев по толщине на 0,1 H следует закону Шарлье. В качестве примера взята пробная площадь (табл. 1, проба 1), в которой у 282 деревьев обмерены диаметры на 0,1 H . Статистические характеристики: средний диаметр на 0,1 H равен 24,95; $\sigma = 6,53$; $A = 0,28$; $E = -0,57$.

Критерий Пирсона показывает, что распределение следует закону Шарлье ($\chi^2 = 7,03$; $r = 3$; $P \approx 0,07$).

Распределение на 0,1 H имеет левую асимметрию и отрицательный эксцесс, как и распределение по толщине на высоте груди [4].

3. Распределение числа деревьев по средним диаметрам проекции крон изучено автором в чистых сосновых насаждениях (табл. 1, пробные площади 1, 2, 9). В качестве примера берем сосновое насаждение (проба 2), в котором диаметры проекций крон обмерены у 282 деревьев в двух направлениях (СЮ и ВЗ) и из полученных двух значений диаметров составлен средний диаметр проекции кроны. Статистические характеристики: $\bar{x} = 2,35$; $\sigma = 0,76$; $A = 0,9$; $E = 0,7$.

Критерий $\chi^2 = 7,86$; $r = 5$; $P \approx 0,16$. Следовательно, деревья по средним диаметрам проекций крон распределяются по закону Шарлье. К тому же заключению пришел и Н. Грязин [2], который исследовал размеры крон в искусственных сосновых насаждениях Эстонской ССР.

4. Распределение числа деревьев по толщине коры изучено в чистых сосновых и еловых насаждениях (табл. 1, пробы 3, 4, 9, 10). В качестве примера берем сосновое насаждение (проба 3), в котором толщина коры на высоте груди измерена у 218 деревьев. Статистические характеристики: $\bar{x} = 1,16$; $\sigma = 0,52$; $A = 0,44$; $E = -0,48$.

Для закона Шарлье $\chi^2 = 3,12$; $r = 8 - 5 = 3$; $P \approx 0,39$. Следовательно, деревья по толщине коры распределяются по закону Шарлье.

5. Распределению деревьев по текущему приросту по диаметру характерна сильная левая асимметрия. А функция Шарлье имеет силу только для распределений не слишком асимметричных. Поэтому в случаях, когда распределение из-за сильной асимметрии или других причин не подчиняется закону Шарлье, нужно пользоваться кривыми

Таблица 2

x	m	m'	m''
1	2	3	4
1,1	19	23	24
2,1	70	59	52
3,1	106	106	93
4,1	145	142	133
5,1	147	148	152
6,1	113	126	139
7,1	96	91	101
8,1	60	57	60
9,1	28	31	28
10,1	16	14	11
11,1	4	5	3
12,1	2	2	1
	806	804	797

Таблица 3

Интервалы	x	m	m'
1	2	3	4
0,3 — 0,4	0,35	27	23
0,5 — 0,6	0,55	51	54
0,7 — 0,8	0,75	74	68
0,9 — 0,10	0,95	49	54
0,11 — 0,12	1,15	29	31
0,13 — 0,14	1,35	14	14
0,15 — 0,16	1,55	8	5
		252	249

Пирсона. Пирсон дал систему кривых, которой подчиняются все распределения, встречаемые в действительности [5, стр. 472].

Распределение деревьев по текущему приросту по диаметру изучено в чистых сосновых и еловых насаждениях (табл. 1, пробные площади 2—10). Пример распределения деревьев по приросту, которое следует закону Шарлье (табл. 1, проба 6), приведен в табл. 3. Текущий прирост по диаметру измерялся взятием проб приростным буровом. В графе 1 даны интервалы текущего прироста (мм), в графе 2 — среднее значение каждого интервала. В графах 3 и 4 показаны частоты эмпирические m и по закону Шарлье m' . Статистические характеристики: $\bar{x} = 0,8$; $\sigma = 0,3$; $A = 0,48$; $E = -0,22$. Критерий $\chi^2 = 3,59$; $r = 7 - 5 = 2$; $P \approx 0,17$. Следовательно, распределение деревьев по приросту в данном примере подчиняется закону Шарлье.

Пример распределения деревьев по приросту, которое подчиняется закону Пирсона (табл. 1, проба 7), приведен в табл. 4. В графах 3 и 4 даны частоты эмпирические m и по закону Шарлье m' . Статистические характеристики $\bar{x} = 0,73$; $\sigma = 0,39$; $A = 1,01$; $E = 1,16$. Для закона Шарлье $\chi^2 = 19,96$; $r = 9 - 5 = 4$; $P \approx 0,0005$. Так как распределение в данном примере не подчиняется закону Шарлье, берем из системы кривых Пирсона кривую I типа.

Соответствующие частоты m'' приведены в графе 5 табл. 4. Теперь критерий $\chi^2 = 8,39$; $r = 4$; $P \approx 0,09$. Следовательно, распределение по приросту в данном примере подчиняется закону Пирсона.

Таблица 4

Интервалы	x	m	m'	m''
1	2	3	4	5
0,2—0,3	0,25	50	35	51
0,4—0,5	0,45	76	67	76
0,6—0,7	0,65	59	73	69
0,8—0,9	0,85	56	62	52
1,0—1,1	1,05	46	32	36
1,2—1,3	1,25	13	15	21
1,4—1,5	1,45	14	11	13
1,6—1,7	1,65	5	9	7
1,8—1,9	1,85	2	5	4
2,0—2,1	2,05	4	2	2
2,2—2,3	2,25	1	1	—
		326	312	331

Нормальный закон является частным случаем закона Шарлье (а закон Шарлье — частным случаем кривых Пирсона). Не существуют ли во множестве распределений, касающихся таксационных признаков, такие, которые подчиняются нормальному закону? По данным, полученным автором и другими исследователями [2], число деревьев по длинам крон в сосновых насаждениях распределяется по нормальному закону. В качестве примера взята пробная площадь № 1, в которой длины крон обмерены у 318 деревьев. Для нормального закона критерий $\chi^2 = 6,03$; $r = 4$; $P = 0,2$. Следовательно, этот закон имеет место.

Знание распределений имеет не только теоретическое, но и практическое значение, оно важно при производстве малой выборки. Для нахождения среднего диаметра насаждения нужно подбирать репрезентанты из всех ступеней толщины таким образом, чтобы распределение

стволов по толщине в малой выборке имело левую асимметрию. В практике для этой цели можно руководствоваться обобщенными материалами А. В. Тюрина [6], который дал процентное распределение числа деревьев по ступеням толщины.

При установлении средней высоты насаждения нужно подбирать репрезентанты из ступеней высоты таким образом, чтобы распределение деревьев по высоте в малой выборке имело правую асимметрию. Но обобщенных данных в виде процентного распределения числа деревьев по ступеням высоты мы не имеем. Пока нет таких данных, в практике при установлении средней высоты насаждения нужно брать больше деревьев не из срединных ступеней высоты, а из правой ветви распределения (более высоких деревьев).

Распределения важно знать для выяснения вида корреляции между признаками: почему она прямолинейна или криволинейна. Корреляция между двумя признаками не может быть прямолинейной, если распределение одного признака имеет правую асимметрию, а другого — левую. Например, корреляция между диаметром на высоте груди и высотой дерева криволинейна. Корреляция между двумя признаками прямолинейна, если их значения распределены нормально. При ненормальном распределении корреляция может быть прямолинейной только тогда, когда коэффициенты асимметрии и эксцесса в распределении признаков незначительно различаются.

С теоретической и практической точки зрения важно знать вид корреляции между: текущим приростом по диаметру z_d и диаметром на высоте груди d ; толщиной коры (на высоте груди) e и диаметром d ; между текущим приростом z_d и толщиной коры e .

О прямолинейности корреляционной связи между двумя признаками часто можно судить по графику. Но график не всегда дает нам удовлетворительный ответ. В сомнительном случае надо применить критерий Фишера F_{η} .

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. К. Бочаров, Г. Г. Самойлович. Математические основы дешифрирования аэроснимков леса. Изд-во «Лесная промышленность», 1964. [2]. Н. Грязин. Метод измерения проекций крон и закономерности в строении полога леса. Сборник научных трудов Эстонской сельскохозяйственной академии № 23, 1962. [3]. К. Е. Никитин. Теоретические и экспериментальные исследования таксационного строения и роста лиственных насаждений Украинской ССР. Автореферат, Киев, 1964. [4]. А. И. Патацкас. Применение функции Шарлье для исследования закономерностей строения насаждений. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1964. [5]. В. И. Романовский. Математическая статистика. Кн. 1, Ташкент, 1961. [6]. А. В. Тюрин. Таксация леса. Гослестехиздат, М., 1945. [7]. Jean Pardé. Dendrometrie, Edition de l'Ecole nationale des eaux et forest. Nancy, 1961. [8]. M. Prodan. Messung der Waldbestände. J. D. Sauerländers Verlag. Frankfurt am Main, 1951.

Поступила в редакцию
4 сентября 1965 г.

УДК 581.116 : [674.031.632.13 + 674.032.475.4]

ТРАНСПИРАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ КУЛЬТУР БЕРЕЗЫ И СОСНЫ

В. К. ПОПОВ

Ассистент

(Воронежский лесотехнический институт)

В условиях степи и лесостепи большое внимание должно быть уделено изучению такого важного физиологического процесса, как поглощение и расходование воды насаждением в различных условиях среды.

Нами была проделана работа по сравнению интенсивности транспирации березы и сосны и, в конечном счете, по определению общего количества воды, которое тратится насаждением в процессе транспирации за определенный промежуток времени.

Объектом исследования послужили культуры березы Савальского лесхоза в условиях свежей сложной субори (С₂) в возрасте 8, 16 и 30 лет и сосны в возрасте 7, 14 и 28 лет. Характеристика этих древостоев приведена в табл. 1.

Таблица 1

Порода	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов на 1 га, шт.	Полнота	Запас на 1 га, м ³
Береза	8	5,8	4,0	7720	1,00	37,3
Сосна	7	2,4	2,8	7750	0,95	16,1
Береза	16	13,0	9,6	2800	1,00	131,2
Сосна	14	5,8	6,7	5740	1,00	93,0
Береза	30	15,0	12,8	2015	0,95	203,0
Сосна	28	12,4	12,1	3235	1,20	248,0

Данные таблицы свидетельствуют о том, что основные таксационные показатели (средняя высота, средний диаметр, запас) выше у культур березы, чем у сосны.

Наибольшие различия наблюдаются в молодом возрасте, а к 30 годам показатели несколько выравниваются.

Интенсивность транспирации устанавливали методом быстрого взвешивания срезанных побегов последнего года под слоем расплавленного парафина (по Л. А. Иванову и др. [3]). В течение часа производили 3—5 параллельных определений транспирации сосны и березы одного возраста. Потери воды побегами в процессе транспирации рассчитывали в мг на 1 г сырого веса листьев или хвои в 1 час.

Одновременно с определением интенсивности транспирации для характеристики внешних условий регистрировали скорость ветра,

температуру, относительную влажность воздуха (психрометром Ассмана) и степень освещенности (люксметром ОЛ-3).

Транспирацию определяли 28, 29, 30 августа 1964 г. День 28 августа был ярким солнечным, температура воздуха за период наблюдений (с 8 час. 30 мин. до 18 час. 30 мин.) находилась в пределах 20—24°, влажность воздуха 42—75%, сила ветра 0,2 м/сек. В этот день находили транспирацию культур березы 8 лет и сосны 7 лет.

29 августа был яркий солнечный день. Температура воздуха за период наблюдений колебалась от 19 до 24°, влажность воздуха 55—72%, скорость ветра 0,3 м/сек. Определяли транспирацию культур березы 16 лет и сосны 14 лет.

30 августа был яркий солнечный день. Температура воздуха колебалась от 18 до 22,7°, относительная влажность — от 51 до 70%, скорость ветра 0,3 м/сек. Определяли транспирацию культур березы 30 лет и сосны 28 лет.

Результаты определения интенсивности транспирации сосны и березы (в мг на 1 г сырых листьев в час) представлены в табл. 2.

Таблица 2

Число, месяц	Порода	Возраст, лет	Интенсивность транспирации, мг/г в час
28 августа	Береза . . .	8	335,6
	Сосна . . .	7	153,8
29 "	Береза . . .	16	261,6
	Сосна . . .	14	113,2
30 "	Береза . . .	30	163,0
	Сосна . . .	28	90,2

Близость метеорологических показателей всех трех дней исследования дает возможность сопоставить изменение интенсивности транспирации с возрастом насаждения. Данные табл. 2 показывают, что интенсивность транспирации березы и сосны с возрастом уменьшается. Молодые насаждения имеют повышенную интенсивность транспирации по сравнению со взрослыми на протяжении всего дневного периода. Так, если среднюю интенсивность транспирации березы за день в возрасте 8 лет и сосны в 7 лет принять за 100%, то для 30-летней березы она составит всего 48%, а для 28-летней сосны — 58%. Наибольшее различие с возрастом наблюдается у березы.

Лю Цзинь-хэ [5], изучая транспирацию кленов и других древесных пород разного возраста, также пришел к выводу, что интенсивность ее с возрастом уменьшается. Объяснение этого явления он находит в большем содержании свободной воды в молодых растениях. С возрастом количество свободной воды в растениях падает, а связанной — повышается. Работами А. М. Алексеева [1] и Н. А. Максимова [6], [7] доказано, что свободная вода обуславливает физиологическую активность растений. Поэтому уменьшение интенсивности транспирации с возрастом хорошо согласуется с общим ходом роста исследуемых пород. Обе породы (особенно береза) имеют быстрый рост в первые два десятилетия, который затем замедляется.

Ранее считали, что интенсивность транспирации зависит, главным образом, от атмосферных условий. В последнее время работами ряда исследователей [4], [8], [2], [9] показано, что при недостаточном увлажнении почвы атмосферные условия перестают играть решающую роль. Расход растениями влаги в этих условиях зависит, прежде всего,

от содержания ее в почве. Учитывая это обстоятельство, мы определили влажность почвы в исследуемых нами культурах на глубине 50 см и 1 м. Средний процент влажности под культурами березы на глубине 50 см колеблется от 2,7 до 6,3%, а на глубине 1 м от 2,1 до 5,3%, под культурами сосны соответственно от 2,0 до 6,0% и от 1,9 до 5,0%. Влажность почвы в некоторых случаях близка к критической.

Общая напряженность метеорологических факторов в период исследования и дефицит влаги в почве определили дневной ход транспирации как березы, так и сосны. Обе породы утром быстро увеличивают интенсивность транспирации, что, в общем, согласуется с повышением температуры воздуха и падением относительной влажности до 11 часов, после чего картина меняется. Температура продолжает повышаться, влажность воздуха падает, интенсивность транспирации снижается. Затем транспирация идет некоторое время на минимальном уровне, а около 16 часов наблюдается слабое ее усиление, совпадающее по времени с повышением влажности и снижением температуры воздуха.

Таким образом, дневной ход транспирации как у березы, так и у сосны характеризуется двумя максимумами. Первый, наибольший, приходится на 11 часов и второй, незначительный, — на 16 часов.

Данные табл. 2 показывают также интенсивность транспирации березы и сосны по группам возраста. Во всех трех группах интенсивность транспирации березы в 2—2,5 раза больше, чем у сосны. Особенно большая разница наблюдается в молодом возрасте, а к 30 годам она несколько сглаживается. Наиболее ярко различия в транспирации проявляются в дополуденный период. После полудня, когда сильнее сказываются влияние дефицита влаги в почве и общая напряженность метеорологических факторов, береза резче сокращает интенсивность транспирации по сравнению с сосной, и по величине они уже незначительно отличаются друг от друга.

Полученные данные интересны в том отношении, что доказывают способность березы приспосабливаться к засушливым условиям.

Для получения транспирационного расхода всего насаждения мы умножили величины транспирации за день на вес транспирационной массы (хвои, листы) насаждения.

Величины массы листы березы и хвои сосны определены нами на этих же пробных площадях в период исследования. С этой целью на каждой пробной площади было срублено от 12 до 16 модельных деревьев по ступеням толщины. Со срубленных деревьев обрывали всю листву (хвою) и немедленно взвешивали, а затем вес листы (хвои) переводили на 1 га. Результаты транспирационных потерь насаждениями представлены в табл. 3.

Таблица 3

Порода	Возраст, лет	Транспирация на 1 га сырых листьев, мг/час	Число стволов на 1 га	Запас сырых листьев, Тга	Расход воды на транспирацию за период исследования (с 8 час. 30 мин. до 18 час. 30 мин.) Т на 1 га
Береза	8	335,6	7720	7,4	24,8
Сосна	7	153,8	7750	12,4	19,1
Береза	16	261,6	2800	8,2	21,45
Сосна	14	113,2	5740	17,0	19,2
Береза	30	163,0	2015	11,7	19,1
Сосна	28	90,2	3225	20,5	18,5

Из данных таблицы видно, что общий расход воды 1 га культур сосны и березы отличается незначительно, несмотря на то, что интенсивность транспирации березы выше, чем сосны. Это объясняется тем, что определяющим фактором в суммарном расходе воды, наряду с интенсивностью транспирации, является общее количество листовой массы древостоя.

В заключение можно отметить, что мнение о березе как о породе, сильно иссушающей почву, нашими исследованиями не подтвердилось.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. М. Алексеев. Физиологические основы влияния засухи на растения. Ученые записки Казанского государственного университета им. В. И. Ульянова-Ленина, 197, 4, кн. 5—6, 1937. [2]. А. И. Ахромейко. Бузулукский бор (физиологическое обоснование разведения сосны в степях), т. III, 1950. [3]. Л. А. Иванов и др. Об определении транспирационного расхода древостоев леса. «Ботанический журнал» № 2, 1950. [4]. Н. П. Красулин. Опыт определения транспирации сосны и березы в условиях насаждения. Труды ВНИИЛХ, вып. 8, 1939. [5]. Лю Цзинь-хэ. Водный режим некоторых древесных растений в связи с интродукцией. Труды Ботанического института им. В. Л. Комарова, вып. 15, 1962. [6]. Н. А. Максимов. Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений. Водный баланс и засухоустойчивость растений, изд. АН СССР, 1952. [7]. Н. А. Максимов. Краткий курс физиологии растений. Сельхозгиз, 1958. [8]. П. Б. Раскатов. Опыт учета транспирационных потерь насаждением. Научные записки ВЛХИ, т. 6 (XXI), 1940. [9]. Н. А. Хлебникова, М. Н. Маркова. Водный режим древесных пород в Прикаспийской низменности. Труды Института леса АН СССР, т. 27, 1951.

Поступила в редакцию
7 марта 1967 г.

УДК 634.0.56 : 674.032.475.542 (571.51).

СТРОЕНИЕ ЕЛЬНИКОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

А. С. СОЛОДЬКО

Аспирант

(Сибирский технологический институт)

Несмотря на значительное распространение еловых лесов в Красноярском крае, их строение почти не изучено. Наши опытные работы были проведены в центральных и южных районах в ельниках зеленомошной, травяно-болотной и разнотравной групп типов леса, представленных наиболее широко. В большинстве случаев это разновозрастные древостои, имеющие сложную структуру. Изучение размерной, возрастной структуры еловых насаждений проведено с использованием материалов 26 пробных площадей, на каждой из которых срубали в среднем не менее 80 учетных деревьев. Из них 5 пробных площадей заложены со сплошной вырубкой деревьев ели. При обработке материалов пробных площадей, исходя из лесопромышленных целей, к древостою относили деревья с диаметром на высоте груди 10,1 см и выше.

Большое значение имеет установление характера разновозрастности лесов. При изучении и выделении типов возрастной структуры использовали методические положения И. В. Семечкина [4], с учетом особенностей строения еловых насаждений, и метод распределения деревьев по относительным ступеням возраста, выраженным в десятых долях среднего возраста. Как показали исследования Р. Г. Синельщикова [5], И. И. Гусева [2] и Э. Н. Фалалеева [7], для анализа возрастной структуры последний метод дает удовлетворительные результаты. Типы возрастной структуры древостоев и их строение характеризовали графическим путем (по оси абсцисс откладывали коэффициенты изменчивости возраста, а по оси ординат в том же масштабе — коэффициенты изменчивости диаметра или высоты деревьев каждого насаждения). При выделении типов возрастной структуры учитывали также общий характер кривой ряда распределения числа стволов по толщине, положение максимума числа деревьев в ней, амплитуду колебания возраста.

Древостоев, у которых возраст деревьев отличался бы меньше чем на 20 лет, то есть одновозрастных, мы не встречали. Большинство характеризуемых насаждений имеют деревья разного возраста, с различным количественным их сочетанием по разрядам возраста.

В исследуемых еловых древостоях было выделено два типа возрастной структуры: условно разновозрастные и разновозрастные. Первые характеризуются одновершинным рядом распределения числа стволов как по разрядам диаметра, так и возраста. При этом ряды распределения числа стволов по толщине имеют максимумы, расположенные близко к среднему диаметру древостоя. А в обобщенном ряду распреде-

ления числа деревьев по естественным ступеням возраста (табл. 1) около 75% всех стволов сконцентрировано в ступенях 0,8—1,2. Амплитуда колебаний возраста обычно не превышает среднего возраста древостоя. Коэффициент изменчивости возраста колеблется до 25%, диаметра — до 45% (в среднем 35%), высоты — до 23% (в среднем 19%).

В распределении разновозрастных насаждений по толщине максимальное число стволов приходится на начальные ступени. Обобщенный ряд распределения деревьев по относительным ступеням возраста (табл. 1) более растянут (от 0,3 до 2,4). В центральных ступенях (0,8—1,2) находится немногим больше половины всего количества деревьев. Амплитуда колебаний возраста деревьев насаждения, как правило, больше среднего возраста, иногда почти в 2 раза. Коэффициент изменчивости возраста более 25% (до 38%), диаметра — в среднем 42% (до 53,2%) и высоты в среднем 22% (до 39%). Кроме того, имеются пробные площади, занимающие промежуточное положение между выделенными типами возрастной структуры.

При изучении строения древостоев по диаметру был принят метод естественных ступеней толщины (А. В. Тюрина). Для рядов распределения деревьев по относительным ступеням толщины условно разновозрастных ельников составлен обобщенный ряд (табл. 2). Он имеет пределы 0,3 (нижний) и 2,5 (верхний). Коэффициент изменчивости диаметра колеблется от 26,4 до 49,6%.

Обобщенный ряд распределения деревьев по относительным ступеням толщины разновозрастных ельников (табл. 2) имеет пределы 0,4 (нижний) и 2,9 (верхний). Коэффициент изменчивости диаметра находится в пределах 28—53,2%.

Аналогичным образом были составлены ряды распределения числа деревьев по относительным ступеням высоты отдельно по типам возрастной структуры разновозрастных и условно разновозрастных ельников (табл. 3).

Характер обоих рядов одинаков, то есть максимальное число деревьев имеет примерно среднюю высоту. Изменчивость высот колеблется от 11,8 до 39%.

Недостаточно полно освещен вопрос и об изменчивости коэффициентов формы и видовых чисел еловых древостоев. По данным пробных площадей, средний коэффициент формы составил $0,672 \pm 0,08$. Наименьшее значение его 0,559 и наибольшее 0,762. Коэффициент изменчивости равен 11,1%. Тесная зависимость между коэффициентом формы q_2 и основными таксационными показателями древостоев отсутствует. Коэффициент корреляции между q_2 и диаметром на высоте груди изменяется в пределах от +0,230 до -0,214.

Для исследования закономерностей строения древостоев по коэффициенту формы для каждой пробной площади было найдено распределение числа стволов по естественным ступеням q_2 . Затем был составлен обобщенный ряд распределения деревьев по естественным ступеням q_2 . Основанием для этого явился тот факт, что характер рядов распределения оказался почти одинаковым для отдельных пробных площадей. Нет разницы и между обобщенными рядами, составленными по типам возрастной структуры.

Распределение числа стволов еловых древостоев по естественным ступеням коэффициента формы показано в табл. 4.

Аналогично исследованы закономерности строения древостоев и по видовому числу. По тем же причинам найден обобщенный ряд распределения числа стволов по естественным ступеням видового числа (табл. 5).

Таблица 3

Количество пробных площадей	Средняя высота (от — до), м	Статистические показатели	Число деревьев (%) по естественным ступеням голшны											
			0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3

Условно разновозрастные ельники

11	19,4—29,6	M	—	0,3	0,9	0,9	3,9	4,9	7,3	14,7	22,0	22,0	13,2	6,3	1,5	1,4	0,7
		C	—	—	—	—	—	78,7	26,7	39,7	35,9	50,0	—	—	—	—	—
		m	—	—	—	—	—	—	1,73	1,18	2,63	2,38	1,99	—	—	—	—

Разновозрастные ельники

11	18,7—29,4	M	0,4	0,3	1,7	1,9	4,2	5,2	6,8	10,8	17,2	22,1	15,8	8,4	3,6	1,5	0,1
		C	—	—	—	—	—	—	48,0	47,7	26,4	50,6	38,0	—	—	—	—
		m	—	—	—	—	—	—	—	0,98	1,55	1,37	3,38	1,81	—	—	—

Таблица 4

0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45
0,6	0,4	0,2	0,9	1,6	2,9	4,0	7,0	9,9	16,0	17,6	16,1	11,4	6,8	5,1	3,1	2,4	1,6	2,0	2,4

Таблица 5

0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65
0,7	1,7	1,6	3,7	4,4	6,8	9,6	13,4	15,2	13,3	11,8	8,1	5,5	4,4	3,3	2,5	2,5	1,3	1,3	0,3	0,4	0,5	0,6

Среднее видовое число еловых древостоев равно $0,478 \pm 0,09$. Коэффициент изменчивости видовых чисел составляет в среднем 13,7%.

Для определения среднего коэффициента формы елового древостоя с точностью 2,35 и 10% необходимо по способу случайной выборки определить q_2 у 30, 13, 5 и 1 дерева. Для определения среднего видового числа с той же точностью соответственно нужно срубить и обмерить 47, 21, 7 и 2 дерева.

Анализируя выделенные типы возрастной структуры еловых насаждений и учитывая исследования по строению еловых лесов Севера [6], [1], [5], [3], можно заключить, что условно разновозрастные древостои следует таксировать в целом, без разделения на ярусы, поколения, группы и т. д.

Из-за отсутствия в настоящее время надежных признаков для выделения поколений в разновозрастных насаждениях, разделение последних на поколения можно осуществить лишь камеральным путем, на основании установленных закономерностей строения их по возрасту, диаметру и высоте.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. В. Воропанов. Особенности строения и роста еловых насаждений в лесах Севера. Журн. «Лесное хозяйство и лесная промышленность» № 4, 5, 1930. [2]. И. И. Гусев. К вопросу о возрастной структуре ельников Архангельской области. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1962. [3]. И. И. Гусев. Строение и особенности таксации ельников Севера. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964. [4]. И. В. Семечкин. Особенности таксации древостоев в связи с типами возрастной структуры. Сб. «Организация лесного хозяйства и инвентаризация лесов», изд-во АН СССР, М., 1963. [5]. Р. Г. Синельщиков. К вопросу о возрастной структуре ельников. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1958. [6]. А. В. Тюрин. Строение нормальных насаждений. Журн. «Лесное хозяйство, лесная промышленность и топливо» № 1, П., 1923. [7]. Э. Н. Фалалеев. Строение пихтовых лесов Сибири. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1960.

Поступила в редакцию
15 сентября 1966 г.

УДК 634.0.56 : 674.032.475.542

РОСТ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЕЛЬНИКОВ ЗАКАРПАТЬЯ РАЗНОЙ ГУСТОТЫ*

А. И. ПИТКИН

Аспирант

(Брянский технологический институт)

Многочисленными исследованиями ([1], [2], [8], [10] и др.) установлено, что густота является важным таксационным признаком, определяющим рост и строение насаждений. В связи с этим рядом авторов [4], [5], [7] составлены таблицы хода роста в зависимости от густоты.

В 1963—1965 гг. мы проводили работы по изучению роста ельников Закарпатья искусственного происхождения при разной густоте стояния деревьев. Насаждения ели (*Picea excelsa* Link.) представлены здесь разными ботаническими формами, из которых преобладает вытянуто-чешуйчатая [9], являющаяся коренной карпатской елью**. Рост ели указанной формы мы изучали на материалах 38 пробных площадей, заложенных на склонах северных экспозиций (СВ, С, СЗ) 20—30° на 850—1200 м над уровнем моря во влажной сурамени [9].

На основании графика зависимости числа стволов от возраста все пробные площади были разделены на три группы по густоте. Густота древостоев с наибольшим числом стволов принята за 1,0. В средних по густоте древостоях она равна 0,75, в редких — 0,56. В исследуемых насаждениях рубки ухода, как правило, не проводились. Поэтому различия в густоте вызваны разной начальной густотой посева или посадки. Большинство одновозрастных пробных площадей с разной густотой было заложено по две — три в непосредственной близости одна от другой. Это позволило установить тенденцию изменения с возрастом основных таксационных признаков, значения которых определяются только густотой. Однородность собранного материала в пределах каждой линии развития по густоте проверяли по методике ЦНИИЛХа. Для этого использовали также анализы хода роста крупных деревьев.

Для определения запаса и текущего прироста по запасу на каждой пробе рубили по 13—18 модельных деревьев. В соответствии с предложением П. В. Воропанова [1], исходными данными при составлении таблиц хода роста были приняты: число стволов, высота, диаметр, видовое число и фактический текущий прирост. Выравнивание числа стволов производили по уравнению гиперболы $N = \frac{a}{A} + b$, высоты — по выра-

* Работа выполнена под руководством проф. П. В. Воропанова.

** М. А. Голубец [3] выделяет эту форму ели в особый подвид острочешуйчатой или юго-западной (*P. excelsa* subsp. *acutesquamata*).

Ход роста ельников Закар

Возраст, лет	Верхний полог					
	количество стволов	средняя высота, м	средний диаметр, см	сумма площадей сечений, м ²	видовое число (0,001)	запас стволовой древесины в коре, м ³
	Г у с					
20	4004	7,7	8,2	21,2	614	100
30	2684	14,1	12,5	33,1	531	248
40	2024	18,5	16,4	42,5	507	399
50	1629	21,8	19,6	49,2	496	532
60	1365	24,4	22,4	53,8	489	644
70	1171	26,5	24,9	57,1	485	733
80	1030	28,1	27,0	58,9	481	797
90	923	29,6	28,7	59,7	479	847
100	837	31,0	30,3	60,3	477	894
	С р е д н е й:					
20	2964	8,8	9,8	22,2	562	110
30	1998	15,2	14,6	33,4	512	260
40	1516	19,7	18,8	42,2	497	413
50	1225	22,9	22,6	49,2	489	552
60	1031	25,5	25,8	54,0	485	668
70	890	27,6	28,7	57,4	482	763
80	785	29,4	31,0	58,9	479	821
90	706	31,0	32,9	59,9	477	884
100	644	32,3	34,5	60,2	476	922
	Р е д					
20	2209	9,7	10,9	20,6	544	108
30	1488	15,8	16,3	31,1	481	236
40	1128	20,1	21,3	40,2	460	372
50	911	23,2	25,9	48,0	450	502
60	767	25,8	30,0	54,3	448	621
70	661	28,0	33,4	58,2	438	714
80	583	29,8	36,1	59,6	435	773
90	521	31,3	38,2	59,9	432	811
100	481	32,6	39,9	60,1	430	843

жению $H = a + bA^c$ [6]. Диаметры получали из уравнения $AD = aA + b$ и графически; видовые числа — из формулы $FH = aH + b$. Текущий прирост выравнивали по уравнению параболы третьего порядка. Сумму площадей сечений определяли как произведение числа стволов на площадь сечения среднего дерева. Запас вычисляли по формуле $M = GHF$. Применительно к середине возрастного периода (25, 35... 95 лет) разность между текущим приростом и текущим изменением запаса давала запас отпада [1]. Последний в качестве слагаемой величины входит в общую производительность насаждения. Число стволов отпада определяли по разности числа стволов в двух смежных возрастных периодах верхнего полога.

Разница между выравненными и фактическими значениями таксационных признаков находилась в пределах допустимых отклонений. Показатель точности выравнивания во всех случаях высокий ($>0,95$).

Из анализа табл. 1 видно, что рост насаждения зависит от густоты. Отпад по числу стволов наиболее интенсивно идет в густых древостоях. За период с 20 до 100 лет здесь отмирает в 1,8 раза больше стволов;

Таблица 1

пять разной густоты

процент коры	Отпад			Общая производительность	
	количество стволов	запас, м ³	сумма запасов, м ³	запас, м ³	текущий прирост, м ³
т ы е					
13,8	—	—	—	100	—
11,4	1320	33	33	281	18,1
10,3	660	67	100	499	21,8
9,6	395	83	183	715	21,6
9,1	264	77	260	904	18,9
8,8	194	66	326	1059	15,5
8,5	141	60	386	1183	12,4
8,2	107	54	440	1287	10,4
7,9	86	45	485	1379	9,2
г у с т о т ы					
12,0	—	—	—	110	—
10,3	966	42	42	302	19,2
9,4	482	75	117	530	22,8
8,8	291	92	209	761	23,1
8,5	194	95	304	972	21,1
8,3	141	83	387	1150	17,8
8,1	105	74	461	1292	14,2
7,9	79	64	525	1409	11,7
7,8	62	62	587	1509	10,0
к н е					
12,1	—	—	—	108	—
10,5	721	56	56	292	18,4
9,6	360	87	143	515	22,3
9,1	217	98	241	743	22,8
8,8	144	89	330	951	20,8
8,6	106	84	414	1128	17,7
8,4	78	79	493	1266	13,8
8,2	62	74	567	1378	11,2
8,1	40	69	636	1479	10,1

чем в редких древостоях. Наибольший отпад по запасу наблюдается в редких древостоях, наименьший — в густых (на 24%), что объясняется неодинаковыми размерами отмирающих деревьев. В редких древостоях в отпад идут более крупные деревья, чем в густых.

Наибольшую среднюю высоту имеют редкие древостои, наименьшую — густые. С 60 лет различия составляют 5—6%, примерно половину класса бонитета. В молодом возрасте разница в высотах доходит до 25%. Средние по густоте и редкие древостои имеют очень близкие высоты (по верхней линии Iа класса бонитета). Густые древостои, начиная с 27 лет, располагаются вблизи средней линии Iа класса.

Разница в диаметрах более значительна: диаметр средних по густоте древостоев на 15%, а редких на 32% выше, чем в густых. Благодаря более интенсивному росту по диаметру в средних по густоте и редких древостоях, возраст технической спелости по крупным и средним сортам наступает на 10 лет раньше (в 70 лет), чем в густых.

В суммах площадей сечений как производных числа стволов и средних диаметров существенных различий не выявлено. Густые и средние

по густоте древостой имеют почти равные суммы площадей сечений; в редких до 50 лет — на 3—5% ниже.

Наибольший запас стволовой древесины дают средние по густоте древостой, наименьший — редкие (на 7—10% ниже). Разница в запасах определяется в основном видовым числом, которое примерно на 10% меньше в редких древостоях. Видовые числа густых и средних по густоте древостоев, начиная с 30 лет, практически равны. Весьма показательны различия в объеме среднего дерева: в 80 лет он равен в густых древостоях 0,773 м³, в средних 1,060 м³, в редких 1,330 м³.

Наивысшую производительность в 100 лет имеют средние по густоте древостой, наименьшую — густые (на 8,5% меньше).

Как видно из вышеизложенного, средние по густоте древостой наиболее желательны в хозяйственном отношении. Для изучения влияния последующей густоты древостоев (полноты) на текущий прирост, являющийся наилучшим показателем эффективности лесохозяйственных мероприятий и основой при вычислении общей производительности насаждений, дополнительно было заложено 20 пробных площадей (по 10 при полноте 0,7 и 0,8). До проведения в этих насаждениях рубок ухода они имели густоту, близкую к средним по густоте древостоям, что подтверждается учетом сохранившихся после рубки пней и анализами хода роста модельных деревьев по высоте и диаметру. Материалы, полученные на 32 пробных площадях (12 с полнотой 1,0 и 20 с полнотами 0,7—0,8), позволили установить закономерности изменения текущего прироста по запасу в связи с полнотой древостоев (табл. 2) *.

Таблица 2

Полнота	Текущий прирост по запасу (м ³) в возрасте (лет)									
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
1,0	15,8	21,4	23,3	22,3	19,5	16,0	12,8	10,7	9,7	
0,8	14,4	18,8	20,4	20,1	18,8	16,8	14,5	12,6	11,5	
0,7	12,4	16,0	17,5	17,3	16,1	14,4	12,6	11,2	10,6	

Анализируя изменения прироста, можно заключить, что начиная с 65 лет при полноте 0,8 и с 82 лет при полноте 0,7, прирост становится выше, чем в насаждениях с полнотой 1,0. До указанных возрастов с разреживанием насаждений прирост уменьшается, но остается более высоким, чем полученный путем простого редуцирования прироста на полноту.

Таким образом, для повышения производительности ельников Закарпатья средней густоты (начальная густота 7—8 тыс. на 1 га) их следует выращивать до 40—50 лет при полноте 1,0, до 60—70 лет — при полноте 0,9—0,8. В более старом возрасте полнота может снижаться до 0,8—0,7 без опасностей потерь на приросте.

С полнотой изменяется и качественная сторона прироста, в результате более сильного прироста повышается средний диаметр древостая. Для полноты 0,7 это увеличение составляет 8—20%. В видовых числах

* Текущий прирост, приведенный в табл. 1 (средние по густоте древостой) и в табл. 2 (полнота 1,0), вычислялся по одному и тому же уравнению: $Z_M^{\text{тек}} = 0,00017346 A^3 - 0,034962 A^2 + 1,9883 A - 11,43$. В табл. 1 для 30, 40... 100 лет приведен прирост середины возрастного периода (25, 35... 95 лет), как это принято во всех таблицах хода роста.

при полнотах 1,0 и 0,8 заметных расхождений не наблюдается. При полноте 0,7 видовое число уменьшается примерно на 7%.

Большую ценность представляют редкие древостои (начальная густота 5—6 тыс. на 1 га) как источник получения в короткие сроки крупномерной древесины. Важным достоинством их является лучшая устойчивость к ветровалам и буреломам. Поэтому создаваться они должны в местах, наиболее подверженных влиянию этих факторов.

Создание густых культур (15—17 тыс. на 1 га) не оправдано хозяйственными соображениями. Перегущенные молодняки, имеющие большое распространение на Карпатах, интенсивными рубками ухода должны переводиться в более редкое стояние, когда наиболее полно ассимилируются условия внешней среды. Это будет способствовать повышению их производительности и ветроустойчивости.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. В. Воропанов. Лекции по лесной таксации. Ч. II, Брянск, 1962.
[2]. Н. П. Георгиевский. Рубки ухода за лесом. Гослесбумиздат, М.—Л., 1957.
[3]. М. А. Голубец. Два подвида *Picea excelsa* Link. и вопрос об их ареалах. «Ботанический журнал» № 5, 1960. [4]. М. В. Давидов, К. Э. Никитин, Г. А. Ходот, Г. И. Левицкий, О. А. Тшук. Таблицы ходу росту і товарності насаджень деревних порід України. Київ, 1958. [5]. В. Ф. Лебков. Метод составления таблиц хода роста и определения оптимальной густоты насаждений. Журн. «Лесное хозяйство» № 2, 1965. [6]. К. Е. Никитин. Лиственница на Украине. Изд. «Урожай», Киев, 1966. [7]. В. И. Рубцов. Культуры сосны в лесостепи центрально-черноземных областей. Изд. «Лесная промышленность», М., 1964. [8]. В. П. Тимофеев. Густота и ярусность лесных насаждений как условие их производительности. Сб. «Достижения науки в лесном хозяйстве СССР за 40 лет». Гослесбумиздат, М.—Л., 1957. [9]. Г. Л. Тышкевич. Еловые леса Советских Карпат. Изд. АН СССР, М., 1962. [10]. A. Schiffel. Wuchsgesetze normaler Fichtenbestände, Wien, 1904.

Поступила в редакцию
17 октября 1966 г.

УДК 634.0.181.29

ПРИНЦИПЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗАГРУДОВЫХ ТРОФОТОПОВ

О. В. ЗЕЛЕНЬКО

Ассистент

(Харьковский сельскохозяйственный институт)

Разными исследователями [1], [2], [5], [6], [7], [8], [9], [13] в основу выделения загрудовых трофотопов были положены следующие группы признаков: морфология почв, минерализованность почвенного раствора и засоление почв, ярусная структура насаждений.

Признак морфологии почв недостаточно устойчив, связь между типами леса, с одной стороны, и мощностью, механическим составом, генетическим типом почв, с другой, не настолько тесна, чтобы эти признаки класть в основу классификации. Можно также высказать ряд возражений против использования минерализованности почвенного раствора в качестве основания для выделения загрудовых трофотопов.

Например, в центральной Якутии [4] в условиях холодного и засушливого континентального климата под лесом образуются зональные дерново-лесные палевые почвы, поглощающий комплекс которых полностью насыщен основаниями и содержит около 35 м-экв обменных оснований, причем из них 50—70% приходится на кальций, 15—30% на магний и 3—10% на натрий. Вскипают такие почвы с 30—60 см. Все это вместе взятое дает основание отнести такие участки по классификации А. Л. Бельгарда, по крайней мере, к грудам. Но насаждения на таких почвах образованы лиственницей IV класса бонитета с кустарниково-травянистым ярусом из брусники [4], что заставляет включить их в свежие субори, тем более, что к концу лета почва оттаивает лишь на глубину 1 м, ниже которой находится зона вечной мерзлоты.

Все сказанное относится и к попыткам выделить загрудовые трофотопы по принципу засоленности, поскольку засоленные почвы могут иметь широкое распространение только в районах с сухим климатом.

Такие почвы могут встречаться в районах, где в плакорных условиях в лесах широко распространены светлохвойные (лиственница и сосна с примесью березы) с покровом из олиготрофов и мезотрофов, которые по всей совокупности признаков должны быть отнесены к трофотопам В и С, где выделение загрудовых трофотопов ничем не оправдано.

Кроме того, все трофотопы от А до D имеют свои зоны, в которых они господствуют на плакорных суглинистых почвах [3]. По аналогии можно предположить, что трофотопы Е и F так же, как А, В, С и D, имеют зональный характер. Но засоленные почвы нигде не являются зональными [12]. Возникает вопрос, к какому трофотопу отнести незасоленные почвы, залегающие рядом с засоленными? А. Л. Бель-

гард [2] и А. М. Кожевников [5] решают этот вопрос по-разному. А. Л. Бельгард незасоленные черноземы относит к трофотопу F, А. М. Кожевников незасоленные почвы дельты реки Терек — к трофотопу E, но ни тот, ни другой исследователь не обосновывают своих точек зрения.

Все положения, высказанные по этому вопросу, приводят к мысли, что трофотопы E и F ни по минерализованности, ни по засолению почв выделены быть не могут, поскольку имеется очень много фактов, находящихся в противоречии с таким разрешением этого вопроса. По нашему мнению, участки на засоленных почвах следует рассматривать только как галогенные варианты тех или иных трофотопов.

Точно так же не может быть признано приемлемым решение этого вопроса на основании структуры насаждения, являющейся показателем довольно изменчивым во времени даже для одного и того же типа леса, особенно под влиянием человека. Даже если согласиться, что действительно структура насаждений в трофотопах D, E, F и G в такой мере различается, как это считает П. П. Кожевников [6], то практическое использование этого признака для расчленения лесного урочища на типы леса было бы крайне затруднительным. Для выделения загрудков этот принцип не может быть принят также и потому, что лесорастительный эффект обуславливается экологическими факторами, почвенным плодородием [11], а не внешними, морфологическими признаками насаждений, хотя последние в лесной типологии широко используются.

Следует остановиться на взглядах П. С. Погребняка [11] и Д. Д. Лавриненко [10]. По П. С. Погребняку, в выделении групп трофности E и F нет необходимости. По его мнению, выделяемая ранее группа E представлена кальциефильными вариантами грудов и сугрудков в сухих гигротопах и нитрофильными вариантами грудов во влажных. Дубравы группы F, первоначально установленной для дубрав на солонцах, как оказалось впоследствии, не являются дубравами, так же как и их почвы имеют мало общего с солонцами [11]. Таким образом, надобность в выделении трофотопов E и F отпадает. Таковы же выводы и Д. Д. Лавриненко [10]. Возможно, такое решение допустимо для лесов Украины, где на юге лесов немного, но в целом оно неприемлемо, так как леса, например, равнин Предкавказья или Закавказья, сильно отличающиеся от наших дубрав как по производительности, так и по флористическому составу, относить к грудам уже нельзя. Отказ от выделения загрудовых трофотопов в такой же степени обоснован, как и утверждение, что боры, субори и сугрудки являются ацидофильными вариантами грудов или, наоборот, груды являются кальциефильными вариантами сугрудков.

Недостатки всех предыдущих попыток в выделении загрудовых трофотопов объясняются тем обстоятельством, что в основу выделения их были положены несущественные, внешние, часто морфологические признаки насаждений. По нашему мнению, единственно возможной основой для выделения загрудовых трофотопов может быть только растительность; «урожай — абсолютный критерий плодородия во всех случаях, для всех моментов и категорий плодородия» [11], то есть тот признак, который использован для выделения трофотопов A, B, C и D. Введение каких-нибудь особых оснований, поиски «новых» принципов делают загрудовые трофотопы принципиально несравнимыми с уже выделенными, так как ордината трофности заменяется ординатой почвенно-морфологической, засоленности, минерализованности или какой-нибудь еще. Только выделение новых трофотопов на основе показаний растительности — «абсолютного критерия плодородия» будет

являться дальнейшим развитием лесотипологических идей Е. В. Алексеева, П. С. Погребняка и Д. В. Воробьева. Только в этом случае эдафическая сетка будет отражать в трофотобах различную интенсивность одного и того же фактора — богатства почв, только в этом случае классификация будет последовательной и сравнимой, что даст возможность обобщать и рационально применять передовой опыт.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. В. Алексеев. Типы украинского леса. Правобережье, Киев, изд. 2, 1928. [2]. А. Л. Бельгард. Лесная растительность юго-востока УССР. Изд. Киевского государственного университета, 1950. [3]. Д. В. Воробьев. Лесотипологическая классификация климатов. Труды Харьковского ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственного института им. В. В. Докучаева, т. XXX (XVII), Харьков, 1961. [4]. А. Г. Еловская. Краткие итоги исследования почвенного покрова Якутии. Труды I Сибирской конференции почвоведов, Красноярск, 1962. [5]. А. М. Кожевников. Классификация типов условий местопроизрастания вдоль магистральных каналов дельты реки Терек. Украинское совещание по лесной типологии, тезисы докладов, Харьков, 1961. [6]. П. П. Кожевников. Лесорастительные районы водоохранной зоны. Труды ВНИИЛХа, вып. 1, М., 1939. [7]. П. П. Кожевников. Дубовые леса лесостепи. Труды ВНИИЛХа, вып. 1, М., 1939. [8]. Р. К. Кочерга. Горномелиоративные работы в Средней Азии и Южном Казахстане. Гослесбумиздат, М.—Л., 1953. [9]. Р. К. Кочерга. Типы лесных культур для Узбекистана. Госиздат УзССР, Ташкент, 1954. [10]. Д. Д. Лавриненко. Варианты почвенного плодородия и значение их оценки для лесохозяйственной практики. Труды Института лесохозяйственных проблем, IX, изд. АН Латвийской ССР, Рига, 1955. [11]. П. С. Погребняк. Основы лесной типологии. Изд. АН УССР, Киев, 1955. [12]. А. А. Роде. Почвоведение. Гослесбумиздат, М.—Л., 1955. [13]. М. Д. Сибирякова. Типы леса лесорастительных районов европейской части СССР с иллюстрацией подлесной флоры. Гослесбумиздат, 1962.

Поступила в редакцию
20 октября 1965 г.

УДК 631.541 : 674.031.632.26

СРАСТАНИЕ ПРИВИВОЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДУБА КАЛЛЮСНО-ПОЧКОВЫЕ ПОБЕГИ

М. М. КОТОВ

Аспирант

(Поволжский лесотехнический институт)

В целях изучения картины срастания прививочных компонентов дуба черешчатого мы исследовали прививки, произведенные 25—29 июня и 29 июля — 4 августа 1965 г. зелеными черенками, взятыми с побега 1965 г. 35-летнего плодоносящего дуба. Подвоем служили 11-летние дубки (культуры 1955 г.) в квартале 40 Мариинско-Посадского лесничества Мариинско-Посадского лесхоза Чувашской АССР. Применена следующая технология прививок.

Зеленые привойные побеги заготавливали в день прививки, обрезали листья, оставив черенок длиной 3—8 мм. Травянистую верхинку побега удаляли, верхний срез замазывали пластилином и ставили побег в банку с водой. Перезимовавший или зеленый побег подвоя срезали секатором, оставив пенек длиной 4—7 см. На верхней стороне пенька бокового побега или на любой стороне (желательно северной) центрального стволика разрезали кору на длину 1,5—2,5 см.

Для предупреждения окисления дубильных веществ на ранах и высыхания обнаженных клеток на срез кончиком ножа наносили 1—2 капли чистой воды. Быстро отрезали черенок с 1—2 почками из нижней части привойного побега так, чтобы срез был выше почки на 2—3 мм. Верхний срез на черенке замазывали пластилином. На стороне черенка, противоположной месту крепления верхней почки, отступя от почки 5—10 мм, делали косой срез (как при копулировке) длиной 2—3 см. Затем черенок обмакивали в воду и вставляли в разрез коры подвоя косым срезом к древесине так, чтобы нижняя точка черенка была ниже уровня разреза коры подвоя на 1—4 мм, а верхняя точка длинного косого среза ниже поперечного среза подвоя на 1—2 мм. Место прививки обвязывали влажным мочалом, обмазывали пластилином и накрывали стеклянной пробиркой.

Приживаемость июньских прививок составляет 32%. Все прижившиеся растения дали прирост, закончили рост к 5 августа, успешно перезимовали и вегетировали в 1966 г. Июльско-августовские прививки прижились на 77,6%, однако почки этих растений не распустились в год прививки, и 90% из них погибло к весне 1966 г.

25 сентября 1965 г. прижившиеся дубки были срезаны и помещены в 96%-ный спирт, где хранились до конца декабря.

В январе 1966 г. от руки сделали поперечные срезы через место срастания привоя с подвоем. Параллельно на свежесрезанных

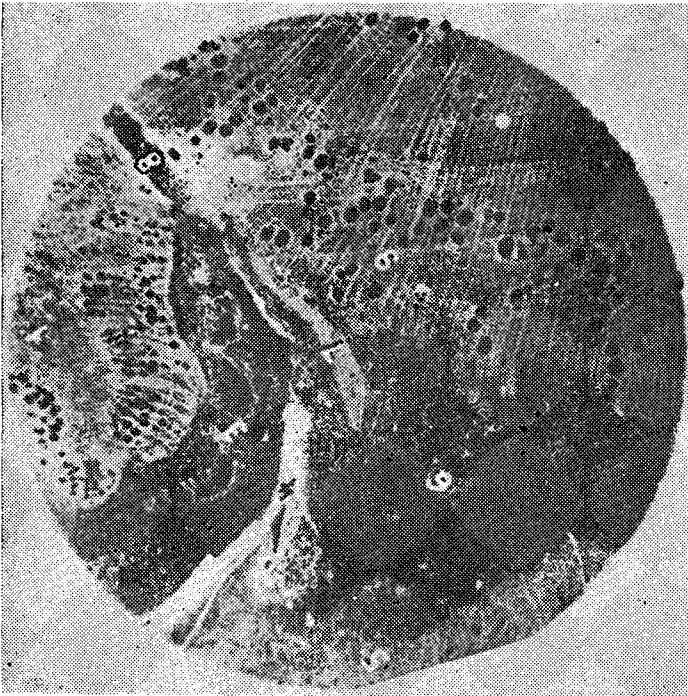


Рис. 1. Поперечный срез привитых компонентов в верхней трети места срастания (увеличение в 45 раз). Прививка сделана 29.VI.1965 г., срезы произведены 6.I.1966 г.

1, 2, 3 — сердцевина, древесина, кора привоя; 4 — незаросший стык между корой подвоя и привоя; 5 — кора подвоя; 6 — паренхиматическая ткань, заполнившая промежутки между корой и древесиной подвоя и корой привоя; 7 — раневая древесина; 8 — изолирующая прослойка; 9 — древесина подвоя.

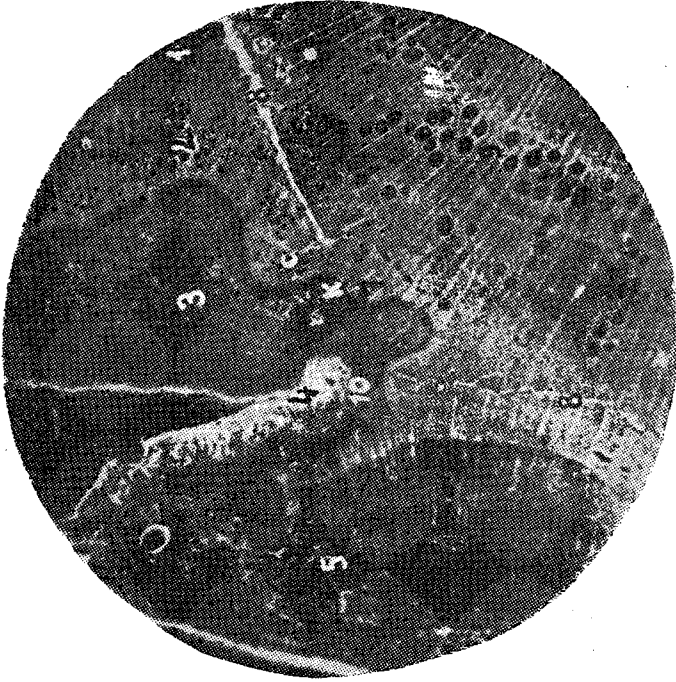


Рис. 2. Поперечный срез привитых компонентов в средней трети места срастания (увеличение в 44 раза).

10 — соединительная коровая паренхима; с — сосуды в раневой древесине; к — раневый камбий. Остальные обозначения см. на рис. 1.

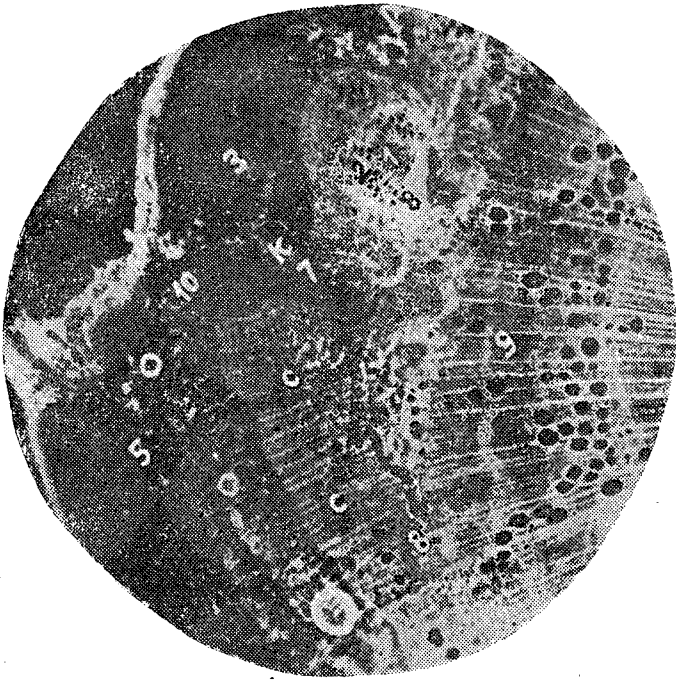


Рис. 3. Поперечный срез привитых компонентов в нижней трети места сращивания (увеличение в 44 раза). Обозначения те же (см. рис. 1 и 2).

прививках микротомом сделаны срезы. Материал окрашивали слабым раствором сафранина и изучали под микроскопом. Поскольку нет принципиальной разницы в картине сращивания привоя с подвоем в объектах сентябрьской и январской срезки, с последних сделаны микрофотографии с помощью перевернутого микроскопа (проектора).

Анализ анатомических препаратов показал следующее.

1) В плоскости соприкосновения подвоя с привоем и между корой и древесиной подвоя в местах их разъединения образуется изолирующая прослойка из окислившихся остатков поврежденных во время операции клеток и отмерших клеток, близлежащих к поврежденным, на что указывают обрывки клеточных оболочек и целые клетки без содержимого, составляющие изолирующую прослойку. На препаратах она имеет грязно-оранжевую окраску (рис. 1, 2, 3—8). Это положение согласуется с работами Н. П. Кренке [5], но противоречит высказываниям Ф. С. Груздова [4].

2) Процесс срастания привоя с подвоем начинается с образования промежуточной ткани [4], [5], [6], [9]. Эту ткань мы наблюдаем на всем протяжении соприкосновения компонентов в позднелетних прививках и в верхней трети плоскости срастания прививок 25—29. VI-1965 г. (рис. 1—6).

Промежуточная ткань состоит из крупных паренхиматических клеток, в образовании которых принимают участие паренхиматические клетки коры и камбиальные клетки подвоя и привоя, клетки сердцевинных лучей подвоя.

3) В год прививки дифференциация промежуточной ткани в позднелетних прививках не происходит. Связано ли это с недостатком

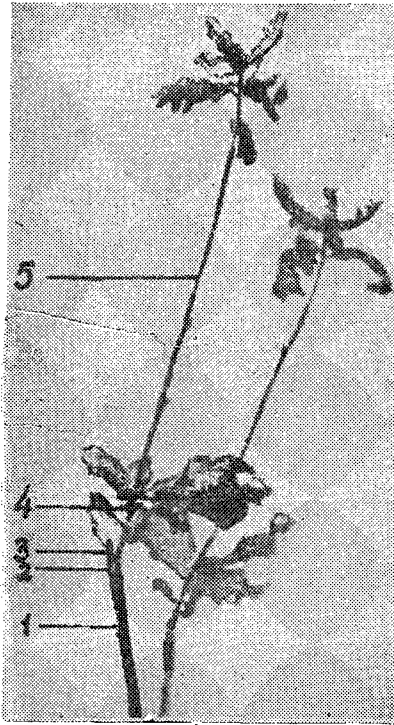


Рис. 4. Прививка 17.V-1965 г.;
фото 8.VIII-1965 г.

1 — подвой; 2 — место образования каллюса, давшего придаточную почку; 3 — верхняя живая часть привитого черенка; 4 — первый прирост побега, выросшего из придаточной каллюсной почки; 5 — второй прирост побега.

времени для процесса дифференциации или с отсутствием вегетирующего побега на привое [6], нам пока выяснить не удалось.

4) Степень дифференциации промежуточной ткани в прививках 25—29.VI-1965 г. по длине плоскости сращения не одинакова:

а) раневая древесина в верхней трети плоскости сращения только начинает образовываться (рис. 1—7), в средней и нижней трети она соединила древесину подвоя и привоя (рис. 2, 3—7);

б) формирование сосудов в раневой древесине в средней трети плоскости сращения только начинается (рис. 2—7, с), а в нижней трети их значительно больше (рис. 3—7, с);

в) раневый камбий и соединение луба привоя и подвоя наблюдаются также только в средней и нижней частях плоскости сращения (рис. 2, 3—к, 10).

5) Изолирующая прослойка к концу первого года остается в месте соприкосновения древесины и сердцевины привоя с древесиной подвоя в виде сплошной полоски разной мощности, в промежутках между которой и древесиной подвоя она предстает кривыми разъединенными штрихами, между которыми располагаются клетки раневой древесины. На стыках паренхимы коры и камбия обоих компонентов с другими или подобными тканями изолирующая прослойка исчезает. Пока не выяснено, рассасывается или пробивается она, как указывают некоторые исследователи [4], [5], [6].

6) В зоне камбиального слоя на поперечных и продольных срезах подвоя дуба, обмазанных пластилином, в подавляющем большинстве случаев образуется каллюс в виде отдельных бугорков или сплошного кольца. Многие растения [1], [2], [3], [5], [7], [8] легко образуют придаточные почки, дающие множество побегов (в дендрариуме ПЛТИ мы

наблюдали, как побеги из придаточных почек каллюса на поперечном срезе тополя бальзамического образовали очень густой «венок» — опыты селекционного питомника), однако у дуба нам удалось получить только четыре побега из придаточных почек каллюса, причем три из них образовались из каллюса подвоя после усыхания черенка привоя (дендрариум ПЛТИ и Мариинско-Посадский лесхоз), а один, наиболее интересный (рис. 4—5) — из придаточной почки пограничного каллюса в месте соприкосновения косога продольного среза привоя с поперечным срезом подвоя (рис. 4—2). Участок черенка привоя, расположенный выше основания каллюсного побега, живой (рис. 4—3). Побег дал два прироста (6 и 34 см), но к 4.VIII-1965 г. листья покрылись сплошным налетом мучнистой росы и к 25. IX-1965 г. опали (рис. 4—4, 5).

К весне 1966 г. 20 см второго прироста усохло, из оставшейся части побега образовались три новых, которые к 29 июня 1966 г. достигли длины 31, 22 и 21 см.

Побег из каллюса на продольном разрезе коры и камбия подвоя в дендрариуме ПЛТИ дал прирост 46 см и также не вызрел из-за поражения его листьев мучнистой росой. К весне 1966 г. живой осталась нижняя часть длиной 16 см. Остальные два побега успешно закончили вегетацию, сейчас растут нормально.

Поскольку из придаточных почек раневого каллюса можно получить растения с разным числом хромосом, среди которых могут оказаться экземпляры с выдающимися признаками [1], [2], [3], [7], [8], эксперименты по получению таких побегов будут продолжены в целях выяснения возможности выведения разноплодных хозяйственно-ценных форм дуба.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. Л. Богданов. Новый способ вегетативного размножения тополей. Сборник трудов ЦНИИЛХ, т. 1, 1934. [2]. П. Л. Богданов. Новые гибриды тополей. Журн. «Лесное хозяйство» № 3, 1958. [3]. И. Е. Глущенко. Вегетативная гибридизация растений. ОГИЗ, Сельхозгиз, М., 1948. [4]. Ф. С. Груздов. Прививки растений. Сельхозгиз, 1954. [5]. Н. П. Кренке. Хирургия растений (Травматология). Изд-во «Новая деревня», М., 1928. [6]. Л. А. Лебедевко. Анатомия прививок ели обыкновенной. Сборник научно-исследовательских работ по лесному хозяйству ЛенНИИЛХа, вып. VIII, 1964. [7]. А. И. Лусс. Взаимоотношение подвоя и привоя. «Теоретические основы селекции растений», т. 1, М.—Л., 1935. [8]. В. Н. Ржавитин. Вегетативная гибридизация растений. Мордовское книжное изд-во, Саранск, 1960. [9]. А. И. Северова. Вегетативное размножение хвойных. Изд. АН СССР, М., 1951.

Поступила в редакцию
12 июля 1966 г.

УДК 634.0.587 : 674.031.632.13

ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТОВОЙ ЭНЕРГИИ БЕРЕЗОВЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ

В. Д. ВОЛКОВ

Аспирант

(Московский лесотехнический институт)

Поглощенная ассимиляционным аппаратом солнечная энергия является одним из основных факторов, определяющих продуктивность насаждений. На современном уровне развития лесного хозяйства это пока единственный фактор, который поддается эффективному регулированию посредством различных видов рубок промежуточного и главного пользования. Поэтому чрезвычайно важно знать, от каких факторов зависит поглощение световой энергии насаждениями и каков характер этих связей. Эти зависимости далеко еще не изучены, хотя исследованию светового режима под пологом леса посвящено много работ как в нашей стране, так и за рубежом ([1], [2], [4] и др.). Особенно ценны работы В. А. Алексева [1], [2], который, изучая оптические свойства сосновых насаждений Ленинградской области, установил, что поглощение фотосинтетически активной радиации чистыми одновозрастными сосняками зависит от возраста, полноты и сомкнутости насаждений и не зависит от класса и типа леса.

Объектом нашего исследования были чистые одновозрастные березняки Истринского и Подольского лесхозов Московской области различных классов бонитета, возраста и полноты, в которых были заложены в 1964—1965 гг. 34 пробные площади. По происхождению преобладали порослевые насаждения, а по видовому составу — на свежих почвах береза бородавчатая, на сырых — пушистая.

Величину поглощения фотосинтетически активной радиации (сокращенно ФАР) листьями древостоя в процентах от падающего потока ФАР вычисляли по формуле

$$R_{л} = \frac{100 - A'_{л} - T_1 - 0,01R_{ос} (100 - A'_{л})}{1 - 0,01R_{ос}}, \quad (1)$$

где $A'_{л}$ и T_1 — альbedo леса и относительная освещенность под пологом древостоя на высоте груди после распускания листьев;

$R_{ос}$ — поглощение ФАР осевыми частями, то есть поверхностью стволов и ветвей древостоя, которое, в свою очередь, определяли по формуле

$$R_{ос} = 100 - A''_{л} - T_2, \quad (2)$$

где A'_n и T_2 — альbedo древостоя и относительная освещенность под пологом древостоя на высоте груди в безлистном состоянии.

Все величины, входящие в формулы (1) и (2), выражены в процентах от падающего потока ФАР. Формулу (1) можно вывести из следующего уравнения светового баланса насаждения, если из него исключить выражение $0,01 A_n T_1 (1 - 0,01 R_{oc})$, так как оно обычно не превышает 1%:

$$R_n = 100 - A'_n - T_1 - 0,01 R_{oc} (100 - A'_n - R_n) + 0,01 A_n \cdot T_1 (1 - 0,01 R_{oc}),$$

где A_n — альbedo напочвенного покрова, %.

Величины T_1 и T_2 измеряли селеновым люксметром Ю-16 с поглотителем из молочного стекла при безоблачной погоде или равномерной сплошной облачности по методике, разработанной В. А. Алексеевым, и с помощью переводных коэффициентов приводили к значениям T_1 и T_2 при безоблачной погоде и высоте солнца 35° . Переводные коэффициенты были вычислены по данным наблюдений за дневным ходом пропусканий ФАР под полог 50-летнего березняка II класса бонитета полнотой 1,0 в безлистном состоянии (в апреле) и после распускания листьев (в конце июня). В период вегетации значения этих коэффициентов мало отличались от вычисленных В. А. Алексеевым [1], [2] по результатам наблюдений в сосняках, но дневной ход пропускания ФАР под полог леса в безлистном состоянии и после распускания листьев был неодинаков, что потребовало применения особых значений коэффициентов перехода к высоте стояния солнца 35° для безлистного состояния.

Хотя люксметр является селективным фотометрическим прибором, мы могли с полным основанием измерять им поглощение солнечной энергии и в относительных, и в абсолютных единицах, так как исследованиями В. А. Алексеева [1], [2], В. П. Дадыкина [3], Е. В. Потаевич [5] и других установлено, что спектральный состав света в области ФАР (380—710 мкм) под пологом леса и на открытом месте практически одинаков.

Величины альbedo A'_n и A'_d приняты равными соответственно 6 и 4% по данным В. А. Алексеева [1], [2].

Стандартная ошибка определения R_n в одном древостое по формуле (1) оказалась равной 2,7%, то есть в 99% случаев ошибки R_n не превышали 7%.

Посредством множественного корреляционного анализа мы установили, что основными факторами, определяющими величину R_n березняков, являются сумма площадей сечений Σg , полнота P , средний возраст A и класс бонитета B древостоев. Частные коэффициенты корреляции, показывающие связь R_n с тем или иным фактором при постоянном значении двух других, были равны:

$$r_{R_n(B, \Sigma g)} = -0,79 \pm 0,06; \quad r_{R_n \Sigma g(B, A)} = 0,85 \pm 0,05;$$

$$r_{R_n P(B, A)} = 0,84 \pm 0,05; \quad r_{R_n(B, \Sigma g, A)} = -0,09 \pm 0,16;$$

$$r_{R_n(B, P, A)} = -0,58 \pm 0,11.$$

Приведенные коэффициенты корреляции говорят о том, что существует тесная связь между поглощением ФАР и возрастом, полнотой и Σg древостоев и значительная связь между R_n и классом бонитета, причем заметное влияние класса бонитета на величину R_n проявляется лишь тогда, когда в качестве двух других факторов мы используем воз-

раст и полноту древостоев ($r_{R_n B(P, A)} = -0,58$). Если же для характеристики густоты использовать не полноту, а сумму площадей сечений древостоя, то класс бонитета можно не учитывать ($r_{R_n B(\Sigma g, A)} = -0,09$).

Поэтому при выведении уравнения для R_n мы использовали в качестве независимых переменных только возраст и Σg , которые легко определить в натуре современными методами таксации.

Интересно, что возраст и Σg древостоев гораздо лучше характеризовали величину R_n , чем вес листьев, сомкнутость полога и объем пространства, занимаемого кронами на 1 га, так как на связь R_n с этими показателями значительно влияли возраст, класс бонитета и в меньшей степени полнота древостоев. Коэффициент корреляции между R_n и весом листьев на 1 га был равен $0,73 \pm 0,08$, а между R_n и объемом пространства, занимаемого кронами, $-0,14 \pm 0,17$. Множественный коэффициент корреляции между R_n и возрастом и сомкнутостью полога, определяемой по сумме площадей проекций крон деревьев, равнялся $0,57 \pm 0,11$, тогда как теснота связи между R_n и возрастом и Σg характеризовалась множественным коэффициентом корреляции, равным $0,89 \pm 0,04$. Это подтверждает вывод В. А. Алексеева [1], [2] о слабой связи поглощения световой энергии с сомкнутостью древостоев, так как поглощение ФАР зависит еще и от глубины полога, от ажурности и высоты расположения крон.

В результате графической и аналитической обработки собранного материала было установлено, что при неизменном возрасте поглощение ФАР березняками хорошо описывается асимптотической функцией вида

$$R_n = a - a \cdot 10^{-k \Sigma g}, \quad (3)$$

где a — асимптота;

k — показатель темпа роста R_n при увеличении Σg .

В каждом возрасте параметры a и k имели особые значения, которые в интервале 10—90 лет определялись выражениями

$$a = 96,2 - 0,125A; \quad k = 0,023 + \frac{1,02}{A}.$$

Поэтому в окончательном виде уравнение связи R_n с возрастом и Σg для чистых одновозрастных березняков имело вид

$$R_n = (96,2 - 0,125A) \left[1 - 10^{-\left(0,023 + \frac{1,02}{A}\right) \Sigma g} \right], \quad (4)$$

где R_n — поглощение ФАР, % от падающего потока ФАР в ясную погоду при высоте стояния солнца 35° ;

A — возраст, годы;

Σg — сумма площадей сечений древостоя, $m^2/га$.

Коэффициент корреляций между фактическими и теоретическими значениями R_n , вычисленными по уравнению (4), оказался равным 0,975. Это означает, что полученное нами уравнение на 97,5% учитывает влияние всех факторов на поглощение ФАР березняками, а влияние неучитываемых факторов (видового состава, происхождения и класса бонитета насаждений) составляет лишь 2,5%.

Среди заложенных нами пробных площадей имелись 25 порослевых и 4 семенных насаждения березы бородавчатой и 5 порослевых насаждений березы пушистой, поэтому следует сделать вывод, что влияние происхождения и видового состава березняков на поглощение ФАР невелико, и уравнение (4) можно применять без большой погрешности

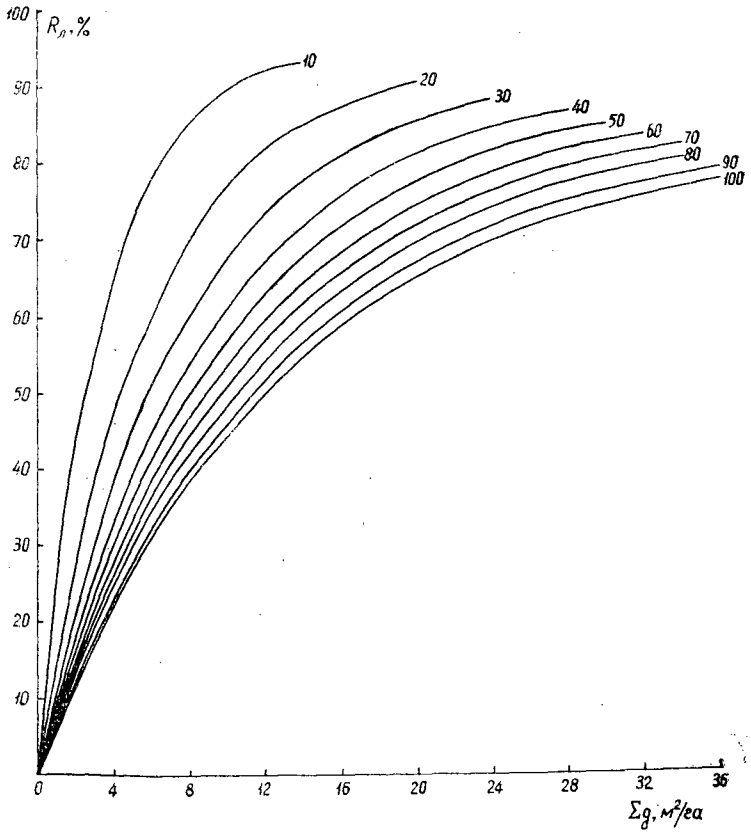


Рис. 1.

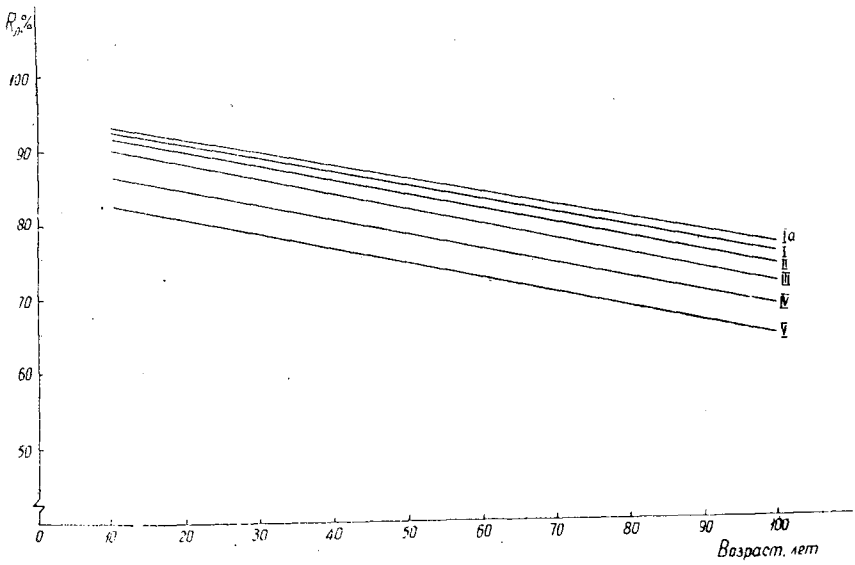


Рис. 2

как для порослевых, так и для семенных насаждений березы бородавчатой и пушистой.

Стандартная ошибка уравнения (4) равна 3,5%, то есть в 99% случаев ошибка R_d не выходит за пределы $\pm 9,2\%$. С помощью этого уравнения построены кривые поглощения ФАР березовыми насаждениями в ясную погоду при высоте солнца 35° (рис. 1). По этим кривым или непосредственно по формуле (4) можно определять достаточно точно величину R_d березняков, не производя трудоемких световых измерений в натуре. Но особая ценность этих кривых состоит в том, что с их помощью можно решить вопрос об оптимальной полноте березовых насаждений, обеспечивающей их наивысшую продуктивность.

На рис. 2 графически изображена зависимость поглощения ФАР листьями березняков от возраста. График построен с помощью уравнения (4) по данным всеобщих таблиц хода роста сомкнутых березовых насаждений, составленных проф. А. В. Тюриным. Этот график показывает, что во всех классах бонитета поглощение ФАР листьями чистых одновозрастных березняков в интервале от 10 до 100 лет прямолинейно уменьшается с возрастом и достигает максимальной величины примерно в 10 лет. Хотя мы и не производили наблюдений за характером поглощения солнечной энергии в более молодых насаждениях, но предполагаем, что максимум поглощения ФАР происходит примерно в 10 лет, так как до этого возраста еще продолжается смыкание молодняков. А так как прирост насаждений прямо пропорционален величине поглощенной солнечной энергии, то следует заключить, что наивысший прирост всей биомассы, то есть листьев и древесины стволов, ветвей и корней, происходит в березняках примерно 10-летнего возраста.

Аналогичным образом мы вывели уравнение зависимости поглощения ФАР осевыми частями березняков при безоблачной погоде и высоте солнца 35° от возраста и Σg

$$R_{oc} = 19,9 - 0,233A + 2,082\Sigma g, \quad (5)$$

где R_{oc} — в % от падающего потока ФАР; A — в годах, Σg — в m^2/ga . Стандартная ошибка уравнения 7,8%.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. А. Алексеев. Некоторые вопросы оптических свойств леса. «Проблемы экологии и физиологии лесных растений». Сборник, посвященный памяти Л. А. Иванова, изд. ЛТА, 1963. [2]. В. А. Алексеев. К методике измерения освещенности под пологом леса. Журн. «Физиология растений» № 10 (2), 1963. [3]. В. П. Дадькин, Е. В. Потаевич, Б. Н. Грушевский. О спектральном составе света под кронами деревьев. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1964. [4]. Л. А. Иванов, Д. Г. Жмур, Ю. Л. Цельникер. Радиационный режим в липо-дубняке кленово-лещиновом и сосняке дубняково-лещиновом. Сб. «Стационарные биогеоценологические исследования в южной подзоне тайги», М., 1964. [5]. Е. В. Потаевич. О спектральном составе света под пологом леса. Сб. «Физиология и экология древесных растений», Свердловск, 1965.

Поступила в редакцию
19 апреля 1966 г.

УДК 634.0.014.12

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЗАПАСОВ ВЛАГИ В ТОРФЯНИСТО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

В. К. КОНСТАНТИНОВ

Аспирант

(ЛенНИИЛХ)

Работы по определению влажности почв сложны и трудоемки. Особые трудности встречаются при длительном изучении водного режима избыточно увлажненных площадей, для которых пока наиболее приемлем метод термостатной сушки. Часто на тех же объектах производят наблюдения за почвенно-грунтовыми водами. Замеры почвенно-грунтовых вод осуществляют быстро и обычно через небольшие промежутки времени. Однако эти данные не могут быть использованы для непосредственного вычисления элементов водного баланса. В связи с этим изучение зависимости между влажностью почвы (запасами воды) и глубиной стояния почвенно-грунтовых вод представляет несомненный интерес для науки и производства.

Отечественные и зарубежные работы по этому вопросу [1], [2], [4] указывают на наличие довольно тесной связи между упомянутыми показателями водного режима почв однородного сложения на торфяных болотах и сельскохозяйственных минеральных землях, которая выражается уравнением прямой линии вида

$$W = a - bH,$$

где W — влажность или запас воды в слое почвы;

H — глубина стояния почвенно-грунтовых вод, см;

a и b — числовые коэффициенты, определяемые расчетным путем.

Нами была изучена взаимосвязь между запасами воды и почвенно-грунтовыми водами на площадях с торфянисто-подзолистыми, то есть неоднородными по сложению, почвами при осушении их густой сетью канав глубиной 0,5 м. Опыты были заложены на сплошных и концентрированных вырубках долгомошного типа в сосновых и еловых лесах начальной стадии заболачивания, в условиях Ленинградской области.

Наблюдения проводили в 1961—1963 гг. с апреля по октябрь и приурочивали к сухим и влажным периодам. Влажность почвы определяли весовым методом по генетическим горизонтам для верхнего слоя мощностью 50—70 см. С этой целью брали по 7—5 образцов почвы из профиля торфянистого и гумусового горизонтов и по 5—3 — из середины минеральных слоев. Точность определения составила для органических горизонтов Т и А₁ 5—15%, а для минеральных слоев А₂, В и В_g была не ниже 10%. Для подобных исследований [3] такую точность

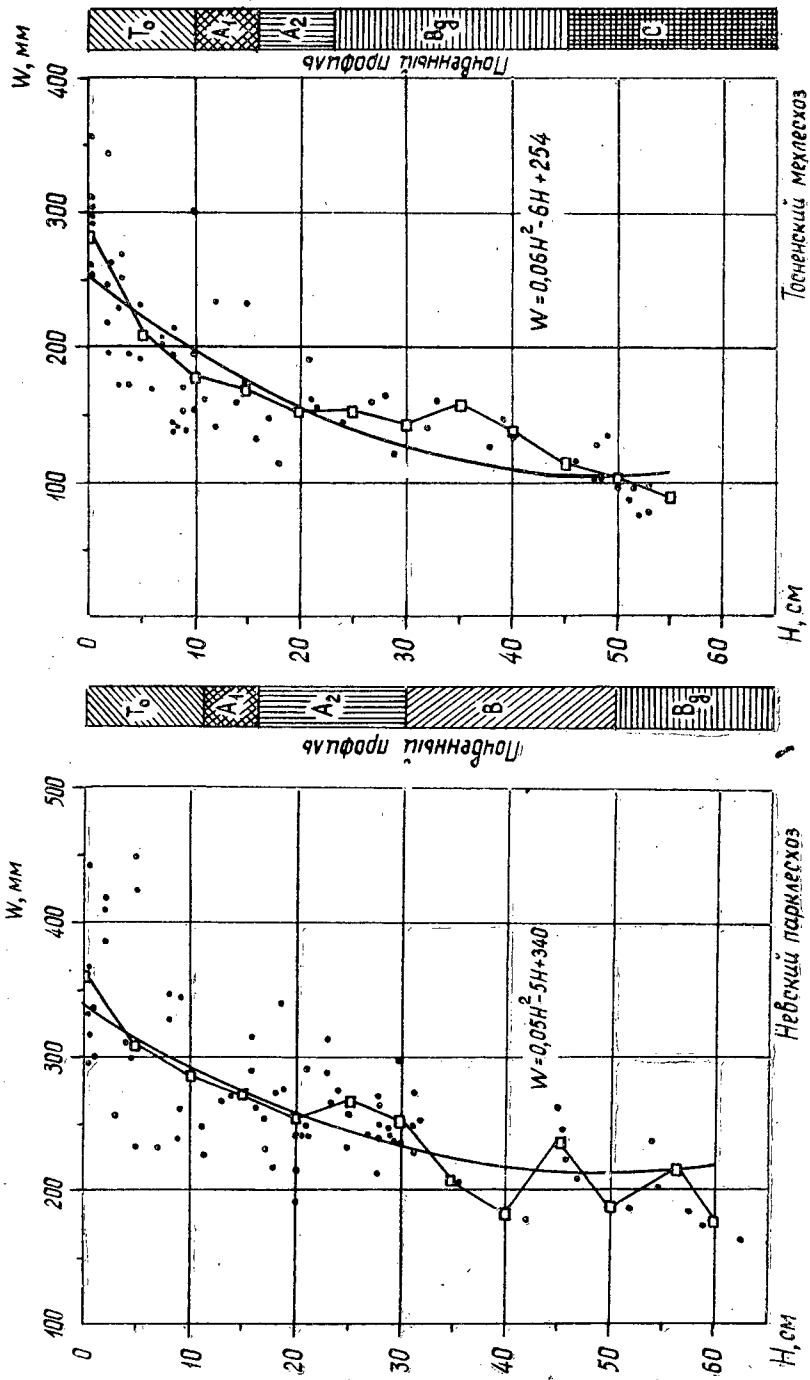


Рис. 1. Плавная кривая — расчетная кривая для определения запасов воды в почве по глубине стояния почвенно-грунтовых вод; ломаная — запасы воды в почве по данным наблюдений.

можно признать приемлемой. Одновременно замеряли уровни почвенно-грунтовых вод для каждого пункта наблюдения по трем — двум скважинам глубиной 0,6—0,8 м.

Результаты исследований

Вырубка вейниково-долгомошного типа в сосняке (Невский парк-лесхоз). Почва торфянистая сильно- и среднеподзолистая глеевая на мелкозернистом песке. Мощность горизонтов Т и А₁ равна 11 и 4 см. Статистической обработке подвергнуто 76 пар одновременных наблюдений. Связь между запасами воды W (мм) в слое 0—50 см и уровнем почвенно-грунтовых вод H (см) оказалась близкой к функциональной и страгается уравнением параболы второго порядка (рис. 1)

$$W = 0,05 H^2 - 5H + 340.$$

Вырубка чернично-долгомошного типа в ельнике (Тосненский мехлесхоз). Почва торфянисто-перегнойная среднеподзолистая оглеенная на тяжелом валунном суглинке. Мощность горизонтов Т₀/Т₁ и А₁ равна 10 и 6 см. Статистической обработке подвергнуто 66 пар одновременных наблюдений. Связь между запасами воды в слое 0—45 см и почвенно-грунтовыми водами можно выразить уравнением

$$W = 0,06 H^2 - 6H + 254.$$

Точность определения запасов влаги в обоих случаях, как правило, не выходит за пределы $\pm 10\%$ при глубине почвенно-грунтовых вод не ниже 55 и 50 см. Наличие указанной связи было подтверждено наблюдениями в 1964 г.

Таким образом, расчетные формулы, полученные на основе достаточного количества одновременных наблюдений за влажностью почвы и почвенно-грунтовыми водами, позволяют с достаточной точностью ($\pm 10\%$) судить о запасах воды в почве и дают возможность значительно сократить объемы работ по определению влажности при длительном изучении водного режима почв.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Н. Костяков. Основы мелиорации. Сельхозгиз, М., 1951. [2]. И. М. Нестеренко. О влажности почвы и нормах осушения. Известия Карельского и Кольского филиалов АН СССР, № 2, 1959. [3]. А. А. Роде. Методы изучения водного режима почв. АН СССР, М., 1960. [4]. R. Eggelsmann. Zur Kenntnis der Zusammenhänge zwischen Bodenfeuchte und oberflächennahen Grundwasser. Die Wasserwirtschaft, № 11, 1957.

Поступила в редакцию
28 мая 1965 г.

УДК [634.0.524.12 + 634.0.524.2]: 674.032.475.442

**ФОРМА, ПОЛНОДРЕВЕСНОСТЬ И ОБЪЕМ
МЕЛКИХ СТВОЛОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ
ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

И. РЕПШИС

Доцент

И. ГРИГАЛЮНАС

Аспирант

(Литовская сельскохозяйственная академия)

В Литовской ССР 56% площади сосняков приходится на молодняки, в которых в широком масштабе проводятся рубки ухода и другие лесохозяйственные мероприятия, требующие точного учета леса на корню.

В 1964 г. нами были составлены местные массовые таблицы для сосновых молодняков искусственного происхождения. Большое внимание при этом было уделено исследованию формы и полндревесности сосновых стволов.

Для этой цели использованы данные обмера 364 модельных деревьев, срубленных на 75 пробных площадях, выделенных в чистых густых молодняках (сомкнутость не ниже 0,9) возрастом от 6 до 40 лет.

Для выявления закономерностей среди таксационных показателей использованы методы математической статистики, в свою очередь, показавшие, что количество собранного материала и его распределение по основным вариационным рядам дает возможность определить перечисленные таксационные показатели с точностью 1—2%. Точность исследования $p = \pm 3,0\%$.

Таблица 1

Относительные высоты	Относительный сбег, % от диаметра на 0,1 h	
	по данным авторов	по данным В. К. Захарова
0,0	124,3±0,12	140,9±0,61
0,1	100,0	100,0
0,2	90,1±0,07	91,6±0,15
0,3	83,2±0,08	84,4±0,22
0,4	75,5±0,09	78,3±0,22
0,5	67,5±0,10	71,8±0,24
0,6	57,6±0,12	64,6±0,24
0,7	46,7±0,12	55,4±0,26
0,8	33,7±0,10	43,3±0,29
0,9	20,9±0,07	25,0±0,31
1,0	0	0

В основу исследований положен метод В. К. Захарова. Установлено, что относительный сбег (%), несмотря на изменение диаметров на высоте 1,3 м, является величиной достаточно постоянной ($C = \pm 1,2-5,5\%$). Вычисленный относительный сбег на каждой относительной высоте мы сравнивали с данными В. К. Захарова (табл. 1). Некоторое расхождение величин отражается и на объеме маломерных стволов сосны. Видимо, на сбег в какой-то степени влияет высота деревьев и степень развития крон.

Относительный сбег маломерных стволов сосны искусственного происхождения по указанным причинам выше, чем у более крупных стволов. Это говорит о том, что количественные показатели маломерных стволов сосны не сходны с показателями более крупных стволов и должны быть рассмотрены отдельно.

Коэффициенты формы q_2 и видовые числа f мы вычисляли, пользуясь соотношениями диаметров на высоте 0,1 и 0,5 h с диаметрами на высоте 1,3 м по следующим уравнениям:

$$d_{0,1h} = 1,22 + 0,937d_{1,3}; \tag{1}$$

$$d_{0,5h} = 0,72 + 0,668 d_{1,3}. \tag{2}$$

Диаметры на относительных высотах 0,1 и 0,5 h выравнены по этим выражениям. Пользуясь прямолинейной связью между $d_{1,3}$ и $d_{0,5h}$, мы установили коэффициент формы q_2 , а по формуле А. Шиффеля — видовое число f . Данные табл. 2 показывают, что q_2 и f до высоты 4—5 м резко снижаются, а далее уменьшение происходит более равномерно.

Таблица 2

Высота, м	Аналитически вычисленные видовые числа f	Графически выравненные видовые числа f	Видовые высоты, вычисленные по уравнению $Hf = 1,80 + 0,406H$	Коэффициенты формы q_2 , выравненные графическим способом
2	1,103	1,192	2,2	1,30
3	0,871	0,869	2,6	1,10
4	0,754	0,745	3,0	0,95
5	0,685	0,680	3,4	0,84
6	0,638	0,623	3,8	0,79
7	0,605	0,595	4,2	0,77
8	0,580	0,574	4,6	0,76
9	0,561	0,558	5,1	0,75
10	0,545	0,545	5,5	0,74
11	0,533	0,533	5,9	0,73
12	0,522	0,524	6,3	0,72
13	0,513	0,520	6,7	0,72

Для выравнивания таксационных показателей q_2 , f и Hf вполне можно применять более простой графический метод, так как полученные данные близки к аналитически вычисленным.

Связь между высотой и видовым числом, установленная способом наименьших квадратов, выражается следующим уравнением:

$$f = \frac{1,20}{h} + 0,43. \tag{3}$$

В ходе исследований выяснилось, что $d_{0,5h} = 0,683 d_{0,1h}$. Тогда

$$q_2 = \frac{0,683d_{0,1h}}{d_{1,3}}.$$

На основании формулы (1) можно написать

$$q_2 = \frac{0,833}{d_{1,3}} + 0,640. \quad (4)$$

Данные q_2 , вычисленные обычным способом и по формуле (4), довольно близки. Наибольшие отклонения получаются при диаметрах от 1 до 2 см (+1,9—+5,7%). В диапазоне от 4 до 6 см они равны нулю, а от 7 до 14 см постепенно повышаются (от -1,3 до -2,8%). Определять коэффициент формы q_2 по формуле (4) значительно проще.

Пользуясь уравнением (4) и формулой А. Шиффеля, можно также упростить определение видового числа f

$$f = 0,413 + \frac{0,746}{d_{1,3}} + \frac{0,34}{\left(\frac{0,833}{d_{1,3}} + 0,640\right)h}. \quad (5)$$

Уравнение (5) показывает, что для вычисления видового числа f достаточно знать среднюю высоту H и диаметр $D_{1,3}$ насаждения. Сравнивая данные, вычисленные по формуле (5) и по уравнению А. Шиффеля, мы установили, что, начиная с диаметра стволот от 2 см и высоты от 3 м до диаметра 14 см и высоты 13 м, отклонение постепенно увеличивается от 0 до -3,0%.

Высота, м	Объемы маломерных стволов сосны (дм ³)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0,22	0,66	1,53	2,87	—	—	—	—	—	—
3	0,26	0,78	1,83	3,40	5,25	7,32	—	—	—	—
4	—	0,91	2,11	3,92	6,04	8,45	11,47	—	—	—
5	—	1,03	2,40	4,45	6,85	9,59	13,01	17,12	21,91	—
6	—	1,14	2,68	4,98	7,66	10,72	14,55	19,15	24,51	30,26
7	—	—	2,97	5,51	8,47	11,86	16,10	21,18	27,11	33,46
8	—	—	3,22	6,03	9,28	13,00	17,64	23,21	29,71	36,67
9	—	—	—	6,63	10,10	14,13	19,18	25,24	32,31	39,88
10	—	—	—	—	11,00	15,27	20,73	27,27	34,91	43,09
11	—	—	—	—	—	16,52	22,27	29,30	37,50	46,29
12	—	—	—	—	—	—	—	31,33	40,10	49,50
13	—	—	—	—	—	—	—	—	42,70	52,71

Результаты вычислений по уравнению (3) почти совпадают с данными, полученными по формуле А. Шиффеля. Это дает возможность использовать эту формулу для практических целей.

Имея выравненные коэффициенты формы q_2 по высоте H и диаметру $D_{1,3}$, мы вычислили среднее значение q_2 , которое равно 0,80 с коэффициентом вариации $\pm 10,0\%$. Оказывается, что среднее значение q_2 в молодняках значительно выше, чем в более старших сосновых насаждениях, для которых q_2 равно 0,65—0,67. Изменчивость коэффициентов формы в молодняках в 1,5 раза больше, чем в старших по возрасту насаждениях. Распределение коэффициентов q_2 в насаждении подчиняется закону Гаусса — Лапласа.

Сравнивая вычисленные нами видовые числа f и видовые высоты Hf с данными В. К. Захарова при одинаковой высоте, мы нашли, что разница наиболее ярко ощущается только до четырехметровой высоты (7—8%), а далее она падает до 0,2—2,3%, то есть остается в пределах изменчивости видовых чисел. Это говорит о том, что полнодрее-

весность маломерных сосновых стволов в Белорусской и Литовской ССР почти одинакова.

Вычислив все компоненты, определяющие числовое значение объема, мы устанавливали объем маломерных стволов сосны искусственного происхождения по формуле для растущих деревьев

$$V = g_{1,3} \cdot h \cdot f.$$

Полученные объемы сравнивали с объемами сосновых стволов по В. К. Захарову для Белорусской ССР. Оказалось, что объемы сосновых стволов Литовской ССР в общем только на 1% ниже белорусских (табл. 3).

В сосновых молодняках искусственного происхождения, высота стволов которых не превышает 3 м, объемы определяли, применяя нормальные видовые числа. Вычисления показали, что объем стволов сосны высотой до 3 м колеблется, так как коэффициент вариации $C = \pm 20-40\%$. Это объясняется тем, что нормальные видовые числа N до высоты 2,0 м непостоянны и резко уменьшаются.

При учете растущих деревьев часто приходится устанавливать объем без коры. Результаты вычислений и графических построений показали, что связь между толщиной коры t_k и диаметром на высоте 1,3 м выражается следующим уравнением:

$$t_{k,1,3} = 0,43d_{1,3} + 0,54. \tag{6}$$

Таблица 3

по диаметру (см) на высоте 1,3 м в коре									
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40,24	47,46	—	—	—	—	—	—	—	—
44,10	52,45	—	—	—	—	—	—	—	—
47,96	57,04	67,14	77,14	—	—	—	—	—	—
51,81	61,63	72,54	83,99	97,35	110,55	—	—	—	—
55,67	66,22	77,94	90,24	104,43	118,59	133,93	149,86	—	—
59,53	70,81	83,34	96,50	111,51	126,63	142,01	160,02	178,92	197,82
63,38	75,39	88,74	102,75	118,59	134,67	152,09	170,18	190,28	210,38

Зная толщину коры на высоте 1,3 м, можно вычислить процент объема коры P_k по формуле, составленной путем наименьших квадратов,

$$P_k = -3,76 t_{k,1,3} + 37,55. \tag{7}$$

Процент объема коры можно установить также по формуле

$$P_k = 35,25 - 1,597 d_{1,3}. \tag{8}$$

Процент коры, вычисленный по формуле (8), почти совпадает с данными А. Звиедриса (табл. 4). Различия получаются из-за изменчивости процента объема коры, так как коэффициент вариации $C = \pm 32\%$.

Таблица 4

Диаметры на высоте 1,3 м, см	Двойная толщина коры, см	Процент толщины коры на высоте 1,3 м	Процент объема коры по формуле (7)	Процент объема коры по формуле (8), выравненный графическим способом	Процент объема коры по данным А. Звиедриса (Латвийская ССР)
1	0,20	20,0	33,8	33,6	33
2	0,28	14,0	32,3	32,0	32
3	0,38	12,7	30,5	30,5	27
4	0,46	11,5	29,0	28,8	25
5	0,54	10,8	27,4	27,3	25
6	0,64	10,7	25,6	25,6	24
7	0,72	10,3	24,1	24,0	23
8	0,80	10,0	22,6	22,5	23
9	0,88	9,8	21,1	21,0	21
10	0,96	9,6	19,6	19,3	20
11	1,06	9,6	17,7	17,6	—
12	1,14	9,5	16,2	16,1	—
13	1,22	9,4	14,7	14,5	—
14	1,30	9,3	13,2	12,9	—

Поступила в редакцию
8 июня 1966 г.

УДК 531 : 634.05

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

ОБ ОДНОМ ВОПРОСЕ УПРАВЛЯЕМОГО ПОВАЛА ДЕРЕВА

А. А. ДЕБЕРДЕЕВ

Доцент

(Ленинградская лесотехническая академия)

При управляемом повале дерева мы можем столкнуться с вопросом о возможном принудительном повороте (коррекции) плоскости падения дерева в нужном направлении и на нужный угол. Наша статья посвящена некоторым вопросам динамики такого поворота.

* * *

Пусть к свободно падающему дереву на высоте h от нижней точки опоры дерева прикладывается постоянная корректирующая сила P , перпендикулярная плоскости падения дерева (рис. 1).

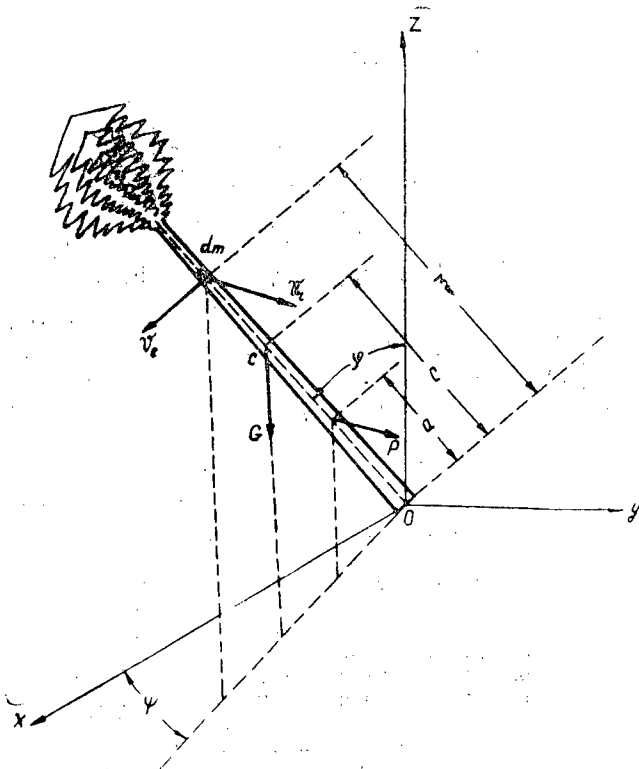


Рис. 1.

Составим дифференциальные уравнения движения дерева, пренебрегая сопротивлением воздуха и действием ветра.

Выражения для кинетической энергии дерева T и элементарной работы действующих сил δA имеют вид

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{1}{2} \int v^2 dm; \\ \delta A &= Gc \sin \varphi \delta \varphi + M \sin \varphi \delta \psi, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где φ — угол собственного падения дерева (первая обобщенная координата);

ψ — угол принудительного поворота плоскости падения дерева, который в дальнейшем будем называть углом коррекции плоскости падения дерева (вторая обобщенная координата);

G — вес дерева;

c — высота центра тяжести дерева;

v — скорость элемента на высоте ζ с массой dm ;

$M = Ph$ — момент корректирующей силы или просто корректирующий момент относительно нижней точки опоры дерева.

Разбивая движение дерева на чистое падение при $\psi = \text{const}$ и на чистую коррекцию при $\varphi = \text{const}$, скорость элемента dm можно получить из закона о сложении скоростей

$$v^2 = v_e^2 + v_r^2 = \zeta^2 \dot{\varphi}^2 + \zeta^2 \sin^2 \varphi \dot{\psi}^2.$$

Подставляя это в формулу (1), получаем

$$T = \frac{1}{2} I \dot{\varphi}^2 + \frac{1}{2} I \sin^2 \varphi \dot{\psi}^2, \quad (2)$$

где $I = \int \zeta^2 dm$ — момент инерции дерева относительно перпендикулярной оси, проходящей через нижнюю точку опоры дерева.

Имея выражения (1) и (2), дифференциальные уравнения движения дерева можно получить при помощи уравнений Лагранжа (принимая за обобщенные координаты φ и ψ)

$$\left. \begin{aligned} I \ddot{\varphi} - I \sin \varphi \cos \varphi \dot{\psi}^2 &= Gc \sin \varphi; \\ I \sin^2 \varphi \ddot{\psi} + 2I \sin \varphi \cos \varphi \dot{\varphi} \dot{\psi} &= M \sin \varphi. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Отметим, что выражение $I \sin \varphi \cos \varphi \dot{\psi}^2$ в первом уравнении (3) представляет сумму центробежных сил инерции при коррекции (то есть от вращения дерева вокруг оси z при коррекции), которые действуют ускоряюще на собственное падение дерева. Выражение же $2I \sin \varphi \cos \varphi \dot{\varphi} \dot{\psi}$ во втором уравнении (3) представляет сумму кориолисовых сил инерции и действует замедляюще на коррекцию.

Считая ψ малой величиной (коррекция при малой скорости), в первом уравнении (3) членом, содержащим $\dot{\psi}^2$, можно пренебречь**.

* Отметим, что некоторые элементы dm могут принадлежать не самому стволу, а кроне, и потому расстояния от них до точки O и до оси z не будут в точности равны соответственно ζ и $\zeta \sin \varphi$. Этим мы здесь пренебрегаем.

** Как уже отмечалось, этот член действует ускоряюще на собственное падение дерева, так что пренебрежение им ведет к некоторому занижению значений угловой скорости дерева. Пренебрежение же сопротивлением воздуха ведет, наоборот, к некоторому завышению значений угловой скорости дерева. Таким образом, погрешности, получающиеся из-за пренебрежения указанными двумя факторами, не усугубляют общую погрешность, а даже в некоторой степени компенсируют друг друга.

Кроме того, перейдя от независимой переменной t (время) к независимой переменной φ при помощи известных соотношений перехода

$$\ddot{\varphi} = \omega \frac{d\omega}{d\varphi}; \quad \dot{\psi} = \omega \frac{d\psi}{d\varphi}; \quad \ddot{\psi} = \omega^2 \frac{d^2\psi}{d\varphi^2} + \omega \frac{d\omega}{d\varphi} \cdot \frac{d\psi}{d\varphi},$$

где $\omega = \dot{\varphi}$ — угловая скорость собственного падения дерева, уравнения (3) приводим к виду

$$\left. \begin{aligned} I\omega \frac{d\omega}{d\varphi} &= Gc \sin \varphi; \\ I\omega^2 \sin \varphi \frac{d^2\psi}{d\varphi^2} + I\omega \sin \varphi \frac{d\omega}{d\varphi} \frac{d\psi}{d\varphi} + 2I\omega^2 \cos \varphi \frac{d\psi}{d\varphi} &= M. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Решение первого уравнения (4), удовлетворяющее начальному условию $\omega = 0$ при $\varphi = \varphi_0$, как известно, будет

$$I\omega^2 = 2Gc(\cos \varphi_0 - \cos \varphi), \quad (5)$$

где φ_0 — угол, при котором начинается свободное падение дерева.

Заменяя во втором выражении (4) величины $\omega \frac{d\omega}{d\varphi}$ и ω^2 их значениями, найденными из первой формулы (4) и из (5), получаем следующее дифференциальное уравнение коррекции дерева:

$$\frac{d^2\psi}{d\varphi^2} + \left[\frac{\sin \varphi}{2(\cos \varphi_0 - \cos \varphi)} + 2 \operatorname{ctg} \varphi \right] \frac{d\psi}{d\varphi} = \frac{M}{2Gc(\cos \varphi_0 - \cos \varphi) \sin \varphi}. \quad (6)$$

Так как $\dot{\psi} = \omega \frac{d\psi}{d\varphi}$ и при $\varphi = \varphi_1 > \varphi_0$ $\dot{\psi} = 0$, $\omega_1 \neq 0^*$, то начальные условия для уравнения (6) имеют вид

$$\text{при } \varphi = \varphi_1 \quad \psi = 0, \quad \frac{d\psi}{d\varphi} = 0, \quad (7)$$

где φ_1 — значение угла φ , при котором прикладывается корректирующий момент M .

Найдем решение уравнения (6) для случая, когда собственное падение дерева начинается из вертикального положения ($\varphi_0 = 0$). Так как дифференциальное уравнение (6) линейно относительно $\frac{d\psi}{d\varphi}$, то его решение, удовлетворяющее нулевым начальным условиям (7), выглядит так:

$$\frac{d\psi}{d\varphi} = e^{-\int P(\varphi) d\varphi} \left[\int_{\varphi_1}^{\varphi} Q(\varphi) e^{\int P(\varphi) d\varphi} d\varphi \right], \quad (8)$$

где

$$P(\varphi) = \left[\frac{\sin \varphi}{2(1 - \cos \varphi)} + 2 \operatorname{ctg} \varphi \right]; \quad Q(\varphi) = \frac{M}{2Gc} \frac{1}{(1 - \cos \varphi) \sin \varphi}.$$

Так как

$$\int P(\varphi) d\varphi = \ln \sin^2 \varphi \sqrt{1 - \cos \varphi},$$

то

$$e^{\int P(\varphi) d\varphi} = \sin^2 \varphi \sqrt{1 - \cos \varphi}; \quad e^{-\int P(\varphi) d\varphi} = \frac{1}{\sin^2 \varphi \sqrt{1 - \cos \varphi}}. \quad (9)$$

* Случай, когда $\varphi_1 = \varphi_0$ (то есть когда $\omega_1 = 0$), рассмотрен ниже.

Поэтому

$$\int Q(\varphi) e^{\int P(\varphi) d\varphi} d\varphi = \int \frac{M}{2Gc} \frac{\sin \varphi d\varphi}{\sqrt{1 - \cos \varphi}} = \frac{M}{Gc} \sqrt{1 - \cos \varphi}. \quad (10)$$

Подставив выражения (9) и (10) в формулу (8), получаем

$$\frac{d\psi}{d\varphi} = \frac{M}{Gc} \left(\frac{1}{\sin^2 \varphi} - \frac{\sqrt{1 - \cos \varphi_1}}{\sin^2 \varphi \sqrt{1 - \cos \varphi}} \right). \quad (11)$$

Учитывая нулевые начальные условия (7), получаем

$$\psi = \frac{M}{Gc} \left[\int_{\varphi_1}^{\varphi} \frac{d\varphi}{\sin^2 \varphi} - \int_{\varphi_1}^{\varphi} \frac{\sqrt{1 - \cos \varphi_1} d\varphi}{\sin^2 \varphi \sqrt{1 - \cos \varphi}} \right]. \quad (12)$$

Так как согласно 2.526 (58) *

$$\begin{aligned} \int \frac{\sqrt{1 - \cos \varphi_1} d\varphi}{\sin^2 \varphi \sqrt{1 - \cos \varphi}} &= \frac{1}{2} \sin \frac{\varphi_1}{2} \int \frac{d \frac{\varphi}{2}}{\sin^3 \frac{\varphi}{2} \cos^2 \frac{\varphi}{2}} = \\ &= \frac{1}{4} \sin \frac{\varphi_1}{2} \left[-\frac{1}{\cos \frac{\varphi}{2}} \left(\frac{1}{\sin^2 \frac{\varphi}{2}} - 3 \right) + 3 \ln \operatorname{tg} \frac{\varphi}{4} \right], \end{aligned}$$

то после подстановки значений верхнего и нижнего пределов φ и φ_1 получаем

$$\begin{aligned} \psi &= \frac{M}{4Gc} \left[3 \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} + 4 \operatorname{ctg} \varphi_1 - 3 \sin \frac{\varphi_1}{2} \ln \operatorname{ctg} \frac{\varphi_1}{4} - \frac{2}{\sin \varphi_1} + \right. \\ &\left. + \sin \frac{\varphi_1}{2} \left(\frac{2}{\sin \varphi \sin \frac{\varphi}{2}} + 3 \ln \operatorname{ctg} \frac{\varphi}{4} - \frac{3}{\cos \frac{\varphi}{2}} \right) - 4 \operatorname{ctg} \varphi \right]. \quad (13) \end{aligned}$$

Уравнение (13) описывает боковое отклонение (коррекцию) дерева ψ под действием постоянного корректирующего момента M , когда собственное падение дерева начинается из вертикального положения ($\varphi_0 = 0$).

Аналогично решается уравнение (6) и для случая, когда падение дерева начинается не из вертикального положения ($\varphi_0 \neq 0$).

Повторив выкладки, приведенные в формулах (9), (10), (11) и (12), получим из выражения (8) для этого случая

$$\psi = \frac{M}{Gc} \left[\int_{\varphi_1}^{\varphi} \frac{d\varphi}{\sin^2 \varphi} - \int_{\varphi_1}^{\varphi} \frac{\sqrt{\cos \varphi_0 - \cos \varphi_1} d\varphi}{\sin^2 \varphi \sqrt{\cos \varphi_0 - \cos \varphi}} \right]. \quad (14)$$

Используя очевидные тождества

$$\begin{aligned} \cos \varphi_0 - \cos \varphi &= (1 - \cos \varphi_0) \left(\frac{2}{1 - \cos \varphi_0} \sin^2 \frac{\varphi}{2} - 1 \right); \\ \cos \varphi_0 - \cos \varphi_1 &= (1 - \cos \varphi_0) \left(\frac{2}{1 - \cos \varphi_0} \sin^2 \frac{\varphi_1}{2} - 1 \right), \end{aligned}$$

а также согласно 2.584 (85), 2.599 (1,2) и 2.611 **, имеем

* И. С. Градштейн, И. М. Рыжик. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. Физматгиз, М., 1963.

** Там же.

$$\int \frac{\sqrt{\cos \varphi_0 - \cos \varphi_1} d\varphi}{\sin^2 \varphi \sqrt{\cos \varphi_0 - \cos \varphi}} = \frac{1}{2} \sqrt{a^2 \sin^2 \frac{\varphi_1}{2} - 1} \int \frac{d \frac{\varphi}{2}}{\sin^2 \frac{\varphi}{2} \cos^2 \frac{\varphi}{2} \sqrt{a^2 \sin^2 \frac{\varphi}{2} - 1}} =$$

$$= \frac{1}{2} \sqrt{a^2 \sin^2 \frac{\varphi_1}{2} - 1} \left[\left(\frac{1}{a^2 - 1} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} + \operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2} \right) \sqrt{a^2 \sin^2 \frac{\varphi}{2} - 1} - \right.$$

$$\left. - \frac{a(a^2 - 2)}{a^2 - 1} E \left(\alpha, \frac{\sqrt{a^2 - 1}}{a} \right) - \frac{a}{a^2 - 1} F \left(\alpha, \frac{\sqrt{a^2 - 1}}{a} \right) \right].$$

После подстановки сюда значений верхнего и нижнего пределов φ и φ_1 , получаем из формулы (14)

$$\psi = \frac{M}{2Gc} \left\{ 2 \operatorname{ctg} \varphi_1 + \left(a^2 \sin^2 \frac{\varphi_1}{2} - 1 \right) \left[\frac{1}{a^2 - 1} \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} + \operatorname{ctg} \frac{\varphi_1}{2} \right] - \right.$$

$$\left. - \sqrt{a^2 \sin^2 \frac{\varphi_1}{2} - 1} \left[\frac{a(a^2 - 2)}{a^2 - 1} E \left(\alpha_1, \frac{\sqrt{a^2 - 1}}{a} \right) + \frac{a}{a^2 - 1} F \left(\alpha_1, \frac{\sqrt{a^2 - 1}}{a} \right) \right] - \right.$$

$$\left. - \sqrt{a^2 \sin^2 \frac{\varphi}{2} - 1} \left[\left(\frac{1}{a^2 - 1} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} + \operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2} \right) \sqrt{a^2 \sin^2 \frac{\varphi}{2} - 1} - \right. \right.$$

$$\left. - \frac{a(a^2 - 2)}{a^2 - 1} E \left(\alpha, \frac{\sqrt{a^2 - 1}}{a} \right) - \frac{a}{a^2 - 1} F \left(\alpha, \frac{\sqrt{a^2 - 1}}{a} \right) \right] - 2 \operatorname{ctg} \varphi \right\}, \quad (15)$$

где F, E — эллиптические интегралы 1-го и 2-го рода в форме, данной Лежандром;

$$\alpha = \arcsin \frac{a \cos \frac{\varphi}{2}}{\sqrt{a^2 - 1}}; \quad \alpha_1 = \arcsin \frac{a \cos \frac{\varphi_1}{2}}{\sqrt{a^2 - 1}}; \quad a = \sqrt{\frac{2}{1 - \cos \varphi_0}}.$$

Уравнение (15) описывает боковое отклонение (коррекцию) дерева ψ под действием постоянного корректирующего момента M , когда собственное падение начинается не из вертикального положения ($\varphi_0 \neq 0$)^{*}.

По формуле (13) мы производили вычисления по выявлению характера протекания коррекции ψ в зависимости от изменения угла падения дерева φ при постоянном корректирующем моменте $\frac{M}{Gc} = 0,1$ и при различных углах φ_1 (φ_1 — угол, при котором начинает свое действие корректирующий момент). Результаты вычислений приведены в табл. 1 и на рис. 2 (пунктирные линии).

Таблица 1

$\varphi, ^\circ$	Значения ψ (рад) при								$\frac{\psi}{\psi_0}$
	$\varphi_1 = 10^\circ$	$\varphi_1 = 20^\circ$	$\varphi_1 = 30^\circ$	$\varphi_1 = 40^\circ$	$\varphi_1 = 50^\circ$	$\varphi_1 = 60^\circ$	$\varphi_1 = 70^\circ$	$\varphi_1 = 80^\circ$	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00
20	0,073	0	0	0	0	0	0	0	0,43
30	0,132	0,018	0	0	0	0	0	0	0,23
40	0,170	0,040	0,007	0	0	0	0	0	0,13
50	0,197	0,058	0,017	0,003	0	0	0	0	0,07
60	0,217	0,075	0,029	0,010	0,002	0	0	0	0,03
70	0,238	0,088	0,040	0,018	0,007	0,001	0	0	0,01
80	0,252	0,102	0,051	0,026	0,013	0,005	0,001	0	0
90	0,268	0,115	0,061	0,035	0,019	0,009	0,004	0,001	0

* Из выражения (15) при $\varphi_0 \rightarrow 0$ (то есть при $a \rightarrow \infty$) предельным переходом может быть получено выражение (13), однако ввиду громоздкости выкладок этот переход здесь не приводим.

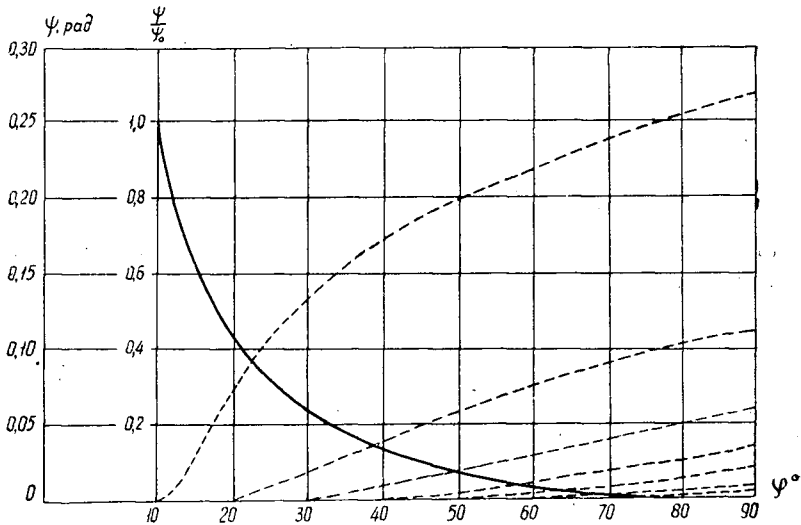


Рис. 2.

Отметим, что ввиду линейности уравнения (6) и нулевых начальных условий (7) имеет место прямая пропорциональность между значениями угла коррекции ψ и корректирующего момента $\frac{M}{Gc}$, то есть значения угла коррекции при других корректирующих моментах (отличных от $\frac{M}{Gc} = 0,1$) могут быть получены из приведенных здесь значений с соответствующей поправкой, пропорциональной новому корректирующему моменту.

Кроме того, вычислены также отношения $\frac{\psi}{\psi_0}$, где ψ_0 — конечное значение угла коррекции, когда корректирующий момент прикладывается при $\varphi_1 = 10^\circ$, а ψ — конечные значения угла коррекции, когда момент прикладывается позже, то есть при различных углах φ_1 , больших 10° . Эти результаты также приведены в табл. 1 и на рис. 2 (сплошная линия).

В заключение остается рассмотреть случай, когда $\varphi_1 = \varphi_0$ и $\omega_1 = 0$, то есть когда корректирующий момент M прикладывается сразу же в начале движения дерева при $\varphi = \varphi_0$ и $\omega_0 = 0$.

В этом случае начальные условия (7) для дифференциального уравнения (6) будут иными, а именно ввиду $\omega_0 = 0$ и $\psi_0 = 0$ будет $\frac{d\psi}{d\varphi} \neq 0$, так как когда движение начинается из состояния покоя, то оно имеет направление равнодействующей приложенных сил.

Так как при $\varphi = \varphi_0$ $\dot{\varphi} = \dot{\psi} = 0$, то из уравнений (3) для достаточно малых t

$$\ddot{\varphi} = \frac{Gc \sin \varphi_0}{I} t; \quad \dot{\psi} = \frac{M}{I \sin \varphi_0} t; \quad \frac{d\psi}{d\varphi} = \frac{\dot{\psi}}{\dot{\varphi}} = \frac{M}{Gc \sin^2 \varphi_0}.$$

Итак, начальные условия для уравнения (6) в рассматриваемом случае будут:

$$\text{при } \varphi = \varphi_0 \quad \psi = 0, \quad \frac{d\psi}{d\varphi} = \frac{M}{Gc \sin^2 \varphi_0}. \quad (16)$$

Повторив выкладки, аналогичные (9), (10), (11), (12), получаем решения уравнения (6), удовлетворяющие начальным условиям (16).

$$\frac{d\psi}{d\varphi} = \frac{M}{Gc \sin^2 \varphi}; \quad (17)$$

$$\psi = \frac{M}{Gc} (\operatorname{ctg} \varphi_0 - \operatorname{ctg} \varphi). \quad (18)$$

Уравнение (18) описывает боковое отклонение (коррекцию) дерева ψ , когда постоянный корректирующий момент M прикладывается при $\varphi = \varphi_0$ ($\varphi_0 \neq 0$) и собственное падение дерева начинается из этого же положения при $\omega_0 = 0$.

Поступила в редакцию
26 мая 1965 г.

УДК 627.4

О СНИЖЕНИИ ГОРИЗОНТА ВОДЫ НА ВЕРХНЕМ ПЛЕСЕ ПОРОГА ПРИ ЕГО РАСЧИСТКЕ

А. Л. РАДЮК

Аспирант

(Сибирский технологический институт)

В задачу исследований входило изучение влияния расчистки порога на снижение уровней воды на верхнем плесе. При этом вопрос о понижении уровней воды в пределах самого порога в данной статье не рассматривается.

Для исследований использовали русловый лоток прямоугольного поперечного сечения с размерами: длина 14 м, ширина 1,4 м, высота бортов 0,7 м. Опыты проводили при уклонах дна модели от 0,003 до 3,01, расходах от 1,3 до 125 л/сек, глубинах потока от 2,3 до 16,8 см, средних скоростях потока от 12,5 до 102 см/сек и числах Рейнольдса, отнесенных к глубине потока, от 3800 до 98000. Относительная бытовая гладкость русла $\frac{H_{пб}}{K_s}$ изменялась от 0,6 до 8,32. Степень расчистки ε (отношение ширины полосы расчистки b_p к полной ширине русла B) имела значения 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0. Режим движения потока спокойный. Моделирование вели по Фруду. Масштаб моделирования был принят равным 1 : 25 натуральной величины. Всего было проведено 404 опыта. Каждый опыт повторялся три раза. Расходы воды измеряли мерным водосливом, протарированным объемным способом с точностью до 1%, глубины потока — мерными иглами с ценой деления шкалы 0,1 мм. Местные скорости потока определяли с помощью трубки Пито — Ребока. Отметим, что сведений о подобных экспериментальных исследованиях мы в литературе не встречали.

Относительное снижение горизонта воды на верхнем плесе порога $\frac{H_p}{H_6}$ (рис. 1) определяется рядом факторов и может быть представлено в общем виде следующей функциональной зависимостью:

$$\frac{H_p}{H_6} = f(K_1, K_2, \alpha, \varepsilon), \quad (1)$$

где K_1 — средний размер зерен гравия в нижнем слое;
 K_2 — средний размер зерен гравия в верхнем слое;
 α — плотность расположения элементов шероховатости верхнего слоя [7];
 ε — степень расчистки.

Все многообразие характеристик в общей зависимости (1) может быть учтено приведенной эквивалентной шероховатостью русла $K_{спр}$.

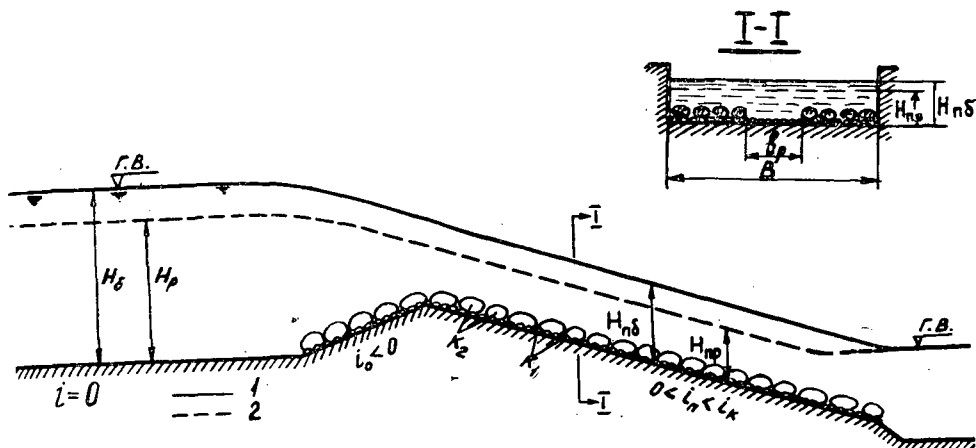


Рис. 1. Схема продольного профиля порожистого участка реки.

1 — уровень до расчистки порога; 2 — после его расчистки.

которая будет оказывать потоку (при прочих равных условиях) такое же сопротивление, как и интересующая нас шероховатая поверхность. Тогда, заменяя ряд параметров ($K_1, K_2, \alpha, \epsilon$) величиной $K_{спр}$ и учитывая, что относительное снижение горизонта воды на верхнем плесе порога $\frac{H_p}{H_6}$ практически не зависит от бытовой относительной гладкости русла $\frac{H_{нб}}{K_s}$ при изменении последней от 0,60 до 5,5, зависимость (1) можно записать в относительных величинах так:

$$\frac{H_p}{H_6} = f\left(\frac{K_{спр}}{K_2}\right). \quad (2)$$

Раскрытие функциональной зависимости (2) теоретическим путем представляет ряд трудностей. Поэтому в основу решения этого вопроса положены экспериментальные исследования.

Величина $K_{спр}$ может быть определена по формуле вида

$$K_{спр} = K_{s1}^\epsilon \cdot K_s^{1-\epsilon}, \quad (3)$$

где K_{s1} — эквивалентная шероховатость в прорези, $K_{s1} = 0,95 K_1$;

K_s — эквивалентная шероховатость нерасчищенной части русла (обочин). Значение K_s может быть найдено по формуле А. Я. Слабодкина [7]

$$K_s = (1 - \alpha) K_{s1} = 10,2\gamma' \cdot K_2 \cdot \alpha, \quad (4)$$

где γ' — коэффициент гидродинамического затенения.

Следует отметить, что формула (3) получена в результате использования понятия о гидравлически эквивалентном русле, впервые предложенного А. А. Каншиным в 1916 г. [2]. Это понятие было использовано также в работах А. Я. Слабодкина. Основным недостатком формулы (3) является то, что она не учитывает взаимодействия потоков в плоскостях раздела и разницу в отметках «гидравлического» дна * в

* Под «гидравлическим» дном следует понимать плоскость начала отсчета глубин, положение которой устанавливается объемным способом.

прорези и на обочинах. Как показали наши исследования, в результате взаимодействия потоков прорези и обочин пропускная способность частично расчищенного порожистого русла понижается до 20%. Это происходит в силу того, что при взаимодействии потоков в плоскости их соприкосновения возникают дополнительные сопротивления движению воды, что и снижает пропускную способность русла. На точности определения величины $K_{s\text{пр}}$ значительно сказывается также и учет такого фактора, как разница в ординатах возвышения гидравлического дна в прорези и на обочинах.

Учет этих факторов может быть произведен с помощью опытного коэффициента μ , который находили по соотношению

$$\mu = \frac{K'_{s\text{пр}}}{K_{s\text{пр}}}, \quad (5)$$

где $K'_{s\text{пр}}$ — приведенная эквивалентная шероховатость, полученная из опыта;

$K_{s\text{пр}}$ — теоретическая приведенная эквивалентная шероховатость, определенная по формуле (3).

Численная величина коэффициента μ в среднем для всех серий при $\varepsilon = 0,1 \div 0,8$ оказалась равной 1,2. При $\varepsilon = 0$ и $\varepsilon = 1$ значение $\mu = 1,0$, так как в этом случае поток можно рассматривать как плоский.

Отсюда можно сделать заключение, что опытные значения приведенной эквивалентной шероховатости $K'_{s\text{пр}}$ при $\varepsilon = 0,1 \div 0,8$ существенно отличаются от подсчитанных по формуле (3). Для иллюстрации сказанного мы провели сопоставление формулы (3) с опытными данными одной серии, построив для этой цели график зависимости $K_{s\text{пр}} = f(\varepsilon)$ — рис. 2. Как видно из рисунка, опытные значения приведенной эквива-

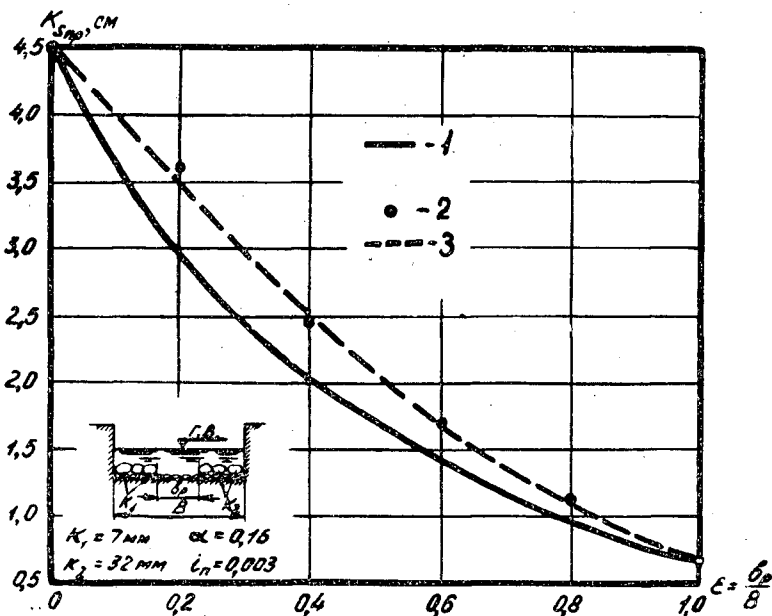


Рис. 2. График зависимости $K_{s\text{пр}} = f(\varepsilon)$.

1 — по формуле $K_{s\text{пр}} = K_{s_1}^\varepsilon \cdot K_{s_2}^{\varepsilon-1}$; 2 — по данным опыта; 3 — по формуле

$$K'_{s\text{пр}} = K_{s_1}^\varepsilon \cdot K_{s_2}^{\varepsilon-1} \cdot \mu.$$

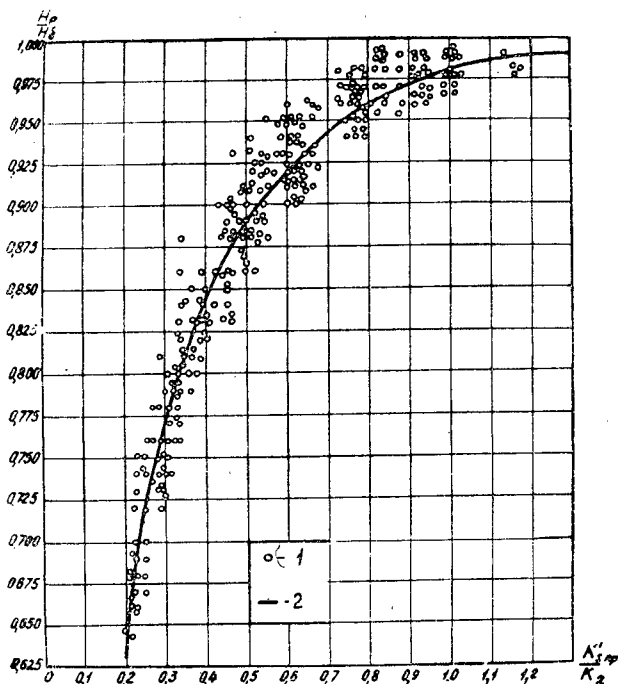


Рис. 3. График зависимости $\frac{H_p}{H_6} = f\left(\frac{K'_{s\text{ пр}}}{K_2}\right)$.

1 — по данным экспериментальных исследований; 2 — по формуле

$$\frac{H_p}{H_6} = 1,069 - \frac{0,088 K_2}{K'_{s\text{ пр}}}$$

лентной шероховатости значительно отклонились вверх от кривой, построенной по формуле (3). Поэтому в дальнейшем для подсчета приведенной эквивалентной шероховатости при $\epsilon = 0,1 \div 0,8$ рекомендуется в формулу (3) вводить опытный корректив в виде коэффициента $\mu = 1,2$. Тогда формула (3) запишется так:

$$K'_{s\text{ пр}} = K_{s1}^\epsilon \cdot K_s^{1-\epsilon} \cdot \mu. \tag{6}$$

Формула (6) более полно отражает физическую сущность явления, и ее следует считать более достоверной (рис. 2).

Анализируя формулу (6), можно заметить, что при $\epsilon = 0$ $K'_{s\text{ пр}} = K_s$ (бытовое состояние русла); при $\epsilon = 1$ $K'_{s\text{ пр}} = K_{s1}$ (русло полностью расчищено от верхнего слоя камней).

Формула (6) позволила обработать опытные данные применительно к функциональной зависимости вида $\frac{H_p}{H_6} = f\left(\frac{K'_{s\text{ пр}}}{K_2}\right)$. Нанесение на график зависимости $\frac{H_p}{H_6} = f\left(\frac{K'_{s\text{ пр}}}{K_2}\right)$ опытных данных дало затухающую выпуклую линию, очень похожую на гиперболу (рис. 3). Поэтому выравнивание произведем по формуле гиперболы вида

$$y = \frac{a}{x} + b. \tag{7}$$

где y — зависимая переменная, $y = \frac{H_p}{H_0}$;
 x — независимая переменная, $x = \frac{K'_{s\text{np}}}{K_2}$;
 a и b — параметры уравнения.

Отметим, что выражение (7) является формулой гиперболы, имеющей асимптотами ось y и прямую, параллельную оси x .

Параметры a и b определяли по способу наименьших квадратов, причем их вычисление вели с помощью стандартных уравнений [1]. После нахождения параметров a и b уравнение связи, окончательно приняло вид

$$\frac{H_p}{H_0} = 1,069 - 0,088 \frac{K_2}{K'_{s\text{np}}}. \quad (8)$$

Произведем оценку правильности выравнивания, для чего вычислим критерий согласия между опытными и выравненными значениями признака по формуле

$$r = \sqrt{1 - \frac{\sum \alpha_0^2}{\sum \alpha_0^2}} = \sqrt{1 - \frac{0,00487}{0,18085}} = 0,986, \quad (9)$$

где $\alpha_0 = y_b - y_0$ — попарная разность между выравненными y_b и опытными y_0 значениями признака;

$\alpha_0 = y_0 - y_{\text{ср}}$ — отклонение опытных значений признака y_0 от их общего среднего $y_{\text{ср}}$.

Так как критерий $r > 0,95$, то можно считать, что линия для выравнивания подобрана правильно, а опыты проведены с приемлемой точностью [1], [3].

Формулой (8) можно пользоваться при бытовой относительной гладкости русла $\frac{H_{\text{пб}}}{K_s}$ от 0,6 до 5,5, отношении $\frac{K'_{s\text{np}}}{K_2}$ от 0,19 до 1,2, относительной длине порога $\frac{L}{B} \geq 1$ (где L — длина порога), степени расчистки ϵ от 0,1 до 1.

Как показали натурные исследования порогов по ряду рек Восточной Сибири и Карельской АССР [4], [5], [6], [7], граничные параметры формулы (8) $\frac{H_{\text{пб}}}{K_s}$, $\frac{K'_{s\text{np}}}{K_2}$, $\frac{L}{B}$ характерны для большинства порожистых рек, поэтому она применима для условий природы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. Л. Дворецкий. Практическое пособие по вариационной статистике. Поволжский лесотехнический институт, Йошкар-Ола, 1961. [2]. В. Н. Евреинов. Гидравлика. Изд. четвертое, изд-во Министерства речного флота СССР, Л.—М., 1947. [3]. Н. Л. Леонтьев. Техника статистических вычислений. Гослесбумиздат, М.—Л., 1961. [4]. С. Я. Мучник. Регулирование порожистых участков сплавных рек. Тихинформация ЦНИИЛесосплава № 106, 1954. [5]. А. Л. Радюк. О методике определения коэффициентов шероховатости порожистых участков сплавных рек. Сибирский технологический институт, сб. XXXVIII, 1964. [6]. А. Л. Радюк. Экспериментальные исследования изменения уровня и скоростного режимов при расчистке порожистых участков лесосплавных рек. Сборник материалов конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1963 г., СТИ, 1964. [7]. А. Я. Слабодкин. Гидравлические основы регулирования порожистых участков сплавных рек. Поволжский лесотехнический институт, сборник трудов № 50, 1955.

УДК 634.0.378.33

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ УСИЛИЙ В ОБВЯЗКАХ ПУЧКОВ БРЕВЕН НА ПЛАВУ

Ю. И. ВАЛЬКОВ

Старший научный сотрудник

(СевНИИП)

Ранее [1] нами были изложены некоторые соображения по определению длины обвязки пучков бревен, плавающих на воде.

В настоящей статье продолжено рассмотрение расчета пучков в направлении определения усилий, возникающих в их обвязках.

В лесосплавной литературе встречается много различных формул для определения усилий в обвязках плавающих пучков, причем большинство формул имеет вид или легко приводится к виду

$$T = KG$$

или

$$T = KW,$$

где T — усилие в обвязках;

G — вес пучка;

W — объем пучка.

При определении коэффициента K исследователи исходили из различных положений; естественно поэтому, что усилие в обвязках одного и того же пучка, определенное по разным формулам, может составлять в среднем от 39,2 по одной из формул ЦНИИЛесосплава [5] до 524,4 по формуле В. А. Седельникова [7], а максимум по этим же формулам, встречавшийся в нашей практике, — от 13 до 1072% действительно измеренного усилия.

Теория расчета пучка [1] позволяет получить аналитическим путем и уравнение для определения усилий в обвязках пучка.

Из теории гибкой нити известно, что натяжение нити находят по уравнению

$$T = \rho r,$$

где ρ — интенсивность нагрузки;

r — радиус кривизны.

В нашем случае (см. рис. 1 работы [1])

$$\rho = \gamma u,$$

где γ — объемный вес «пучковой жидкости»;

u — ордината известной точки кривой.

Из параметрических уравнений кривой [1] легко может быть получено

$$y\rho = \frac{1}{4} H^2 \sin^2 \Theta = \text{const.}$$

Тогда для нахождения натяжения обвязок пучка, на единицу длины пучка, получаем, например, уравнение

$$T = \frac{1}{4} \gamma_1 H_1^2 \sin^2 \Theta_1,$$

а так как [1] $\gamma_1 = \eta\gamma$, где η — коэффициент полнодревесности пучка, а γ — объемный вес древесины, то

$$T = \frac{1}{4} \eta\gamma H_1^2 \sin^2 \Theta_1.$$

Следовательно, усилие в одной обвязке (при двух обвязках на пучке) определится по формуле

$$T = \frac{1}{8} L \eta\gamma H_1^2 \sin^2 \Theta_1. \quad (1)$$

В этой формуле L — длина пучка, а способ нахождения модулярного угла Θ рассмотрен нами ранее [1].

При установлении параметров пучков [1] мы измеряли и усилия в обвязках. Для этого были изготовлены специальные электротензометрические динамометры, которые включались в обе обвязки пучка. Регистрацию показаний динамометров производили с помощью осциллографов МПО-2 и Н-700.

Измерение усилий в обвязках производили на рейде (29 пучков) и в лаборатории на моделях в 0,1 натуральной величины (245 пучков).

На рейде речные пучки обвязывали вручную. В лаборатории же обвязкам пучков, до скрепления их концов, задавалось начальное натяжение T_n : равное 100, 300 и 500 Г, что в натуре соответствует 100, 300 и 500 кгГ.

Измерения показали, что обвязки пучка нагружены неравномерно и что практически нельзя получить равномерное распределение нагрузки

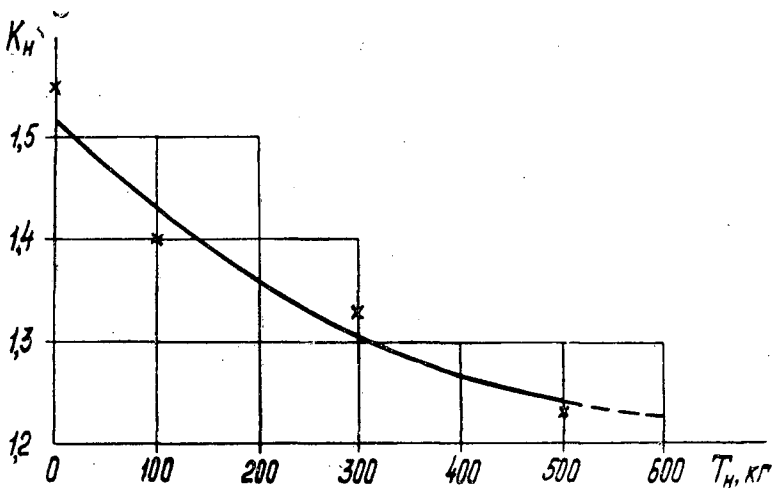


Рис. 1. Зависимость коэффициента неравномерности распределения нагрузки между обвязками пучка от начального натяжения обвязок

на обе обвязки даже при начальном натяжении обвязок с усилием 500 кг.

В результате статистической обработки материалов измерений мы получили кривую корреляционной зависимости коэффициента неравномерности от начального натяжения обвязок (рис. 1).

Коэффициент неравномерности определялся как

$$K_n = \frac{T_{max}}{T_{min}},$$

где T_{max} и T_{min} — большее и меньшее усилия в обвязках пучка.

В качестве измеренной величины усилия для сравнения ее с расчетной мы принимали полусумму усилий в двух обвязках.

Обработка материалов наблюдений в натуре и лаборатории позволила получить эмпирическое уравнение для определения усилий в обвязках пучков

$$T = \frac{0,222W(\gamma_w - \gamma)}{C^{2,21}}, \quad (2)$$

где W — объем пучка;

γ_w — удельный вес воды;

γ — объемный вес древесины пучка;

C — соотношение осей пучка.

Значения усилий в обвязках пучков, определенные по формулам (1) и (2), оказались весьма близкими к измеренным значениям (табл. 1). Для сравнения в этой таблице приведены значения усилий в обвязках пучков, определенные по формулам, рекомендованным: справочником по лесосплаву [8, 221]; Н. Н. Калихевичем [2]; справочником «Водный транспорт леса» для пучка, свободно плавающего на спокойной воде (значение K — по табл. 146, стр. 357), [9, 356]; ЦНИИЛесосплава [5]; А. Л. Можевитиновым [4]; В. А. Седельниковым [7]; ЦНИИЛесосплава [6]; И. П. Донским [3]; Д. Р. Меркиным [3].

Таблица 1

Формула	Среднее значение τ	Средняя квадратическая ошибка среднего значения $\pm m$	Вариационный коэффициент $\pm \nu$, %	δ , %
Уравнение (1)	88,30	1,20	22,6	100,5
„ (2)	87,90	1,20	22,6	100,1
Из справочника по лесосплаву	55,11	0,79	21,5	62,8
Н. Н. Калихевича	224,95	2,55	18,8	256,2
Из справочника „Водный транспорт леса“	82,76	2,44	43,8	94,2
ЦНИИЛесосплава [5]	34,48	0,71	33,9	39,2
А. Л. Можевитинова	125,73	1,81	21,4	142,7
В. А. Седельникова	460,54	8,66	31,1	524,4
ЦНИИЛесосплава [6]	89,55	0,77	14,3	102,0
И. П. Донского	100,09	1,43	21,3	114,0
Д. Р. Меркина	115,78	1,56	20,0	131,8
Измеренное значение	87,82	1,00	18,9	100,0

Так как абсолютные значения усилий в обвязках было невозможно сравнивать из-за различных соотношений осей, объемного веса и объема пучков, для сравнения использовали безразмерный комплекс

$$\tau = \frac{TC}{W(\gamma_w - \gamma)}$$

Для наглядности в последней графе таблицы дано отношение вычисленного по формуле значения $\tau_{\text{выч}}$ к измеренному $\tau_{\text{изм}}$

$$\delta = \frac{\tau_{\text{выч}}}{\tau_{\text{изм}}} \cdot 100\% / 0.$$

При отводе от сжатого и обвязанного пучка стоек сплочной машины и выталкивании из коридора машины происходит переформирование пучка, сопровождающееся значительным нагружением обвязок, которое, как правило, превышает усилия в обвязках свободно плавающего пучка. Для измерения максимальных усилий в обвязках пучков в момент переформирования использовались упоминавшиеся уже динамометры. При этом осциллограф включался на запись до начала отвода стоек машины и оставался включенным до полного успокоения пучка после выхода из машины.

В результате был получен коэффициент пиковой нагрузки

$$K_{\text{пик}} = \frac{T_{\text{пик}}}{T},$$

где $T_{\text{пик}}$ — максимальное значение усилия в обвязках пучка в момент переформирования его;

T — усилие в обвязках пучка, свободно плавающего на спокойной воде.

Среднее значение $K_{\text{пик}} = 2,29$ при средней квадратической ошибке $m = \pm 0,03$.

Подбор сечения обвязок пучка следует производить по разрывному усилию

$$R = T \cdot K_n \cdot K_{\text{пик}} \cdot K_s.$$

При этом усилие в обвязках пучка T рекомендуется определять по уравнениям (1), (2) или ЦНИИЛесосплава [6]. Коэффициент неравномерности K_n находят по рис. 1. Коэффициент запаса прочности принимается в соответствии с рекомендациями [8, 222].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ю. И. Вальков. Определение длины обвязки пучков. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1966. [2]. Н. Н. Калихевич. Исследование усилий при сжатии бревен в пучки. Сборник научно-исследовательских работ по лесосплаву под редакцией Б. Ю. Калиновича, Л., 1940. [3]. Д. Р. Меркин. К вопросу об определении натяжения в обвязке и формы пучка. Научные труды ЛТА, вып. 96, Л., 1961. [4]. А. Л. Можевитинов. Форма сечения и натяжения обвязок морских плотов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, ЛПИ, Л., 1947. [5]. Отчет по теме № 12, 1957 г. ЦНИИЛесосплава. Раздел IV «Уточнение расчетных формул для определения усилий, возникающих в такелаже плотов, и главных параметров пучков, определяющих волноустойчивость и прочность пучков и плотов». [6]. А. Н. Пименов, Г. А. Манухин. Механизация лесосплавных работ и флот. Гослесбумиздат, М.—Л., 1959. [7]. В. А. Седелников. Пучки, их форма и обвязки. Техническая информация № 4 ЦНИИЛесосплава, Л., 1934. [8]. Справочник по лесосплаву. Гослесбумиздат, М.—Л., 1952. [9]. Справочник «Водный транспорт леса». Гослесбумиздат, М., 1963.

Поступила в редакцию
27 сентября 1966 г.

УДК 531.3 : 625.245

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ВОПРОСОВ ДИНАМИКИ СПЕЦИАЛЬНОГО ТИПА СЦЕПА УЖД

Г. К. ЛЕНЮК

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

В научной литературе уделяется относительно большое внимание вопросу изучения динамики узкоколейных вагонов-сцепов.

Учитывая специфику перевозимого груза (пакет хлыстов) и в связи с этим повышенные требования к лесовозному подвижному составу, исследователи ставят целью изучение механики движения лесовозных поездов, улучшение эксплуатации подвижного состава и воздействия его на путь, совершенствование конструкций подвижного состава и создание новых его типов.

Новые типы лесовозного состава ужд в настоящее время разрабатываются и внедряются в производство ЦНИИМЭ, ЛТА и некоторыми лесотехническими институтами.

Отличительной особенностью сцепа ЛТА от других типов подвижного лесовозного состава ужд является наличие верхних поворотных рам на сферических пятниках с шарнирной связью и упругими скользунами. Принципиальная конструктивная схема полусцепа показана на рис. 1.

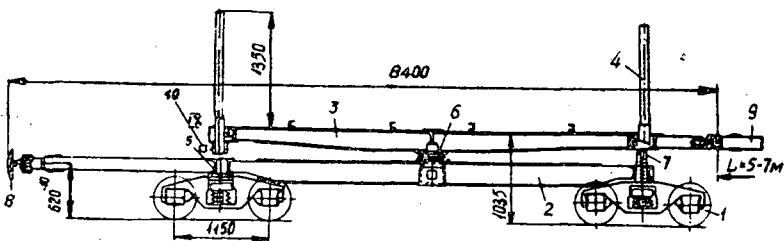


Рис. 1.

1 — тележка; 2 — нижняя рама; 3 — верхняя рама; 4 — откидная стойка с замком; 5 — пятниковый узел нижней рамы; 6 — пятниковый узел верхней рамы и опорные скользуны; 7 — упругий скользуны; 8 — ударный прибор; 9 — связь; 10 — прогибомер IX.

На динамические характеристики нового сцепа существенное влияние оказывают его конструктивные особенности. Целью исследования в данном случае было определение динамических характеристик сцепа

и обоснование его параметров. Задачами исследования предусмотрено: а) получение записи колебаний, то есть данных об амплитудах, частотах колебаний сцепа на рессорах и основных видах колебаний на различных скоростных режимах в эксплуатационных условиях; б) выявление характера колебаний верхних рам со связью и упругими скользками; в) нахождение распределения веса пружа (пакета хлыстов) по осям и колесам сцепа.

Для выполнения намеченной программы был создан опытный поезд, состоящий из локомотива, опытного сцепа и вагона, где помещалась необходимая измерительная аппаратура.

С целью уменьшения влияния силы тяги на колебания сцепа последний устанавливали в конце опытного поезда так, чтобы на него действовала лишь сила тяги, необходимая для передвижения сцепа; на площадке она составляла не более 120 кГ , а на спуске 4‰ — равнялась нулю. Таким образом, ею можно пренебречь.

Запись прогибов рессор вели с помощью восьми реохордных однокомпонентных прогибомеров с регистрирующим прибором — осциллографом Н-700. Экспериментально-производственными мастерскими ЛТА были изготовлены прогибомеры типа ЦНИИ МПС, несколько отличающиеся от последних по конструкции. Для удобства установки прогибомеров в различных местах сцепа тяги прогибомеров выполнены переменной длины с применением правой и левой резьбы.

Для того чтобы обеспечить линейность зависимости между протекающим через измеритель ток и величиной переменного сопротивления реохорда

$$I_r = f(r), \quad (1)$$

было выполнено соотношение

$$R > 10r, \quad (2)$$

где R — постоянное сопротивление, составляющее плечо моста Уитстона;

r — переменное сопротивление (реохорд).

При выполнении соотношения (2), предложенного Н. П. Раевским [2], ошибка измерения не превышает 1%. Из линейности зависимости (1) вытекает линейность тарифовочных характеристик прогибомеров:

$$Y_i = k_i y_i, \quad (3)$$

где Y_i — прогибы рессор сцепа, мм;

y_i — ординаты, замеряемые на осциллограмме, мм;

k_i — коэффициенты масштаба записи, определяемые тарифовкой.

Для установления нужного масштаба записи применяли магазин шунтов и добавочных сопротивлений Р-1. Тарифовку прогибомеров проводили в лабораторных условиях. Электрическая схема измерения прогибов рессор и схема расположения восьми прогибомеров на сцепе изображена на рис. 2.

Чтобы определить частоты (гармонии) колебаний пакета и сравнить полученные данные с теоретическими предположениями, были установлены два прогибомера (рис. 1), измерявшие смещения наружных концов верхних рам относительно соответствующих точек нижних рам. Это дало также возможность получения оценки максимального прогиба пакета.

Скорость движения фиксировали при помощи отметчика времени и отметчика оборотов колеса сцепа, где использован концевой переключатель ВК-211 для разрыва электрической цепи, питаемой батареей 3,7 в.

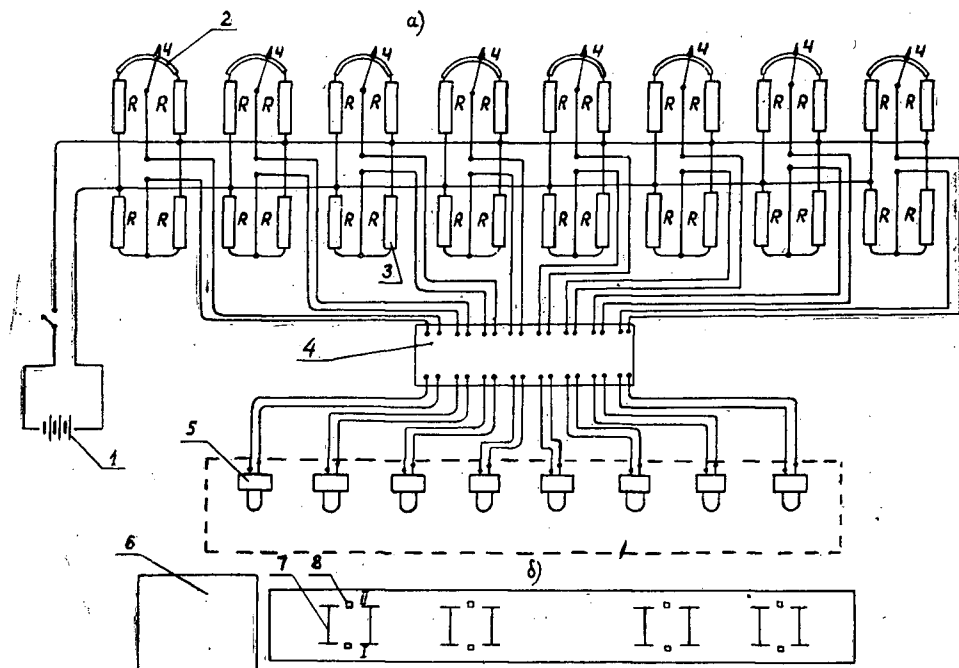


Рис. 2.

1 — источник питания — аккумулятор 6 в; 2 — реохорд; 3 — постоянное сопротивление Уитстона; 4 — магазин шунтов и добавочных сопротивлений P-1; 5 — шлейф осциллографа; 6 — вагон с измерительной аппаратурой; 7 — ось сцепа с отметчиком оборотов колеса; 8 — прогибомер II.

Специальный упор на передней оси сцепа при воздействии на переключатель один раз размыкал электрическую цепь отметчика оборотов при каждом обороте колеса.

Для выявления динамического профиля пути на выбранном участке записывали динамические прогибы (прогибы при проезде поезда, в стыках и серединах рельсов) с помощью вибрографа ВР-1. Для этого щуп вибрографа упирался сверху в уголковую балочку, приваренную к подошве рельса, а сам виброграф укреплялся с помощью специального хомута на металлическом шесте, заглубленном в балластную призму не менее, чем на 50 см.

Для взвешивания сцепа и выявления распределения веса груза по осям и колесам сцепа применяли динамометр сжатия ДС-5 и гидравлический домкрат. Кроме того, динамические давления (в движении) на первые четыре колеса (с одной стороны сцепа) замерялись электротензометрическим способом. Для этого во вкладышах соответствующих букс были профрезерованы пазы, на которые наклеивали тензодатчики, образующие полумосты Уитстона, согласно методу И. Б. Баргера [1]. В этом случае использовали преобразователь (инвертор) МА-250М для питания тензостанции 8АНЧ-7М и тензодатчики сопротивлением 200 ом и базой 30 мм.

Испытания проводились с 3 по 28 сентября 1965 г. на Рижненской ужд треста «Ленлес».

Основные характеристики опытного участка пути: тип рельса — Р18, число шпал на 1 км пути — 1375, тип шпал — III.

На основании сказанного, а также в результате проведенных экспериментальных исследований опытного сцепа предварительно можно сделать следующие выводы.

1: Описанный метод записи колебаний сцепа, связанных с вертикальными прогибами рессор, вполне отвечает задаче установления динамических характеристик сцепа.

2: Пользуясь указанным методом, можно установить характер колебаний пакета для сцепа рамной конструкции.

3: Запись колебаний с помощью реохордных прогибомеров относительно проста, так как не требует применения усилительной аппаратуры.

4. Электротензометрический метод измерения динамических давлений на колеса сцепа весьма сложен. Он требует применения многоканальной усилительной аппаратуры ввиду неравномерности распределения давлений по осям и колесам.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. Б. Баргер: Применение тензометров сопротивления для измерения параметров механических систем. ЛТА, 1956. [2]. Н. П. Раевский. Методы экспериментального исследования механических параметров машин. Изд. АН СССР, М., 1952.

Поступила в редакцию
28 июня 1966 г.

УДК 621.83

О ВЛИЯНИИ ОШИБОК ПРИ МОНТАЖЕ КАРДАНЫХ ПЕРЕДАЧ

О. Б. УШАКОВ

Старший преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

Технические условия на монтаж и рекомендации по проектированию двойных карданных передач предписывают выполнение ряда обязательных требований: 1) углы наклона валов γ_1 и γ_2 (рис. 1) должны быть равными; 2) вилки промежуточного вала 2 и 1' должны лежать в одной плоскости:

Указанные требования часто не могут быть выполнены полностью. Так, по конструктивным особенностям полуосевой карданной передачи автолесовозов или привода прицепных лесохозяйственных машин возникает необходимость работы карданных передач с разными наклонами валов γ_1 и γ_2 . Техническими условиями допускается смещение вилок промежуточного вала 2 и 1' на $\pm 5^\circ$. Это требование также не всегда выполняется из-за ошибок при монтаже.

В предлагаемой статье мы сообщаем о проведенной нами работе по определению упрощенными методами нарушения синхронности вращения ведущего и ведомого валов двойной карданной передачи и нахождению дополнительных инерционных усилий, возникающих в результате ошибок при монтаже карданов.

Для карданных приводов с двумя крестовыми шарнирами, при условии правильного и точного монтажа ($\gamma_1 = \gamma_2$ и вилки промежуточного вала находятся в одной плоскости), неравномерность вращения наблюдается только на промежуточном валу и $\alpha = \beta'$, где α и β' — соответственно углы поворота валов I и III.

Если все три вала расположены в одной плоскости, то нетрудно заметить, что при различных углах наклона γ_1 и γ_2 привод с двумя карданами подчиняется тем же законам, что и привод с одним карданом и углом γ [4]. Следовательно, при $\gamma_1 > \gamma_2$

$$\cos \gamma = \frac{\cos \gamma_1}{\cos \gamma_2} \quad (1a)$$

и при $\gamma_1 < \gamma_2$

$$\cos \gamma = \frac{\cos \gamma_2}{\cos \gamma_1} \quad (1б)$$

В первом случае обнаруживается отставание, а во втором — опережение ведомого вала в I квадранте. Возникающие при этом абсолютные величины отставания и забегания, как и у одинарного шарнира, одинаковы.

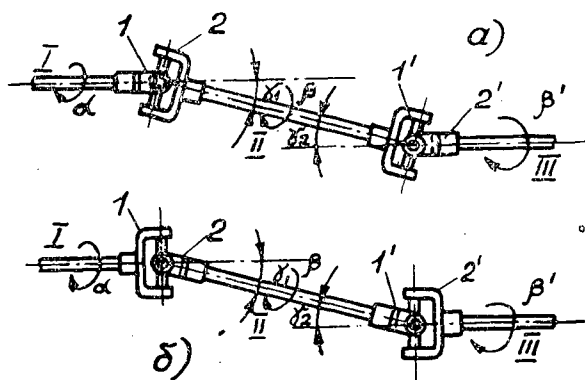
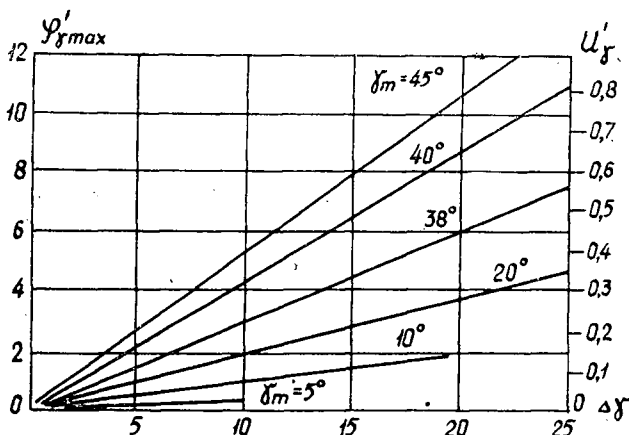


Рис. 1. Схема двойного карданного привода.

Рис. 2. Разностный угол $\varphi'_{\gamma_{max}}$ и степень неравномерности u'_{γ} двойного карданного привода в зависимости от углов наклона $\Delta\gamma$.

На рис. 2 приведен график максимальных углов отставания и забегания $\varphi'_{\gamma_{max}}$ при двойном карданном приводе, а также степень неравномерности u'_{γ} в зависимости от разности углов наклона $\Delta\gamma = \gamma_1 - \gamma_2$ для различных средних углов наклона γ_m . Практически мы имеем прямые линии, которые лишь при больших величинах $\Delta\gamma$ и γ_m отклоняются незначительно вверх.

Графическое определение $\varphi'_{\gamma_{max}}$ как разности углов φ обоих шарниров на основании графика неравномерности отдельного шарнира [3] и зависимости от его угла наклона (рис. 3) связано с некоторой ошибкой, поскольку вместе с изменением угла отклонения также несколько смещаются и максимальные значения кривых φ (рис. 4) по отношению к углу поворота.

Из опыта и технических условий известно, что $\Delta\gamma_{max} \leq 5^\circ$ и $\gamma_m \leq 45^\circ$. При указанных максимальных допускаемых значениях ($\Delta\gamma_{max} = 5^\circ$; $\gamma_m = 45^\circ$) ошибка соответствует лишь 1,6%; во всех остальных случаях с уменьшением указанных углов ошибка соответственно еще снижается, поэтому ею можно пренебречь.

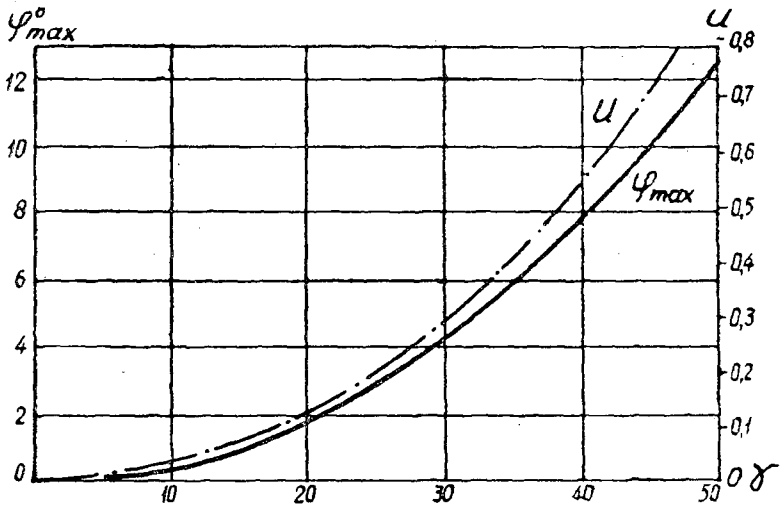


Рис. 3. Максимальные углы отставания или забега φ_{max} и степень неравномерности u в зависимости от угла наклона γ одного шарнира.

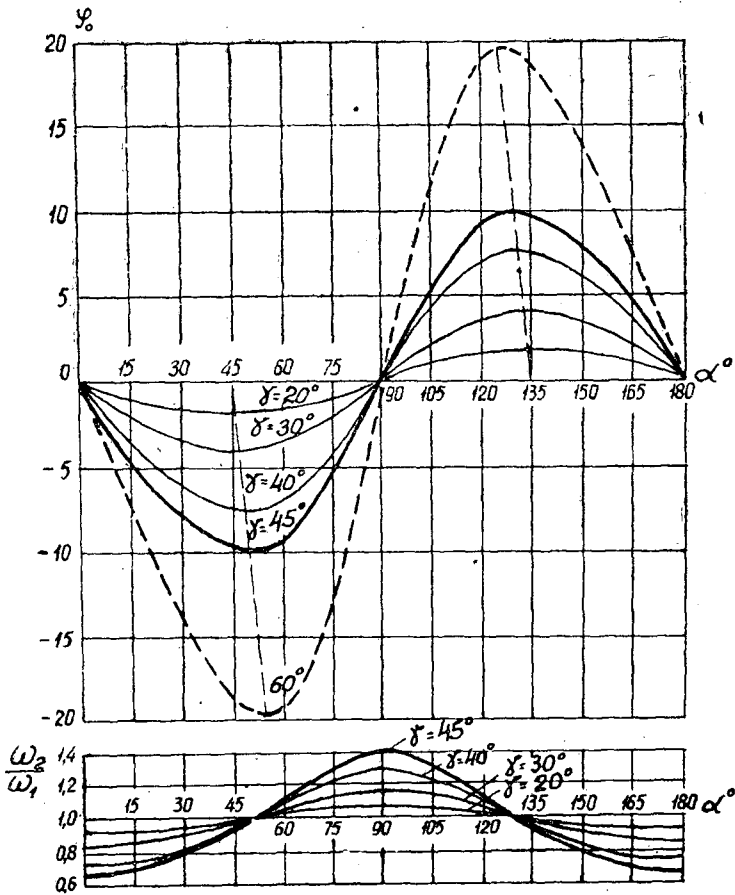


Рис. 4. Углы отставания и забега φ и отношения $\frac{\omega_2}{\omega_1}$ в зависимости от угла поворота α для одного карданного шарнира.

Развивая этот способ, можно рассчитать неравномерность двойного шарнира по частным производным уравнений [4]

$$\operatorname{tg} \varphi_{max} = \pm \frac{1 - \cos \gamma}{2 \sqrt{\cos \gamma}} \quad (2)$$

и

$$u = \frac{\omega_2 \max - \omega_1 \max}{\omega_1} = \frac{\sin^2 \gamma}{\cos \gamma}, \quad (3)$$

где ω_1 и ω_2 — угловые скорости вращения валов I и II (рис. 1).

При этом получим

$$\varphi'_{\gamma \max} = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{\cos \gamma} (1 + \cos \gamma)} \Delta \gamma \quad (4)$$

и

$$u'_{\gamma} = \frac{\varphi}{180} \sin \gamma (2 + \operatorname{tg}^2 \gamma) \Delta \gamma^{(0)}. \quad (5)$$

Этот способ вычисления особенно удобен при малой разнице углов $\Delta \gamma$, когда графический способ не дает яркой картины. Он значительно проще первого, так как с помощью уравнений (4) и (5) можно непосредственно вычислить неравномерность привода с двойным карданным сочленением, тогда как выражения (1a) или (1б) дают возможность сначала рассчитать γ , а затем лишь, с помощью уравнений (2) или (3), — $\varphi'_{\gamma \max}$ и u'_{γ} .

Ошибки, которые допускаются в последнем (упрощенном) способе, выражаются прямыми линиями.

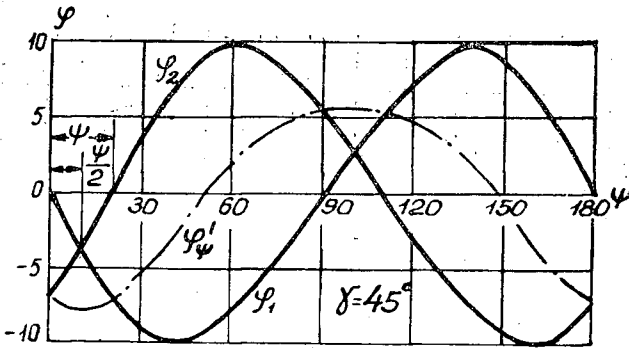


Рис. 5. Разностный угол φ'_{ψ} при угле сдвига вилок промежуточного вала ψ двойного карданного привода.

При выполнении условия $\gamma_1 = \gamma_2$ равномерность работы двойной карданной передачи может быть нарушена из-за сдвига вилок ψ промежуточного вала. Из рис. 5 видно, что вследствие угла сдвига вилок ψ углы отставания и забегания φ_1 и φ_2 не компенсируют друг друга, а складываются в одно результирующее отставание и забегание φ'_{ψ} .

Предельные величины этой результирующей кривой соответствуют углам поворота β_0 промежуточного вала $\beta_0^* = \frac{\psi}{2} + k \frac{\pi}{2}$ ($k = 0, \pm 1, \pm 2 \dots$) и имеют величину $\varphi'_{\psi \max} = 2\varphi_1$ для β_0^* .

Используя уравнение для одинарного шарнира [4]

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta} = \frac{\operatorname{tg} \alpha (\cos \gamma - 1)}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \cdot \cos \gamma} = \frac{\operatorname{tg} \beta (\cos \gamma - 1)}{\cos \gamma + \operatorname{tg}^2 \beta}, \quad (6)$$

где β — угол поворота вала II (рис. 1), и вводя в него β_0^* , получаем

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi'_{\psi \max}}{2} = \frac{\operatorname{tg} \frac{\psi}{2} (1 - \cos \gamma)}{1 + \cos \gamma \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{\psi}{2}} \quad (7)$$

и

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi'_{\psi \max}}{2} = - \frac{\operatorname{tg} \frac{\psi}{2} (1 - \cos \gamma)}{\cos \gamma + \operatorname{tg}^2 \frac{\psi}{2}}. \quad (8)$$

Оба уравнения, смотря по обстоятельствам, действительны только вместе (рис. 6), так как вследствие асимметрии кривых φ_1 и φ_2 максимальные отставания и забегания (вплоть до случая $\psi = 90^\circ$) здесь неодинаковы. От направления вращения привода, а также от направления и величины сдвига вилок ψ зависит, какая из этих величин больше.

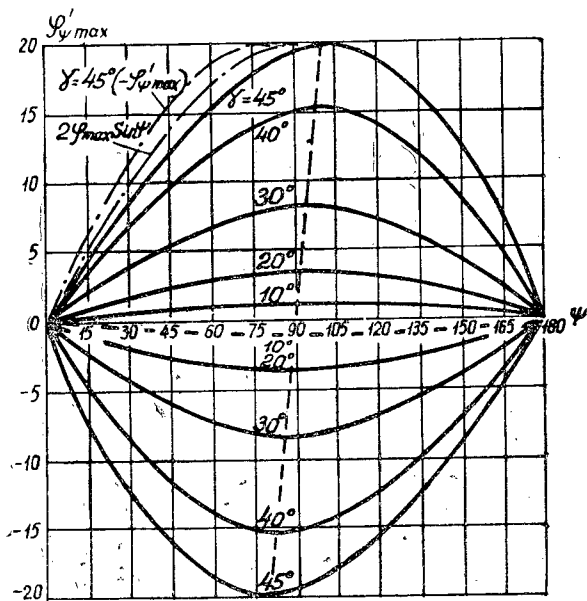


Рис. 6. Разностный угол $\varphi'_{\psi \max}$ в зависимости от угла сдвига вилок ψ двойного карданного привода.

Уравнения (7), (8) и график (рис. 6) показывают, что функция $\varphi'_{\psi \max} = f(\psi)$ имеет тот же характер, что и функция $\varphi = f(\alpha)$ — формула (6), лишь амплитуда и период колебания вдвое больше.

Максимальный угол $\varphi'_{\psi \max}$, который может вообще возникнуть при двойной карданной передаче, то есть максимумы кривых, согласно рис. 6 можно вывести из уравнений (7) и (8)

$$\operatorname{tg} \frac{\varphi'^*_{\psi \max}}{2} = \pm \frac{1 - \cos \gamma}{2 \sqrt{\cos \gamma}}. \quad (9)$$

Этот угол $\varphi'_{\psi_{max}^*}$ вдвое больше, чем максимальный угол отставания или забегания одинарного простого шарнира $\varphi'_{\psi_{max}^*} = 2\varphi_{max}$. Из формулы (7) и рис. 6 видно, что угол забегания имеет наибольшую величину, когда вилка I' второго шарнира промежуточного вала смещается в направлении вращения привода на $(\psi)_n^*$, причем

$$\operatorname{ctg} \frac{(\psi)_n^*}{2} = \sqrt{\cos \gamma}. \quad (10)$$

По уравнению (8) и рис. 6 таким же образом находим, что наибольший угол отставания наблюдается, когда вилка I' второго шарнира сместится в направлении вращения привода на $(\psi)_n^*$, причем

$$\operatorname{tg} \frac{(\psi)_n^*}{2} = \sqrt{\cos \gamma}. \quad (11)$$

Следовательно,

$$\frac{\psi^*}{2} - 45^\circ = \frac{\varphi'_{\psi_{max}^*}}{4} = \frac{\varphi_{max}}{2}$$

и

$$\psi^* - 90^\circ = \frac{\varphi'_{\psi_{max}^*}}{2} = \varphi_{max}. \quad (12)$$

Согласно этому, максимальные величины всех $\varphi'_{\psi_{max}^*}$ (рис. 6) имеют место при угле сдвига вилок ψ^* , который больше или меньше 90° на φ_{max} , то есть на максимальный разностный угол $(\beta - \alpha)_{max}$ простого шарнира. Кроме этого, уравнение (12) позволяет судить о том, что максимальные величины кривых для различных углов отклонений γ (рис. 6) лежат на одной прямой, которая проходит через точки $\psi^* = 0^\circ$, $\frac{\varphi'_{\psi_{max}^*}}{2} = -90^\circ$ (при $\gamma = 90^\circ$); $\psi^* = 90^\circ$, $\frac{\varphi'_{\psi_{max}^*}}{2} = 0^\circ$ (при $\gamma = 0^\circ$) и $\psi^* = 180^\circ$, $\frac{\varphi'_{\psi_{max}^*}}{2} = +90^\circ$ (при $\gamma = 90^\circ$).

Довольно часто по незнанию монтируют два шарнира со смещением угла между валами $\psi = 90^\circ$. При этом отставание или забегание не достигает своих максимально предельных величин. Это единственный случай, когда максимальные углы отставания и забегания равны. Тогда выражение угла поворота будет $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \beta'}{\cos^2 \gamma}$.

Влияние ошибок в установке вилок промежуточного вала карданной передачи с достаточной точностью можно определить приближенным упрощенным методом. Для этого кривые на рис. 6 следует заменить линиями синуса. При этом отклонения получаются незначительные (табл. 1), особенно для малых углов до 5° , что соответствует

Таблица 1

$\gamma, ^\circ$	5	10	15	20	30	40	45
Приближенные ошибки, $\pm \%$	0,3	1	2	3	7	12	17

допускаемой техническими условиями неточности сборки. Кроме того, кривая синусов представляет собой среднюю величину неравных величин отставания и забегания.

Таким образом, можно принять

$$\varphi'_{\psi \max} \approx 2 \cdot \varphi_{\max} \cdot \sin \psi \quad (13)$$

и для малых углов ψ

$$\varphi'_{\psi \max} \approx \varphi_{\max} \frac{\pi}{90} \psi. \quad (14)$$

В табл. 1 приведены ошибки, которые вносит применение упрощенного расчета по уравнению (14). Данными этой таблицы можно пользоваться для получения более точных величин максимального отставания (забегания) при углах $\psi > 5^\circ$.

Для определения отношений угловых скоростей и передаваемых усилий, а также степени неравномерности u' следует обратиться к рассмотрению кривой разностного угла φ'_ψ в зависимости от угла поворота.

Уравнение введенной кривой синусов в радианном исчислении можно представить так:

$$\widehat{\varphi}_\psi \approx \frac{\pi}{180} \varphi'_{\psi \max} \cdot \sin 2\alpha \approx \frac{\pi}{90} \varphi_{\max} \cdot \sin 2\alpha. \quad (15)$$

Дифференцируя, получаем

$$\frac{d\varphi'_\psi}{d\alpha} = \frac{d\widehat{\varphi}_\psi}{d\alpha} = \frac{\omega'_\psi}{\omega_1} = \frac{\omega_3 - \omega_1}{\omega_1} = \frac{\omega_3}{\omega_1} - 1; \quad \frac{\omega_3}{\omega_1} = 1 + \frac{d\varphi'_\psi}{d\alpha};$$

$$\frac{\omega_3}{\omega_1} \approx 1 + \frac{\pi}{90} \varphi'_{\psi \max} \cdot \cos 2\alpha \approx 1 + \frac{\pi}{45} \varphi_{\max} \cdot \sin \psi \cdot \cos 2\alpha. \quad (16)$$

Предельные величины уравнения (16) будут

$$\left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)_{\max} = \left(\frac{M_1}{M_3}\right)_{\max} \approx 1 + \frac{\pi}{45} \varphi_{\max} \cdot \sin \psi; \quad (17a)$$

$$\left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)_{\min} = \left(\frac{M_1}{M_3}\right)_{\min} \approx 1 - \frac{\pi}{45} \varphi_{\max} \cdot \sin \psi, \quad (17b)$$

где ω — угловые скорости;

M — крутящие моменты соответствующих валов.

Отсюда степень неравномерности двойного привода с неверно установленными вилками

$$u' = \frac{\omega_3 \max - \omega_3 \min}{\omega_1} \approx \frac{\pi}{45} \varphi'_{\psi \max} \cdot \sin \psi \approx \frac{2\pi}{45} \varphi_{\max} \cdot \sin \psi \quad (18)$$

и для малых углов ψ

$$u'_\psi \approx 0,0025 \varphi_{\max} \cdot \psi. \quad (19)$$

Для приближенного определения влияния неравных углов наклона γ_1 и γ_2 с одновременным сдвигом вилок промежуточного вала точные кривые (рис. 5) заменяем синусоидными. Ошибки при этом лежат в пределах точности измерения, с которой, как правило, можно вообще установить ошибки при монтаже ($\psi \leq 5^\circ$, $\Delta\gamma \leq 5^\circ$).

Полученные таким образом значения максимальных разностных углов φ'_{\max} представляют собой, кроме того, средние величины, в которые можно внести поправки и таким образом определить максимальные углы отставания и забегания более точно.

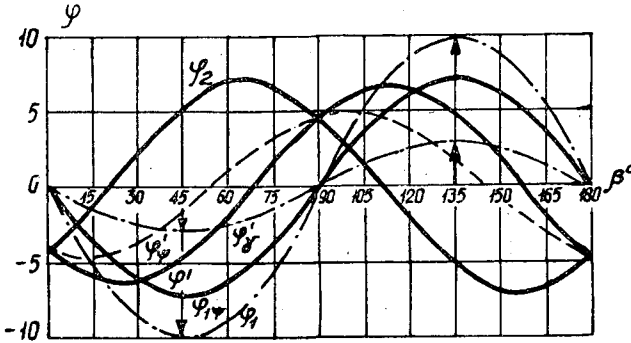


Рис. 7. Результирующий разностный угол φ' при неравных углах наклона γ_1 и γ_2 и одновременном сдвиге вилок промежуточного вала ψ двойного карданного привода.

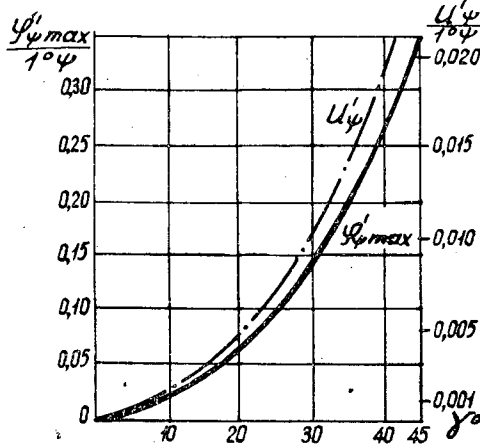


Рис. 8. Разностный угол φ'_{max} и степень неравномерности u_{ψ} двойного карданного привода для угла сдвига вилок промежуточного кардана $\psi = 1^\circ$ в зависимости от угла наклона γ .

Рассмотрим сначала двойной карданный привод со сдвигом вилок, промежуточного вала и разными углами наклона как привод с таким же сдвигом, но одинаковыми углами наклона $\gamma_1 = \gamma_2$, равными наименьшему из них γ_{min} .

Результирующая φ'_{ψ} обеих кривых $\varphi_{1\psi}$ и φ_2 (рис. 7) подчиняется закону

$$\varphi'_{\psi} \approx -\varphi'_{\psi max} \cdot \cos 2\left(\beta - \frac{\psi}{2}\right).$$

При этом можно определить $\varphi'_{\psi max}$ для γ_{min} по рис. 8. Если теперь угол отклонения одного шарнира сделать больше на разницу углов $\Delta\gamma$ (рис. 7, кривая φ_1), то φ'_{ψ} обогнет кривую φ' , которая вновь может рассматриваться как линия синуса

$$\varphi' \approx -\varphi'_{\gamma max} \cdot \sin 2\beta.$$

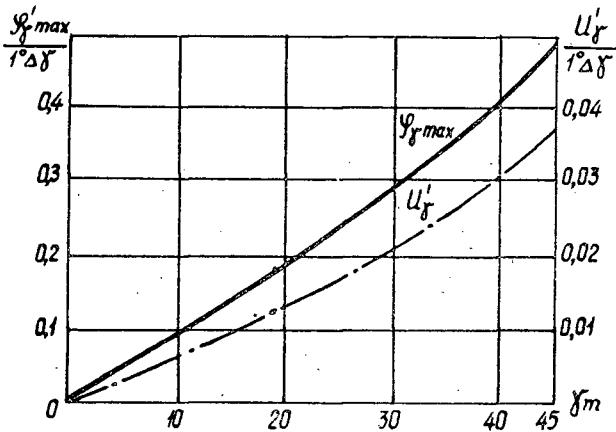


Рис. 9. Разностный угол $\psi'_{\gamma max}$ и степень неравномерности u'_{γ} для $\Delta\gamma=1^\circ$ двойного карданного привода в зависимости от среднего угла наклона γ_m .

Значение $\psi'_{\gamma max}$ можно определить для средней величины γ_m углов наклона по графику на рис. 9.

Величины ψ'_ψ и ψ'_γ дают результирующую ψ' , то есть угол забегания и отставания двойного карданного привода со сдвигом вилок промежуточного вала и различными углами наклона

$$\psi' \approx -\psi'_{\psi max} \cdot \cos 2\left(\beta - \frac{\psi}{2}\right) - \psi'_{\gamma max} \cdot \sin 2\beta. \quad (20)$$

(для γ_{min}) \qquad \qquad \qquad (для γ_m)

Угол поворота β^* , при котором происходит максимальное забегание и отставание, можно вычислить по формуле

$$\operatorname{tg} 2\beta^* \approx \frac{\psi'_{\psi max} \cdot \sin \psi + \psi'_{\gamma max}}{\psi'_{\psi max} \cdot \cos \psi}. \quad (21)$$

И, наконец, ψ'_{max} получаем из уравнения (20), если введем β^* .

Рассуждая так же, как при выводе уравнения (15) и последующих, можем получить

$$\begin{aligned} \widehat{\psi}' &\approx \frac{\pi}{180} \psi'_{max} \cdot \sin 2\alpha; \\ \frac{\omega_3}{\omega_1} &\approx 1 + \frac{\pi}{90} \psi'_{max} \cdot \cos 2\alpha; \\ \left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)_{max} &= \left(\frac{M_1}{M_3}\right)_{max} \approx 1 + \frac{\pi}{90} \psi'_{max}; \\ \left(\frac{\omega_3}{\omega_1}\right)_{min} &= \left(\frac{M_1}{M_3}\right)_{min} \approx 1 - \frac{\pi}{90} \psi'_{max}. \end{aligned}$$

Отсюда степень неравномерности двойного карданного привода со сдвигом вилок промежуточного вала и неравными углами наклона

$$u' \approx \frac{\pi}{45} \psi'_{max}.$$

Крутящий момент от инерционных сил, который дополнительно действует на ведомом валу III, легко определяется по формуле [2]

$$M_{ин} = I \cdot j_3 \text{ кг} \cdot \text{см},$$

где I — приведенный к валу III момент инерции, равный условному моменту инерции, эквивалентному кинетической энергии движущейся машины, $\text{кг} \cdot \text{см} \cdot \text{сек}^2$ [1];

$$j_3 = \frac{d\omega_3}{dt} \text{ — угловое ускорение ведомого вала III, сек}^{-2}.$$

Частота колебаний инерционного момента равна удвоенной скорости вращения.

Приведенные упрощенные методы определения максимальных величин нарушения синхронности вращения ведущего и ведомого валов двойного карданного привода, обусловленных несовершенством конструкции или допущенными ошибками при монтаже карданной передачи, позволяют найти дополнительные инерционные усилия, а по ним судить о возможных последствиях и заблаговременно принять меры к уменьшению вредного влияния неравномерной работы передачи путем предъявления более жестких допусков при конструировании и сборке.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. В. Гольд. Конструирование и расчет автомобиля. Машгиз, 1962.
 [2]. А. В. Красильников. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Т. 1. Машгиз, 1960. [3]. K. Kutzbach. Quer- und winkelbewegliche Gleichgangge-
 lenke für Wellenleitungen. VDI 81, s. 889—892, 1937. [4]. W. Reuthe. Die Bewe-
 gungsverhältnisse bei Kreuzgelenkantrieben. Konstruktion, s. 305—312, 1950.

Поступила в редакцию
22 апреля 1966 г.

УДК 674.023.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОКОРКИ ЛИСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Л. Д. ФРИД

Аспирант

(ЦНИИМЭ)

Автор провел экспериментальные исследования окорки березы и осины с целью определения оптимальных параметров короснимателей и режимов работы станков типа ОК с тупыми короснимателями.

Исследования проводили на экспериментальном стенде ЦНИИМЭ. С помощью трехкомпонентного динамометра конструкции автора определяли три составляющие силы окорки, которые через усилители S-AИЧ-7М записывались осциллографом Н-700.

Коросниматели изготавливали из стали У8А твердостью 56 единиц по Роквеллу. Контроль радиусов закругления осуществляли с помощью инструментального микроскопа УИМ-21.

Образцы для испытаний выпиловали из свежесрубленных двухметровых бревен. Длина образцов 0,5 м. Древесину хранили под слоем сырых опилок в специальном помещении. Влажность образцов определяли весовым методом по ГОСТу 6336—52.

Для каждой серии опытов образцы заготавливали из бревен одинаковых диаметров. Качество окорки определяли визуально по следующим показателям: а) отличная окорка без следов повреждения древесины и удовлетворяющая требованиям ГОСТа на экспортные материалы; б) окорка с повреждением древесины (задирами); в) плохая окорка с пропусками полос коры и луба.

Результаты исследований

Влияние радиуса закругления и усилия прижима. Автор изучал зависимости силовых характеристик процесса окорки от величины радиуса закругления r и вертикальной нагрузки P_y , которые являются важными технологическими факторами процесса окорки, влияющими на расход мощности и качество окорки.

При исследовании задавались следующими величинами: $r = 0,5; 1,0; 1,5$ и $2,0$ мм; $P_y = 40,0; 60, 80$ кг для осины и $P_y = 60; 80,0$ и 100 кг для березы. Геометрические параметры короснимателя: $\gamma = 0^\circ$; $\alpha = 45^\circ$; $\varphi = 0^\circ$; $B = 50$ мм; $K_n = 2,0$.

Образец на стенде вращался со скоростью $n = 30$ об/мин. Влажность образцов березы: древесины — 77%, коры — 85%; осины соответственно: 82 и 130%.

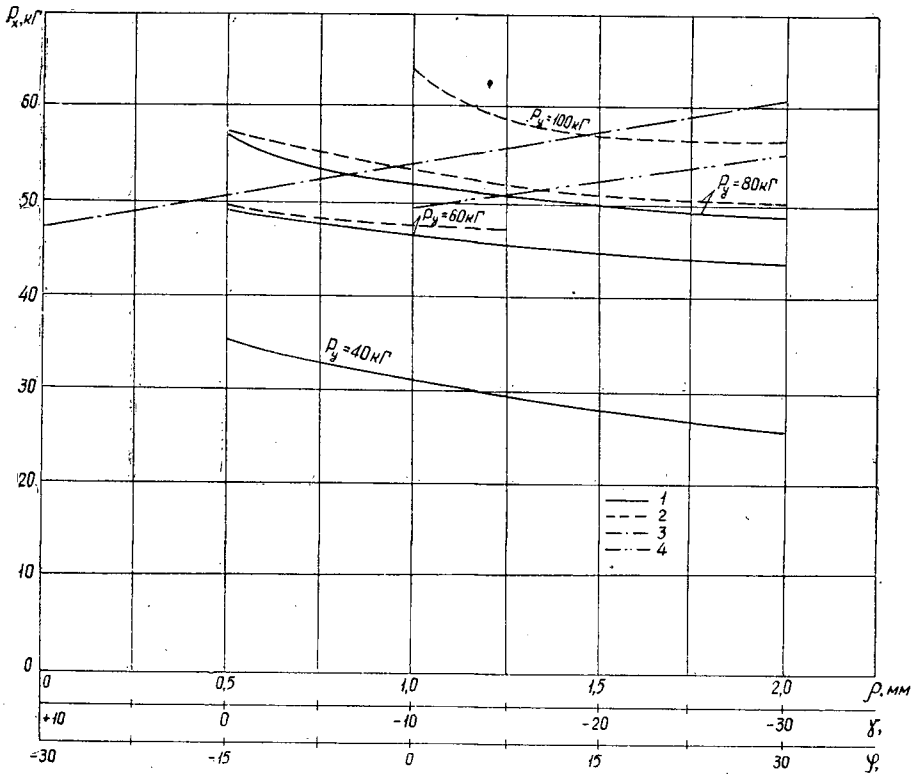


Рис. 1.

1 и 2 — графики функции $P_x = f(\rho)$ соответственно для осины и березы;
3 — график функции $P_x = f(\gamma)$; 4 — график функции $P_x = f(\varphi)$.

Полученные зависимости касательной составляющей силы окорки P_x от радиуса закругления ρ даны на рис. 1.

Зависимости касательной составляющей силы окорки P_x и усилия подачи P_z от величины вертикальной нагрузки P_y для $\rho = 1,5$ мм представлены на рис. 2.

Анализ опытных данных показывает, что для березы и осины с увеличением радиуса закругления ρ величина касательной составляющей силы окорки P_x уменьшается, особенно интенсивно при изменении ρ от 0,5 до 1,0 мм. При дальнейшем увеличении ρ значение P_x уменьшается незначительно. Это объясняется тем, что для $\rho = 0,5$ мм велика сила трения лезвия короснимателя о древесину и наблюдаются задиры. При увеличении ρ от 1,0 до 2,0 мм величина силы трения падает, что приводит к выравниванию P_x . С повышением вертикальной нагрузки P_y растут составляющие силы окорки P_x и P_z , что вызывается увеличением силы трения лезвия короснимателя о древесину, тогда как усилие на сдвиг коры остается постоянным.

Наилучшее качество окорки получено при $\rho = 1,5$ мм и усилия прижима $P_y = 60$ кг для осины и $P_y = 80$ кг для березы.

В случае, когда радиус закругления ρ меньше 1,5 мм, наблюдаются задиры древесины, а когда ρ больше 1,5 мм — пропуски коры и луба.

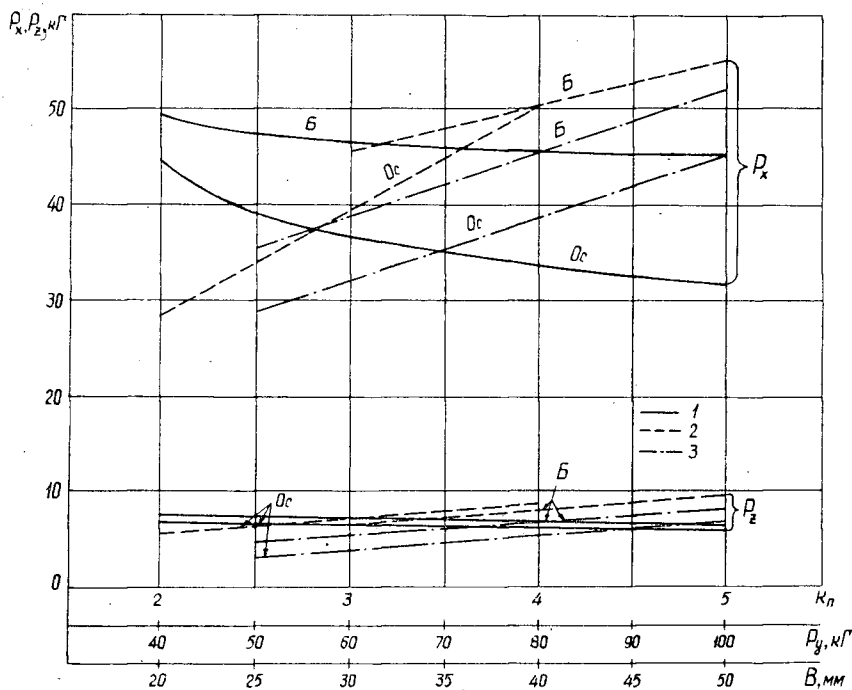


Рис. 2.

1 — график функции $P_x, P_z = f(K_n)$; 2 — график функции $P_x, P_z = f(P_y)$;
3 — график функции $P_x, P_z = f(B)$.

Влияние коэффициента перекрытия. Коэффициент перекрытия K_n является важным режимным фактором. От величины его зависит качество и производительность процесса окорки. Коэффициент измеряли на стенде путем изменения величины скорости подачи. Для каждого коэффициента перекрытия определяли три составляющие силы окорки и качество окоренной древесины. Коэффициент перекрытия изменялся в следующих пределах: 2,0; 3,0 и 5,0.

Для окорки использовали коросниматели со следующими геометрическими параметрами: $\gamma = 0^\circ$; $\alpha = 45^\circ$; $\varphi = 0^\circ$; $B = 50,0 \text{ мм}$; $\rho = 1,5 \text{ мм}$; $P_y = 60 \text{ кГ}$ для осины и $P_y = 80 \text{ кГ}$ для березы.

Полученные экспериментальные зависимости составляющих силы окорки от K_n представлены на рис. 2. Они свидетельствуют о том, что с ростом коэффициента перекрытия от 2,0 до 5,0 величина P_x уменьшается по параболической зависимости. Особенно интенсивно P_x падает при изменении K_n от 2,0 до 3,0. При дальнейшем повышении K_n значение P_x снижается незначительно. Величина P_z при увеличении K_n уменьшается по прямолинейной зависимости. Это явление объясняется тем, что с ростом коэффициента перекрытия ширина снимаемой короснимателем стружки коры снижается, что и приводит к уменьшению P_x и P_z .

Лучшее качество окорки для осины при $K_n = 2,0$, для березы при $K_n = 2,0 \div 3,0$. Применение K_n более 2,0 несколько улучшает качество окорки березы и совершенно не сказывается на окорке осины. Применение коэффициента перекрытия менее 2,0 приводит к пропускам коры и луба.

Влияние переднего угла. Передний угол γ является фактором, влияющим на качество окорки и процесс стружкообразования. Для определения оптимального переднего угла γ мы провели опыты при значении $\gamma = -30, -20, -10, 0, +10^\circ$; окорку березы производили при $K_n = 2,0$; $B = 50,0$ мм; $\rho = 1,5$ мм; $\alpha = 45^\circ$; $\varphi = 0$; $P_y = 80$ кг. Полученные экспериментальные зависимости представлены на рис. 1, из которого видно, что при изменении γ от $+10^\circ$ до -30° величина P_x растет по прямолинейной зависимости, так как с повышением γ меняется направление силы окорки.

Наилучшее качество окорки наблюдается при $\gamma = 0^\circ$; если $\gamma = -30^\circ$, то коросниматель стремится к выходу на кору, что вызывает недоокорку древесины.

Поэтому окорка короснимателями с отрицательным $\gamma = -30^\circ$ требует увеличения усилия прижима P_y до $100 \div 110$ кг. При $\gamma = +10^\circ$ наблюдаются задиры древесины.

Влияние угла встречи в плане. Изменение угла встречи в плане φ приводит к переходу от поперечного к поперечно-продольному процессу окорки.

Опыты проводили для березы при значениях $\varphi : 0, 5, 15$ и 30° ; с постоянной подачей $s = 25$ мм/об. Прочие параметры: $\gamma = 0^\circ$; $\alpha = 45^\circ$; $\rho = 1,5$ мм; $B = 50$ мм; $P_y = 80$ кг.

Полученные экспериментальные зависимости представлены на рис. 1.

С увеличением φ от 0 до $+30^\circ$ P_x возрастает на 12,2% по линейной зависимости.

Повышение P_x подтверждает справедливость предположения о том, что при изменении угла φ от 0 до $+30^\circ$ поперечный процесс окорки переходит в поперечно-продольный.

Угол φ не оказывает существенного влияния на качество окорки. Увеличение φ свыше $+15^\circ$ приводит к частичным задирам древесины. Это вызывается ростом удельной вертикальной нагрузки, так как площадь контакта лезвия короснимателя с древесиной при $\varphi \neq 0^\circ$ уменьшается. Поэтому применение φ больше $+5^\circ$ нежелательно. Угол φ изменяет направление схода коры с передней грани короснимателя и облегчает удаление коры из ротора.

Влияние диаметра бревен и толщины коры. В этой серии опытов исследовали образцы с диаметрами $D = 16 \div 30$ см и толщиной коры $h = 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0$ мм для березы и $h = 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0$ и $10,0$ мм для осины. Остальные параметры: $\gamma = 0^\circ$; $\alpha = 45^\circ$; $\varphi = 0^\circ$; $\rho = 1,5$ мм; $K_n = 2,0$, $P_y = 60$ кг для осины и $P_y = 80$ кг для березы.

Экспериментальные зависимости P_x и P_z от диаметра и толщины коры представлены на рис. 3.

Из графика видно, что с увеличением D и h значения P_x и P_z растут по прямолинейной зависимости. Это объясняется тем, что при возрастании D повышается толщина коры, а с ростом h увеличивается усилие, затрачиваемое на надрезание коры.

Влияние типа короснимателя. Мы исследовали различные типы короснимателей (рис. 4) со следующими параметрами: $\gamma = 0^\circ$; $\alpha = 45^\circ$; $\varphi = 0^\circ$; $K_n = 3,0$.

I — простой коросниматель: $\rho = 1,5$ мм и $B = 50$ мм;

II — фасонный коросниматель с переменным радиусом закругления. Радиусы закругления острого лезвия $r = 0,5$ мм и копиру-

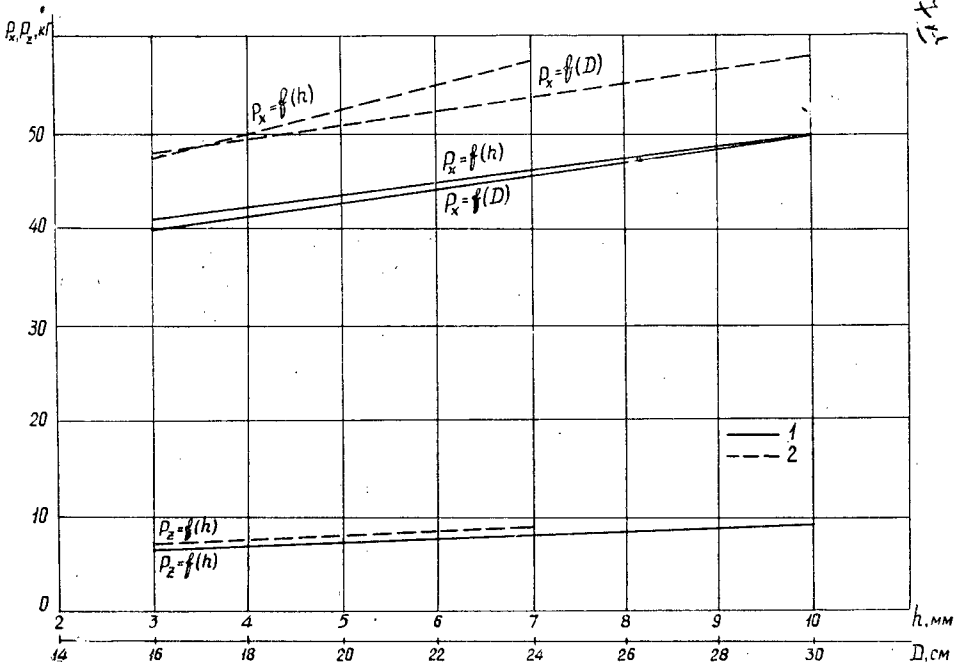


Рис. 3. Влияние толщины коры и диаметра бревен на составляющую P_x и P_z .
1 — осина; 2 — береза.

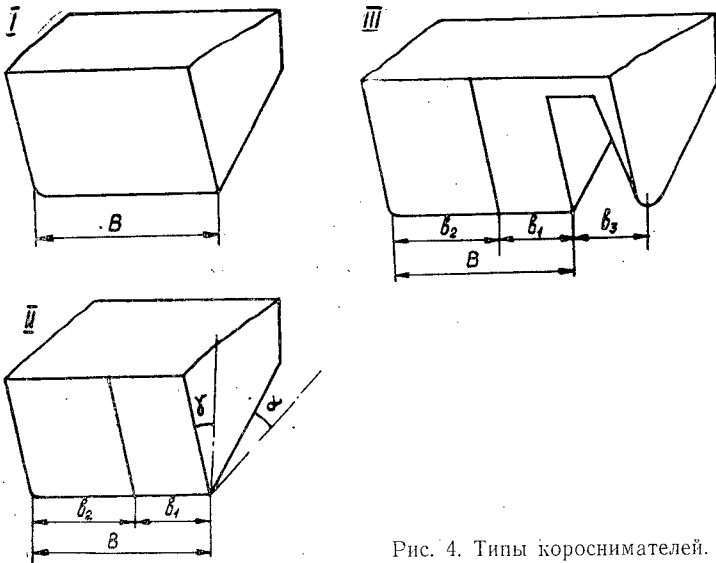


Рис. 4. Типы короснимателей.

ющего: лезвия $R = 1,0; 1,5; 2,0$ и $3,0$ мм. Ширина острого лезвия $b_1 = 20$ мм, а копирующего $b_2 = 30$ мм;

III — фасонные коросниматели с переменными радиусами закругления и подрезающей кромкой $r = 0,5$ мм; $R = 1,0; 1,5; 2,0$ и $3,0$ мм; $b_1 = 20$ мм; $b_2 = 25$ мм; $b_3 = 30$ мм.

Результаты экспериментов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Тип короснимателя	R	Береза		Осина	
		P_x	P_y	P_x	P_y
Простой Фасонные с переменным радиусом закругления		46,5	80	35,9	60
	1,0	—	—	39,1	40
	1,5	—	—	34,8	40
	2,0	—	—	36,5	40
	3,0	—	—	37,1	40
"	1,0	53,1	60,0	51,4	60
	1,5	52,5	60	46,0	60
	2,0	53,7	60	47,6	60
	3,0	53,8	60	51,4	60
	"	1,0	53,3	80	61,9
1,5		48,3	80	54,3	80
2,0		54,7	80	55,1	80
3,0		55,5	80	55,4	80
Фасонные с переменным радиусом закругления и надрезающей кромкой		1,0	53,0	36	—
	1,5	52,5	36	—	—
	2,0	49,8	36	—	—
"	1,0	57,6	54	—	—
	1,5	55,5	54	—	—
	2,0	53,5	54	—	—
	3,0	53,6	54	—	—
	"	1,0	58,6	72	—
1,5		56,7	72	—	—
2,0		61,5	72	—	—
3,0		64,0	72	—	—

Анализ таблицы показывает, что для одинаковых усилий прижима (например, $P_y = 12$ кг/см для осины и $P_y = 16$ кг/см для березы) минимальное усилие окорки P_x наблюдается при работе простым короснимателем с $r = 1,5$ мм. Далее следует фасонный коросниматель с переменным радиусом закругления $r = 0,5$ мм и $R = 1,5$ мм и, наконец, коросниматель с надрезающей кромкой. Рост составляющей P_x объясняется тем, что при работе фасонными короснимателями усилие трения острой кромки $r = 0,5$ мм о древесину выше, чем у простого короснимателя $r = 1,5$ мм. Рост силы P_x у короснимателя с надрезающей кромкой вызывается увеличением силы, затрачиваемой на надрезание коры.

Наилучшее качество окорки наблюдается при работе простым короснимателем $r = 1,5$ мм (для березы и осины) и фасонным короснимателем $r = 0,5$ мм и $R = 1,5$ мм для березы и $r = 0,5$ мм, $R = 2,0$ мм для осины.

Окорку осины короснимателями с надрезающей кромкой проводили без записи составляющих силы окорки. Применение этих короснимателей приводит к отделению коры в форме мелкой стружки, что облегчает

удаление ее из ротора станка. Для березы использование таких короснимателей не дает эффекта, так как надрезание винтовых полос коры хорошо осуществляется боковой режущей кромкой.

Влияние ширины короснимателей. Исследование влияния ширины короснимателя на качество окорки и составляющие силы резания производили при следующих значениях переменного фактора: $B = 25; 35; 45$ и 50 мм. Остальные параметры: $\gamma = 0^\circ$; $\alpha = 45^\circ$; $\varphi = 0^\circ$; $\rho = 1,5$ мм; $K_n = 2,0$; $R_y = 12$ кг/см для осины и $P_y = 16$ кг/см для березы.

Результаты экспериментов представлены на рис. 2.

Полученные зависимости приводят к выводу, что с повышением ширины короснимателя B составляющие силы окорки P_x и P_z растут по прямолинейной зависимости, что вызывается увеличением ширины снимаемой стружки коры и сил трения лезвия о древесину.

Ширина короснимателя в диапазоне 25—50 мм практически не влияет на качество окорки березы и осины при положительных температурах. С целью повышения производительности окорки целесообразнее применять коросниматели шириной 50 мм.

Поступила в редакцию
28 сентября 1964 г.

УДК 536.2 : 634.0.865

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

АНТИФРИКЦИОННЫЕ ТЕПЛОПРОВОДНЫЕ ДРЕВЕСНЫЕ КОМПОЗИЦИИ

В. В. ЯНОВ

Доцент, кандидат технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Один из существенных недостатков цельнопрессованных древесных пластиков при применении их в качестве подшипниковых материалов — низкая теплопроводность ($0,23—0,3 \frac{\text{ккал}}{\text{м час град}}$). Для древесных пластиков она примерно в 300 раз меньше, чем для стали, и в 500—800 раз меньше, чем для меди. Это значит, что вкладыш или втулка практически не могут передать возникшее от трения тепло корпусу подшипника и в окружающую среду.

Низкая теплопроводность древесных пластиков приводит к накоплению тепла, что отрицательно влияет на общее функционирование узла трения и на вязкость смазки. При достижении критической температуры наблюдается резкий рост момента трения, снижение твердости материала и в ряде случаев — деформирование и термическое разложение. Поэтому применение цельнопрессованных древесных пластиков в условиях сухого и граничного трения возможно лишь в области низких скоростей до 1 м/сек и нагрузок до 25 кг/см². Для выяснения условий улучшения теплопередачи цельнопрессованных древесных пластиков на основе древесных отходов нами были проведены эксперименты по введению размельченного металла и графита в пресскомпозицию. В табл. 1 приведены характеристики исследованных пресскомпозиций.

Таблица 1

Порода древесины	Антифрикционные и теплопроводные добавки	Размер частиц добавок, мм	Композиционный состав					
			количество древесных отходов, %	антифрикционные и теплопроводные добавки, %	всего связующего, %	в том числе, % от общего количества связующего		
						смола	отвердитель	катализатор
Сосна с примесью 25—30 % бука	Графит	0,5	69	1	30	87	10	3
	"	0,5	68	2	30	87	10	3
	"	0,5	67	3	30	87	10	3
	"	0,5	66	4	30	87	10	3
	"	0,5	65	5	30	87	10	3
	"	0,5	60	10	30	87	10	3
	Чугун	0,5	50	20	30	87	10	3
	Сталь	0,5	50	20	30	87	10	3
	Алюминий	0,5	50	20	30	87	10	3
	Бронза	Стружка	50	20	30	87	10	3

Примечание. Взята фракция сосны 1 мм, влажность $8 \pm 2\%$.

Прессовочные материалы изготовляли сухо-вальцевым способом. Компоненты (по рецептам, приведенным в табл. 1) смешивали в лабораторной мешалке ЛМ в течение 15 мин. В качестве связующего использовали новолачную фенолоформальдегидную смолу № 18/ТУ МХП № М—1—53) в сухом виде; отвердитель — уротропин, катализатор — известь. Металл и искусственный графит применяли в виде порошка с размером частиц 0,5 мм и в виде стружки различной формы и размеров.

Образцы для исследования антифрикционных и физико-механических свойств материалов изготовляли путем прессования (в компрессионных переносных прессформах) совместно с тепловой обработкой. Навеску пресс-материала засыпали в загрузочную камеру пресс-форм и прессовали по следующему режиму: температура 160° С, удельное давление 300 кг/см², общее время выдержки 10 мин.

Данные о физико-механических свойствах материала образцов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Добавки в пресскомпозиции	Объемный вес, г/см ³	Водопоглощение (по ГОСТу 4650—49), г/дм ²	Маслостойкость, %	Кислотостойкость, %	Предел прочности		Временное сопротивление срезу (по ГОСТу 10044—38), кг/см ²
					на сжатие (по ГОСТу 4651—49), кг/см ²	на статический изгиб (по ГОСТу 4648—56), кг/см ²	
Графит 5%	1,34	0,138	0,053	0,255	1278	424	—
„ 10%	1,35	0,137	0,054*	0,25	1309	354	408
Чугун . . .	3,0	—	1,2	—	1605	648	523
Сталь . . .	3,0	—	0,13	—	—	200	282
Алюминий .	1,3	—	4,4	—	744	—	243
Бронзовая стружка .	2,4	—	0,07	—	1389	200	315



Рис. 1. Микрофотография целлюлознопрессованного древесного пластика с добавкой графита (увеличение в 100 раз).

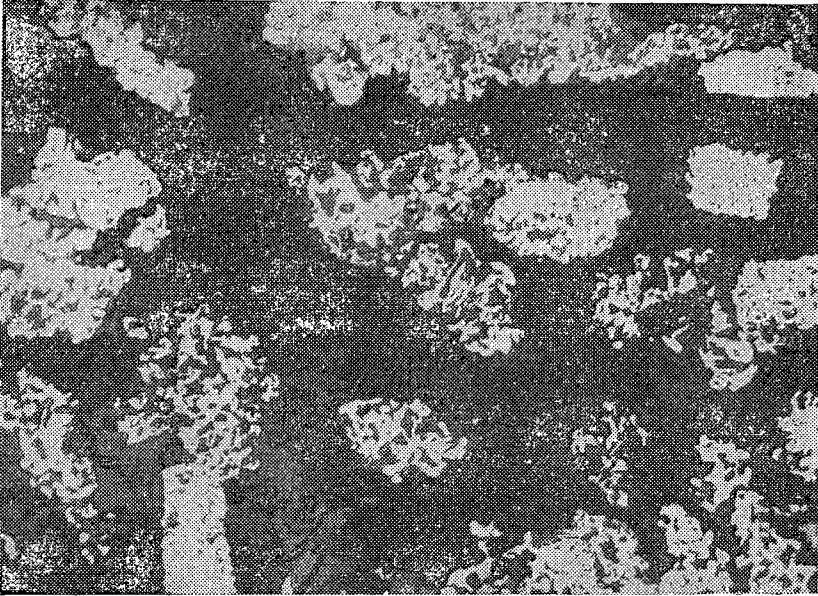


Рис. 2. Микрофотография пластика с добавкой размельченного чугуна (увеличение в 100 раз).

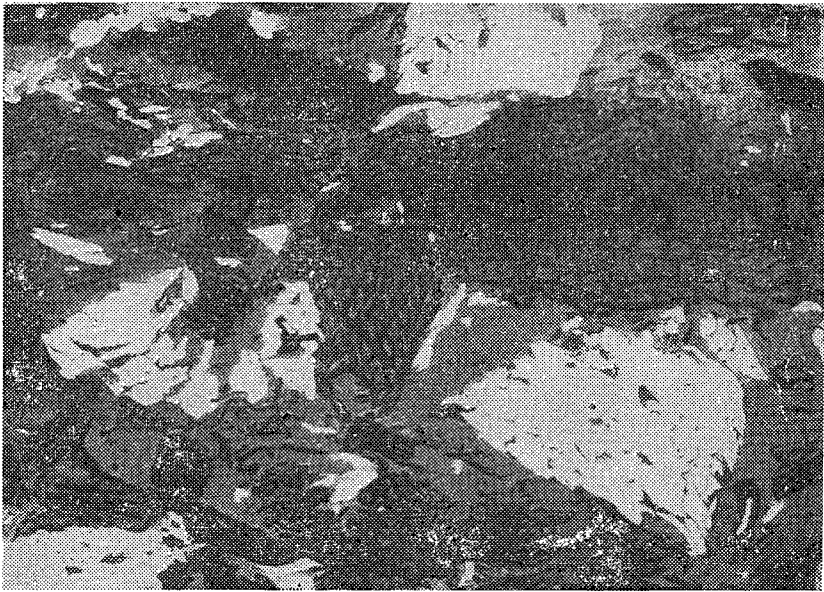


Рис. 3. Микрофотография пластика с добавкой размельченной стали (увеличение в 100 раз).

Для установления характера распределения частиц наполнителя и связующего были произведены микроструктурные исследования материалов в отраженном свете с помощью металлографического микроскопа. На рис. 1 изображен пластик с добавкой искусственного графита. Частицы графита / чередуются с деформированными частицами древе-

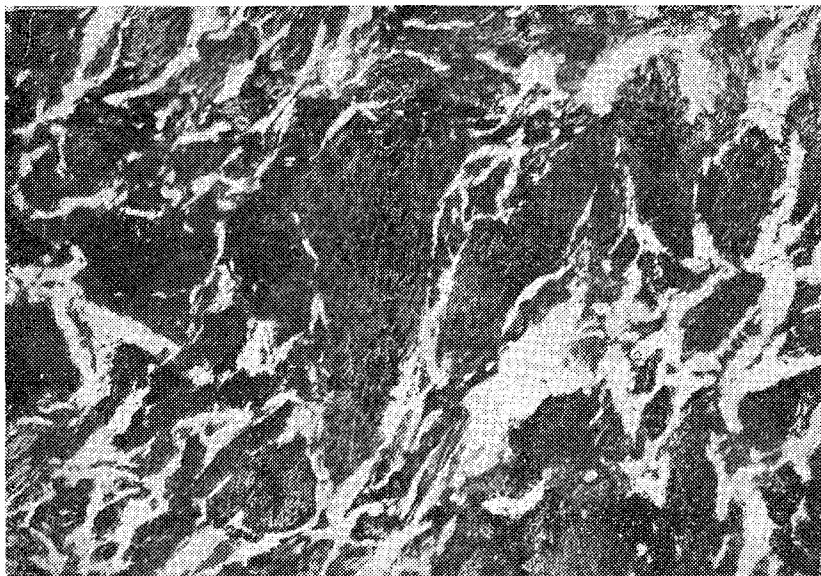


Рис. 4. Микрофотография пластика с добавкой размельченного алюминия (увеличение в 100 раз).

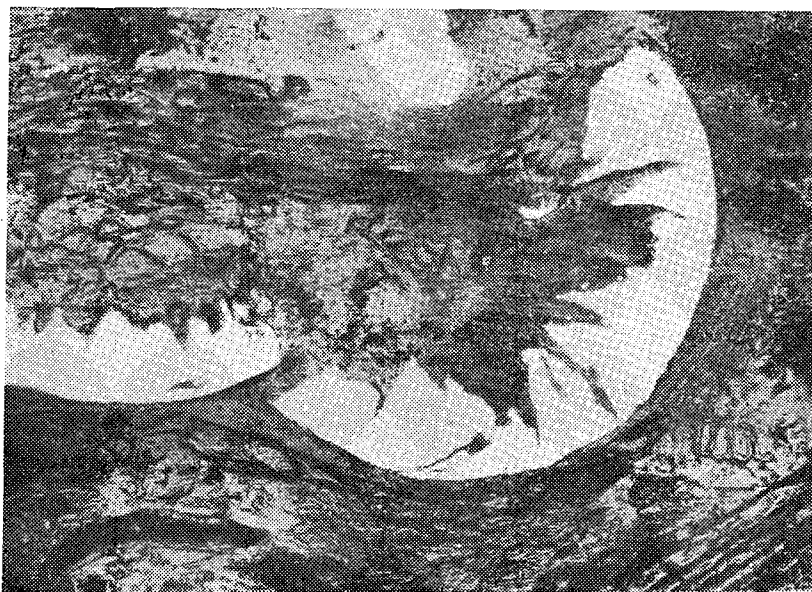


Рис. 5. Микрофотография пластика с добавкой бронзовой стружки (увеличение в 100 раз).

сины и участками затвердевшей смолы. Частицы чугуна на рис. 2 расположены более хаотично и имеют включения смолы внутри отдельных частиц. Сосуды в частичках древесины сжаты и вытянуты в направлении, перпендикулярном прессованию. Частицы стали (рис. 3) расположены реже, а алюминия (рис. 4) вытянуты и ориентированы в

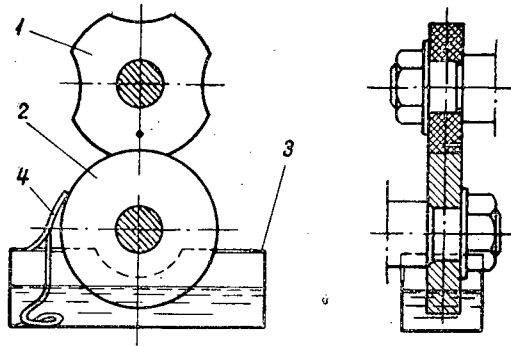


Рис. 6.

направлении, перпендикулярном прессованию. Расположение отдельных частиц бронзовой стружки в образце (рис. 5) неравномерно.

Характер распределения частиц оказывает существенное влияние на теплопроводность материалов. Образцы с регулярным строением (при равномерном распределении частиц; рис. 1, 2, 3, 4) отличаются лучшей теплопроводностью и более низким коэффициентом трения.

Антифрикционные свойства материалов изучали на машине трения типа Амслера (МИ) по схеме ролик — колодка (рис. 6). Испытуемый образец 1 прижимается к ролику 2, устанавливаемому на приводном валу машины. Ролик изготовляли из стали СТ-45 и термически обрабатывали до твердости 48—50 по Роквеллу. Чистота поверхности по 8 классу. Ролик погружали в ванну 3 со смазочным маслом. Количество смазки регулировали ограничителем 4. Пробег ролика за период испытаний 2052 м. В течение всего цикла испытаний фиксировали момент трения и температуру образца. Температуру контролировали хромель — копелевой термопарой, устанавливаемой в центре контактной поверхности образца на расстоянии 1 мм от поверхности трения. Испытания проводили при скорости скольжения 0,57 м/сек и удельном давлении 25 кг/см² при граничной смазке веретенным маслом.

На рис. 7 показан характер стабилизации температуры цельнопрессованных древесных пластиков различных композиций с добавками металла и графита.

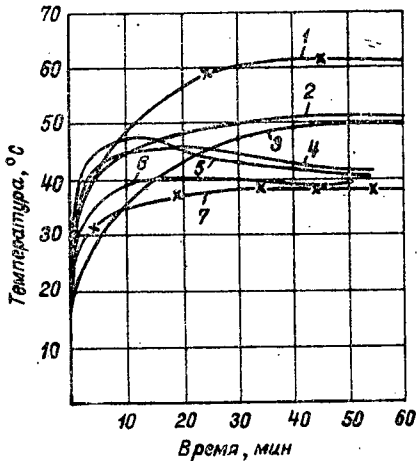


Рис. 7.

1 — образец на основе крупной фракции древесных отходов (проход через сито с размером отверстия 10 мм и остаток на сите с размером отверстия 7 мм) без добавления металла и графита; 2 — образец с бронзовой стружкой; 3 — образец на основе мелкой фракции древесных отходов (проход через сито с размером отверстия 0,5 мм) без добавления металла и графита; 4 — образец с графитом; 5 — с алюминием; 6 — с чугуном; 7 — со сталью.

Как видно из графика, металлонаполненные древесные пластики отличаются значительно улучшенной теплопередачей. Стабилизация температуры в этом случае наступает значительно раньше (через 10—15 мин), чем в композициях без добавок металла и графита (через 40—50 мин). При этом температура трения оказывается значительно ниже. Для образца 1 коэффициент трения f равен 0,076; для образца 2 — 0,101; для 3 — 0,076; для 4 — 0,037; для 5 — 0,09; для 6 — 0,063; для 7 — 0,062.

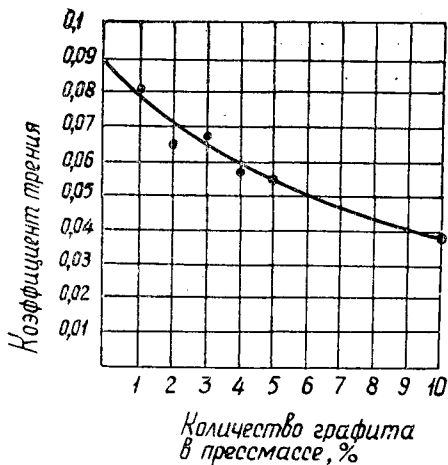


Рис. 8.

Лучшей теплопроводностью обладают пресскомпозиции с добавкой металла в виде порошка с размерами частиц менее 0,5 мм (образцы 6, 7), худшей — пресскомпозиции с добавкой металла в виде стружки (образец 2).

Это объясняется лучшей гомогенизацией смеси и равномерностью структуры готового материала (рис. 2, 3).

Улучшение теплопроводности при условии гомогенной структуры составных частей смеси определяли по Лихтенэккеру по формуле, представленной в виде

$$\lambda_c = \lambda_A^x \cdot \lambda_B^{1-x},$$

где λ_c — искомый коэффициент теплопроводности смеси;

λ_A и λ_B — коэффициенты теплопроводности составных частей А и Б; x и $1-x$ — доли объема составных частей.

Установлено, что введение 10% графита снижает коэффициент трения в 2 раза и контактную температуру трения на 20%. Физико-механические свойства изменяются незначительно. Рис. 8 дает представление о зависимости коэффициента трения от содержания графита в прессмассе.

Выводы

1. Введение в пресскомпозицию на основе древесных отходов размельченного металла и графита улучшает теплопроводность и антифрикционные свойства цельнопрессованных древесных пластиков. При этом снижаются коэффициент трения и контактные температуры, что позволяет увеличить грузоподъемность подшипникового узла.

2. Размер частиц металла в металлонаполненных композициях не должен превышать 0,5 мм.

3. Количество вводимого в прессмассу графита должно быть в пределах 5—10% от общего количества прессмассы.

УДК 674.093.6 — 413.82 : 621.933.6

К РАСЧЕТУ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОДАЧЕ В НАПРАВЛЯЮЩЕМ АППАРАТЕ ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЫ

П. С. КОНОПЛЕВ

Старший преподаватель

Л. П. ПОТЯРКИН

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

В технической литературе [1], [2] отсутствуют данные по расчету усилия сопротивления подаче в направляющем аппарате лесопильной рамы. Обычно это усилие учитывают коэффициентом запаса от силы отжима, от сопротивления движения тележки, от сопротивления давлению верхних подающих вальцов и от сопротивления трению бревна на рольганге. Этот коэффициент запаса никакому расчету не поддается.

При распиловке бревен в лесопильных рамах с позадирамными направляющими аппаратами возникает значительное боковое трение ножей в пропилах, которое заметно повышает нагрузку на посылочный механизм. В результате растут потери посылки от скольжения и увеличивается необходимая мощность на подачу бревна при распиловке. Поэтому расчет сопротивления подаче от трения ножей в пропилах имеет большое практическое значение.

Трение ножей направляющего аппарата в пропилах вызывается усилиями, возникающими при свертывании бревна в процессе распиловки, и усилиями давления боковых досок и горбылей. Свертывание может произойти при распиловке бревен, имеющих неправильную форму поверхности, когда имеет место эксцентриситет и возникает парасил (рис. 1) при нецентральной заправке бревна по поставу пил и при применении несимметричных поставов (по расположению, размерам пил и по качеству подготовки их). Свертывание вызывает усилия прижима от верхних подающих вальцов, усилия резания и вес бревна. От свертывания бревно удерживают ножи направляющего аппарата, зажимная тележка, рамные пилы и трение между бревном и подающими вальцами.

Усилия, действующие на направляющий аппарат при свертывании бревна, имеют максимальные значения при распиловке бревен и брусьев вершиной вперед, когда комлевая часть бревна допиливается при разжатых зажимах впередирамной тележки. Эти усилия в зависимости от диаметра бревна, числа и толщины пил, от числа оборотов коленчатого вала лесопильной рамы и посылки изменяются в больших пределах и могут достигать значительной величины. При расчете сопротивления трению в направляющем аппарате усилиями свертывания от веса

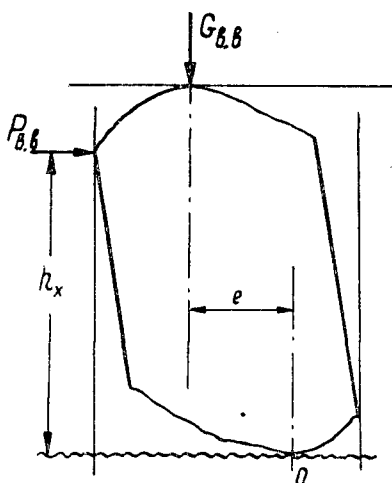


Рис. 1. Схема расчета свертывающих усилий в направляющем аппарате от прижима верхних подающих валцов.

бревна, сопротивлением свертыванию от рамных пил и трением между бревном и подающими валцами можно пренебречь, так как эти усилия малы по сравнению с давлением верхних подающих валцов и сопротивлением резанию; кроме того, они уравновешивают друг друга. При расчете исключается и применение несимметричных поставов, которые не должны иметь места в практике эксплуатации лесопильных рам.

Таким образом, усилия сопротивления подаче в направляющем аппарате можно определить с достаточной точностью по усилиям давления от верхних подающих валцов, усилиям сопротивления резанию и давлению от боковых досок и горбылей.

Свертывающие усилия, возникающие от давления верхних подающих валцов, определяют из равенства крутящих моментов относительно точки O (рис. 1)

$$P_{в.в} \cdot h_x = m \cdot G_{в.в} \cdot e;$$

отсюда

$$P_{в.в} = \frac{m \cdot G_{в.в} \cdot e}{h_x}, \quad (1)$$

где $P_{в.в}$ — сила, действующая на ножи от давления верхних подающих валцов, $кГ$;

m — количество верхних валцов, действующих на бревно в рассчитываемый момент;

$G_{в.в}$ — сила прижима одного вальца, включая усилия прижима от пневмо-гидроцилиндров, $кГ$;

h_x, e — соответственно плечи сил $P_{в.в}$ и $G_{в.в}$.

Величину h_x определяют по выражению

$$h_x = D - \frac{D - h_k}{2}, \quad (2)$$

где D — диаметр бревна в комле;

h_k — ширина пласти бруса в комле;

но

$$D = d + l \cdot s; \quad (3)$$

$$h_k = \sqrt{D^2 - a^2}, \quad (4)$$

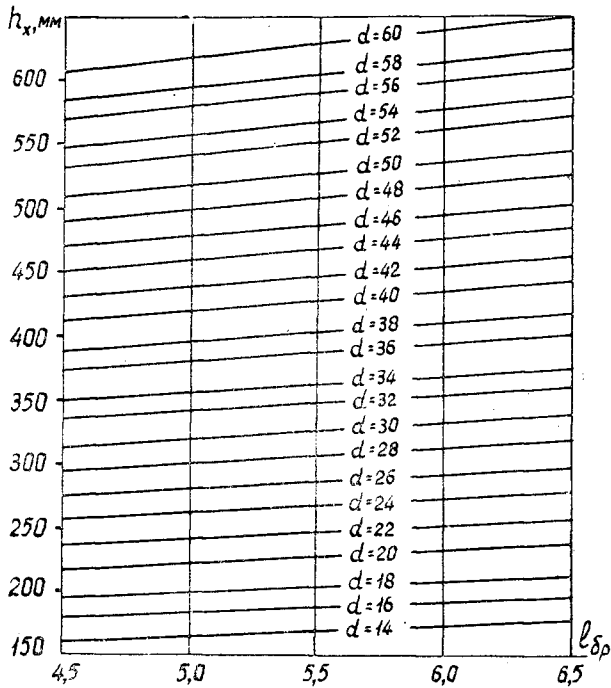


Рис. 2. Номограмма для определения точки приложения свертывающих усилий.

где d — диаметр бревна в вершине, см;
 l — длина бревна, м;
 s — средний сбеги бревна, см/м [3];
 a — толщина бруса с припуском на усушку, см.

Подставляя выражения (3) и (4) в равенство (2), после преобразований получим

$$h_x = \frac{(d + ls) + \sqrt{(d + ls)^2 - a^2}}{2}. \quad (5)$$

По номограмме (рис. 2) можно определить h_x при различных длинах и диаметрах бревна с учетом среднего сбега [3] и для оптимальной толщины бруса ($a = 0,707 d$). Аналогичные номограммы можно легко составить и для других размеров брусков. При расчете величину h_x необходимо брать с учетом конструктивных размеров ножей.

Действующие на ножи свертывающие усилия от давления верхних подающих валцов будут максимальными в том случае, когда эксцентриситет e равен поставу ножей; если точка свертывания O выйдет за постав ножей, то тонкая кромка боковой доски будет смята, и свертывание будет происходить в точке O , лежащей в плоскости ножа. При этом величина постав ножей может быть принята равной толщине бруса a . Отсюда

$$P_{в. в} = \frac{m \cdot G_{в. в} \cdot a}{h_x}. \quad (6)$$

Аналогичные рассуждения о точке свертывания справедливы и при определении свертывающих усилий от действия сил резания. Для этого

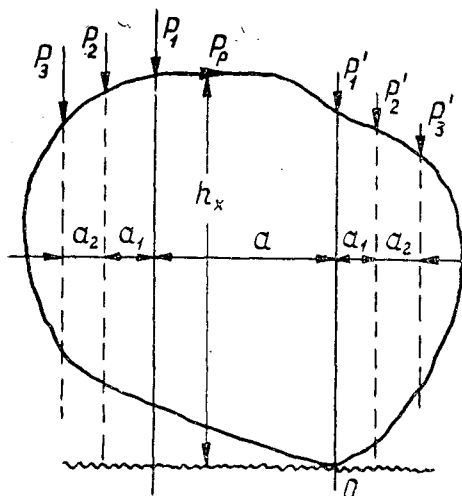


Рис. 3. Схема расчета свертывающих усилий в направляющем аппарате от сил резания.

берем сумму моментов свертывающих усилий относительно точки O (рис. 3).

$$P_1 a + P_2 (a + a_1) + P_3 (a + a_1 + a_2) - P'_2 a_1 - P'_3 (a_1 + a_2) - P_p h_x = 0.$$

При применении симметричных поставов с достаточной точностью можно считать, что $P_1 = P'_1$; $P_2 = P'_2$ и $P_3 = P'_3$.

Поэтому после преобразования имеем

$$P_1 a + P_2 a + P_3 a - P_p h_x = 0.$$

Отсюда

$$P_p = \frac{a(P_1 + P_2 + P_3)}{h_x}, \tag{7}$$

где a — толщина бруса с припусками на усушку, мм;
 h_x — плечо сил P_p (мм). Определяют по выражению (5) или по номограмме (рис. 2);

P_1, P_2, P_3 — силы резания каждой из пил по одну сторону от центра постава.

Так как $P_1 = P'_1, P_2 = P'_2, P_3 = P'_3$, то сумма $P_1 + P_2 + P_3$ есть половина суммарной силы резания P_{\perp} .

Поэтому

$$P_p = \frac{a P_{\perp}}{2 h_x}. \tag{8}$$

Рассматривая боковую доску как балку, заделанную одним концом, имеем

$$f = \frac{P_p l^3}{3EI}, \tag{9}$$

где f — стрела прогиба;
 P_p — сила действия доски на нож, кг;
 EI — жесткость доски на изгиб;
 l — длина деформируемого конца доски (рис. 4);

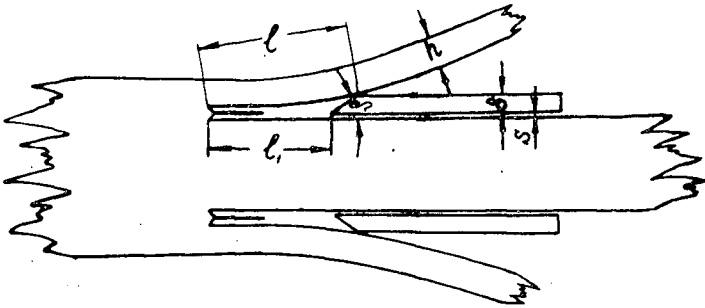


Рис. 4. Схема расчета бокового давления досок на нож направляющего аппарата.

$$l = l_1 + \frac{\delta}{\operatorname{tg} \rho},$$

здесь l_1 — расстояние от пил до ножей;
 ρ — угол заострения ножей.

Из выражения (9) имеем

$$P_d = \frac{3fEI}{l^3}. \quad (10)$$

Значение P_d должно быть подсчитано для всех досок и горбылей, находящихся по одну сторону постава ножей.

При этом

$$f = \delta + S - z\Pi, \quad (11)$$

где δ — толщина ножа, см;
 S — зазор между брусом и ножом, см;
 z — число пропилов;
 Π — ширина пропила, см.

Общее сопротивление трению в направляющем аппарате равняется произведению усилий свертывания (от прижима вальцов, усилий резания и давления боковых досок) на коэффициент трения древесины по плоскости ножа f_0 .

Таким образом,

$$P_{\text{напр}} = f_0 (P_{\text{в.в}} + P_p + 2P_d). \quad (12)$$

Подставив в равенство (12) значения $P_{\text{в.в}}$, P_p и P_d из выражений (6), (8) и (10), имеем

$$P_{\text{напр}} = f_0 \left(\frac{mG_{\text{в.в}} a}{h_x} + \frac{aP_{\perp}}{2h_x} + \frac{6f \cdot EI}{l^3} \right). \quad (13)$$

Величину усилий подачи за рабочий ход определяют по известному выражению [1]

$$P_{\text{п.р}} = f(2m_{\text{в}}G_{\text{в.в}} + qG_{\text{бр}} + P_{\perp}), \quad (14)$$

где f — коэффициент сцепления бревна с вальцами, равный 0,5—0,7;
 q — коэффициент, учитывающий положение бревна в вальцах, равный 0,4—1,0.

При малых диаметрах бревен величина сопротивления подаче при изменении расстояния от пилы до направляющих ножей и толщины пил меняется незначительно. С увеличением диаметра бревен величина этих усилий при изменении названных параметров может достигать значительных размеров (до 50% от усилия подачи).

Нормальными условиями работы лесопильных рам с позадирамными направляющими устройствами можно считать такие, при которых сопротивление подаче в направляющих аппаратах не превышает 10—15% от усилий подачи за рабочий ход. Поэтому при применении направляющих ножей толщиной 18—22 мм расстояние от пил до направляющих следует брать не менее 400 мм при распиловке бревен диаметром 14—24 см, не менее 600 мм при диаметре бревен 26—46 см и не менее 700—800 мм при диаметре более 46 см. Необходимо также учитывать, что на величину усилий сопротивления подаче в направляющих аппаратах значительное влияние оказывает толщина досок за поставом ножей, поэтому толщину не следует брать более 32 мм. При соблюдении этих условий величину усилий сопротивления подаче в направляющих аппаратах лесопильных рам ($P_{\text{напр}}$) с достаточной точностью можно определить по величине усилий подачи за рабочий ход: для диаметров 14—24 см $P_{\text{напр}} = (0,1—0,13) P_{\text{п.р}}$; для 26—46 см $P_{\text{напр}} = (0,12—0,14) P_{\text{п.р}}$; для диаметра более 46 см $P_{\text{напр}} = (0,13—0,15) P_{\text{п.р}}$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. С. Афанасьев. Конструкции деревообрабатывающих станков. Машгиз, 1960. [2]. Ф. М. Манжос. Деревообрабатывающие станки. ГЛБИ, 1963. [3]. Г. Г. Титков. Краткое руководство по составлению и расчету поставов. ГЛБИ, 1955.

Поступила в редакцию
21 мая 1966 г.

УДК 674.038.6 : 621.9—412

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА БЕРЕЗОВЫХ НЕОБРЕЗНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ВЫХОД ЗАГОТОВОК ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ИХ ВЫРАБОТКИ

С. Н. РЫКУНИН

Аспирант

(Московский лесотехнический институт)

Выход заготовок из досок, внешняя пласть которых находится на расстоянии a от центра бревна, может быть представлен выражением

$$V_3 = V_{н.д} K_n K_\phi K_y K_p K_o K_k, \quad (1)$$

где V_3 — объем заготовок;
 $V_{н.д}$ — объем необрезной доски;
 K_n — коэффициент, учитывающий отходы в обзолную рейку;
 K_ϕ — коэффициент, учитывающий степень использования сбеговой зоны и влияние отклонений формы сырья от расчетной;
 K_y — коэффициент, учитывающий потери на усушку;
 K_p — коэффициент, учитывающий отходы, возникающие из-за несоответствия размеров пиломатериалов размерам заготовок;
 K_o — коэффициент, учитывающий отходы в опилки;
 K_k — коэффициент, учитывающий отходы, возникающие из-за несоответствия качества пиломатериалов качеству заготовок.

Объем необрезной доски можно определить обычным способом, коэффициент K_n — по данному П. П. Аксеновым [1] графику, коэффициент K_p , учитывающий ширину реек, получающихся из-за некратности досок и заготовок по ширине, — по приведенной В. М. Сытенковым [2] формуле

$$b_p = 0,5x, \quad (2)$$

где b_p — ширина рейки;
 x — градация ширин заготовок.

Имея значение b_p , нетрудно вычислить K_p . Коэффициент K_ϕ можно определить экспериментальным путем.

При выработке заготовок брускового типа

$$K_\phi = \frac{V_{отр}}{V_{тр.р}}, \quad (3)$$

где $V_{отр}$ — сумма объемов получаемых прямоугольных отрезков;
 $V_{тр.р}$ — расчетный объем доски трапецидального вида.

Коэффициент K_k также можно определить экспериментальным путем

$$K_k = \frac{V_3}{V_3 + V_{\text{отх.к}}}, \quad (4)$$

где $V_{\text{отх.к}}$ — объем отходов, вызванных несоответствием качества пиломатериалов качеству заготовок.

При выработке заготовок существенная доля отходов возникает из-за несоответствия качества пиломатериалов качеству заготовок ($V_{\text{отх.к}}$). Вместе с пороками ($V_{\text{пор}}$) в отходы попадает и годная древесина ($V_{\text{пор.год}}$), то есть

$$V_{\text{отх.к}} = V_{\text{пор}} + V_{\text{пор.год}}$$

Объем потерь годной древесины зависит в основном от качества пиломатериалов, способа их раскроя и типоразмеров получаемых заготовок.

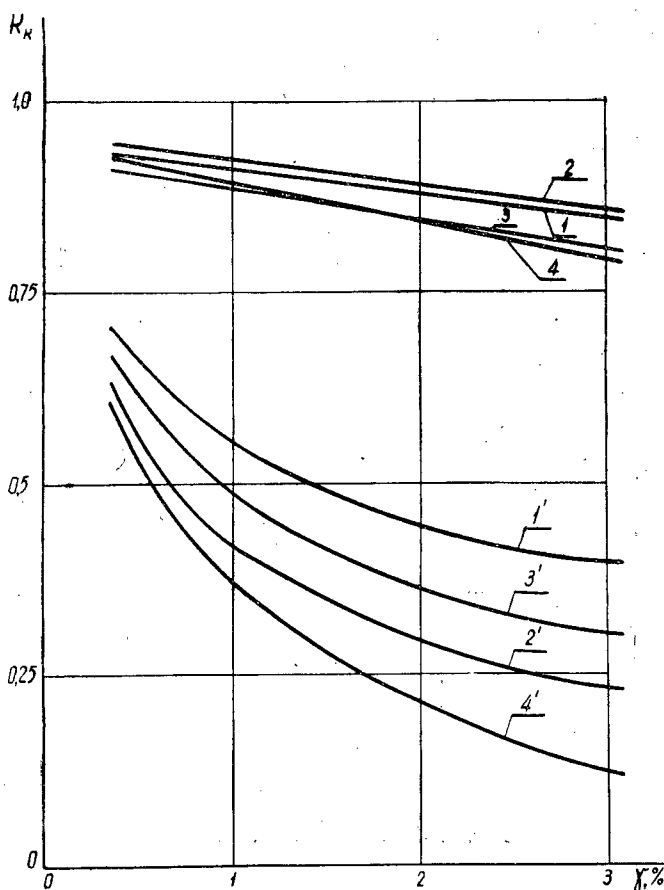


Рис. 1.

1 — целые заготовки шириной b 60 мм, длиной l 1000 мм и для склеивания по длине; 1' — b — 60 мм, l — 1000 мм; 2 — b — 60 мм, l — 1600 мм и для склеивания по длине; 2' — b — 60 мм, l — 1600 мм; 3 — b — 80 мм; l — 1000 мм и для склеивания по длине; 3' — b — 80 мм, l — 1000 мм; 4 — b — 80 мм, l — 1600 мм и для склеивания по длине; 4' — b — 80 мм, l — 1600 мм.

Величина $\frac{V_{\text{пор}}}{V_{\text{н. д}}} 100\% = \frac{F_{\text{пор}}}{F_{\text{пласть}}} 100\% = \gamma$ может служить достаточно точным показателем для характеристики качества пиломатериалов.

Для определения значений K_k в зависимости от γ доски паспорттизировали на листах миллиметровки с нанесением контура пласти доски и всех пороков. По паспортам проводили условный раскрой досок поперечно-продольным и продольно-поперечным способами. При раскросе по каждому варианту отбирали один типоразмер заготовок; короткие заготовки, получающиеся из-за наличия в пиломатериалах недопускаемых пороков, предназначались для склеивания по длине. Минимальная длина заготовок для склеивания составляла 250 мм. При поперечно-продольном способе доски раскраивали на отрезки одинаковой длины с последующим продольным раскросом их на заготовки; при продольно-поперечном способе пропилены (резы) шли параллельно оси досок.

Согласно ГОСТу 7897—62 заготовки, в зависимости от величины и характера допускаемых пороков, по качеству делятся на две группы. Значения коэффициента K_k , полученные при поперечно-продольном способе раскроса пиломатериалов для заготовок первой группы, представлены на рис. 1, для второй группы — на рис. 2. Коэффициенты K_k ,

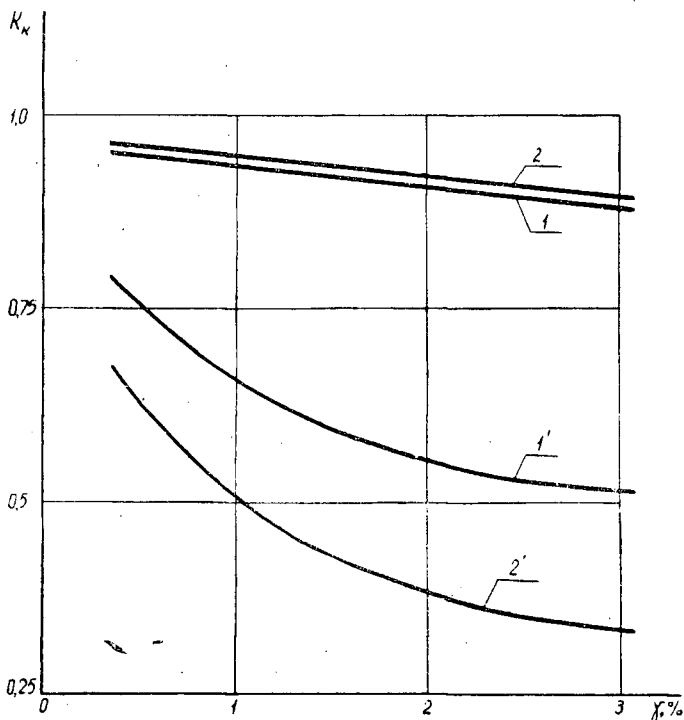


Рис. 2. Обозначения см. на рис. 1.

полученные при продольно-поперечном (б) и поперечно-продольном (а) способах раскроса для заготовок первой группы, представлены на рис. 3.

Опытные данные выравнены способом наименьших квадратов. Зависимость значений K_k от удельного веса недопускаемых пороков на пласти доски выражается следующими уравнениями:

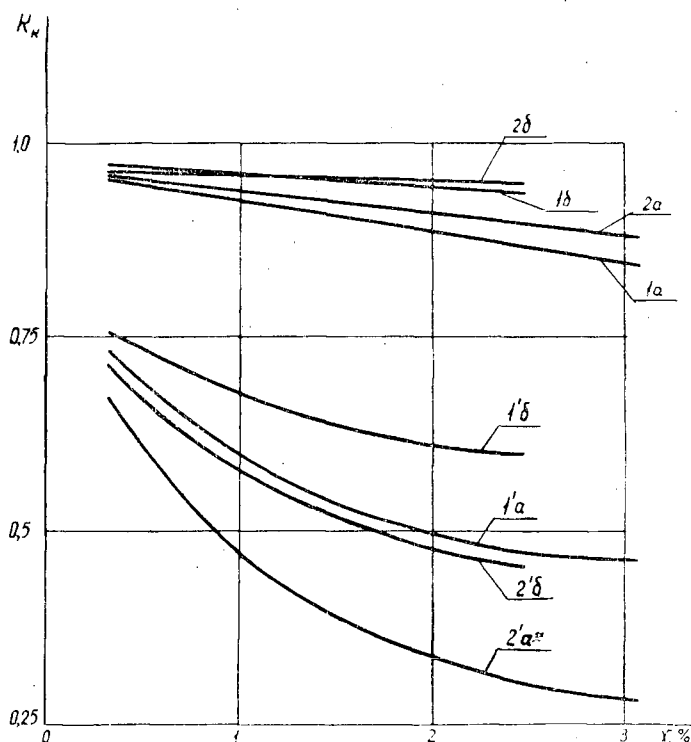


Рис. 3.

1а, 1б — целые заготовки шириной $b = 40$ мм, длиной $l = 1000$ мм и для склеивания по длине; 1'а, 1'б — $b = 40$ мм, $l = 1000$ мм, 2а, 2б — $b = 40$ мм, $l = 1600$ мм и для склеивания по длине; 2'а, 2'б — $b = 40$ мм, $l = 1600$ мм.

$K_k = \frac{a}{\gamma} + b$ — при выработке заготовок основного типоразмера;

$K_k = b - a\gamma$ — при выработке целых заготовок и для склеивания их по длине.

С увеличением длины заготовок значения K_k уменьшаются, с возрастанием ширины заготовок для первой группы величины K_k уменьшаются, для второй — увеличиваются. Корреляционное отношение η изменяется в пределах 0,57—0,73, а величина, получаемая от деления этого отношения на его ошибку, во всех случаях больше 4.

При раскрое пиломатериалов поперечно-продольным способом с вырезкой основной массы пороков после продольного раскроя, получают кроме кондиционных и некондиционные заготовки, которые повторно разделяют на заготовки короткие целые и для склеивания по длине.

Один из показателей, который характеризует партию некондиционных заготовок, — средняя длина бездефектных участков. Оказалось, что с увеличением γ до определенного предела эта длина практически остается неизменной. Так, при раскрое пиломатериалов (с площадью недопустимых пороков на пластах до 3%) на отрезки длиной 1000—1600 мм и при получении заготовок шириной 40—60 мм средняя длина бездефектных участков некондиционных заготовок остается

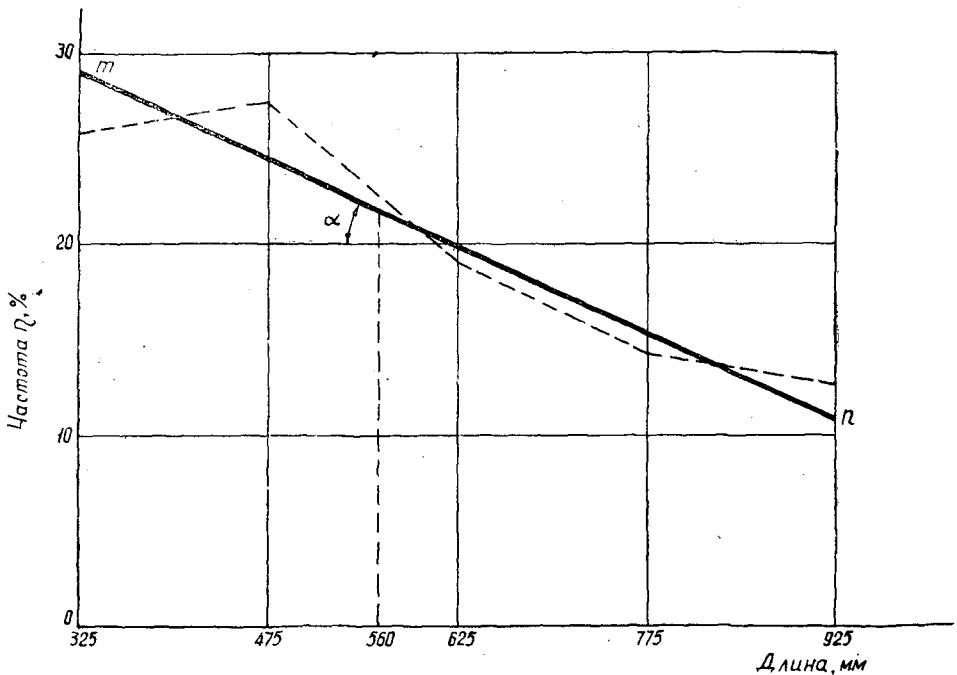


Рис. 4.

постоянной; при ширине заготовок 80 мм средняя длина постоянна в несколько меньшем интервале.

Если бы бездефектных участков всех длин было одинаковое количество, то средняя длина имела бы вид

$$l_{p. \text{cp}} = \frac{l_{\text{max}} + l_{\text{min}}}{2}, \quad (5)$$

где $l_{p. \text{cp}}$ — расчетная средняя длина бездефектных участков;
 l_{min} — минимальная » » »
 l_{max} — максимальная » » »

Однако опытная средняя длина бездефектных участков меньше расчетной. На рис. 4 в качестве примера представлено распределение бездефектных участков некондиционных заготовок по длине, полученных при выработке первой группы заготовок длиной 1000 мм и шириной 60 мм. Распределение может характеризоваться прямой m с углом наклона α

$$\text{tg} \alpha = \frac{200 (l_{p. \text{cp}} - l_{o. \text{cp}})}{n (l_{o. \text{cp}} - l_{\text{min}}) (2l_{p. \text{cp}} - l_{o. \text{cp}} - l_{\text{min}})}, \quad (6)$$

где $l_{o. \text{cp}}$ — опытная средняя длина бездефектных участков;
 n — количество классов.

Таким образом, имея значение опытной средней длины бездефектных участков, можно определить частоту встречаемости тех или иных длин.

Применив формулу (1) для определения выхода заготовок из необрезных пиломатериалов, можно сравнить два способа раскряя —

поперечно-продольный и продольно-поперечный. При первом способе значения K_f больше, K_p — немного больше, а K_k меньше или равны соответствующим коэффициентам при втором способе раскря. Общий выход заготовок зависит от того, как изменяются значения этих коэффициентов.

Сопоставление выходов заготовок было проведено на пиломатериалах, выпиленных из бревен диаметром 24 см и длиной 5 м с количеством наружных сучков от 1 до 10 на каждое бревно. Кривизна бревен, из которых выпиливали пиломатериалы, не превышала 0,5%. В результате опытов при выработке целых заготовок шириной 60 и 80 мм продольно-поперечным способом получилось незначительное возрастание значений K_k при получении заготовок шириной 40 мм (рис. 3) — существенное увеличение K_k .

Таблица 1

Площадь пороков на пласти т. %	Длина заготовок 1000 мм		Длина заготовок 1600 мм	
	общий выход заготовок, %	выход целых заготовок, %	общий выход заготовок, %	выход целых заготовок, %
0,65	95,5	102,2	96,5	110,0
1,55	97,8	112,8	98,0	131,0
2,45	100,0	119,2	100,0	149,1

Примечание. В таблице приведен выход заготовок, получаемых продольно-поперечным способом, в процентах от выхода поперечно-продольным способом.

В табл. 1 приведен выход заготовок шириной 40 мм. При продольно-поперечном способе общий выход заготовок несколько меньше, чем при поперечно-продольном. Однако следует учесть, что при втором способе потребуются большие припуски при раскря пиломатериалов по длине и разница в общем выходе заготовок будет несущественна. Кроме того, при продольно-поперечном способе средняя длина заготовок для склеивания больше.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. П. Аксенов. Технология пиломатериалов. Гослесбумиздат, 1963, стр. 142.
 [2]. В. М. Сытенков. Влияние размеров необрезных пиломатериалов на выход заготовок. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1963.

Поступила в редакцию
27 августа 1966 г.

УДК 674.023

О СИЛАХ «ОТЖИМА» В СВЯЗИ С ЗАТУПЛЕНИЕМ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Т. А. НОСОВСКИЙ

Старший преподаватель

(Львовский лесотехнический институт)

Взаимодействие режущих инструментов с обрабатываемой древесиной в процессе резания проявляется, как известно, в возникновении касательных усилий (резания) и нормальных усилий («отжима»), определяющих величину потребной мощности на резание и на подачу.

Проведенные нами ранее опыты [2] показали, что усилия резания резко возрастают по мере затупления резцов. Была определена также степень влияния основных режимных факторов процесса резания на этот рост.

Цель настоящей работы — определить, наряду с величиной и изменением усилий резания, величину и изменение усилий отжима при резании резцами с различной степенью затупления. Опыты проводили в лаборатории кафедры станков и инструментов на экспериментальной установке, позволяющей производить элементарное резание со скоростью 1,35 м/мин. Измерительная аппаратура позволяла одновременно регистрировать на пленке как усилия резания, так и отжима.

Опыты проводили при резании бука и ели вдоль и поперек волокон. Влажность опытных образцов находилась в пределах 8—10%.

Толщина снимаемого слоя $h = 0,05; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5$ мм. Угол заострения $\beta = 35^\circ$. Угол резания $\delta = 45; 60; 75^\circ$. Материал резцов — сталь 85ХФ. Твердость стали резцов по Роквеллу $R_c = 46 \div 48$. Радиус затупления $\rho = 8 \div 10; 26; 55; 74$ мк. Его определяли по фотоснимкам режущей части резцов, выполненных на свинцовых слепках путем фотографирования через микроскоп микрофотокамерой МФК-2.

Данные наблюдений обрабатывали методом вариационной статистики. Показатель точности находился в пределах 5%.

Проведенные исследования подтвердили полученный нами ранее [2] характер зависимостей силы резания P от степени затупления резцов.

Опыты показали (рис. 1, 2, 3), что сила отжима резко зависит от степени затупления резцов. Чем больше степень затупления, тем больше сила R . При резании бука вдоль и поперек волокон, а также при резании ели по мере затупления резцов сила отжима изменяется в значительно большей степени, чем сила резания.

Вместе с тем сила отжима существенно меняется с изменением толщины стружки. Из рис. 1 и 3 видно, что при определенных условиях эта сила принимает отрицательное значение, то есть переходит в силу затягивания. Необходимое условие для этого — незначительная степень затупления резцов и значительная толщина стружки.

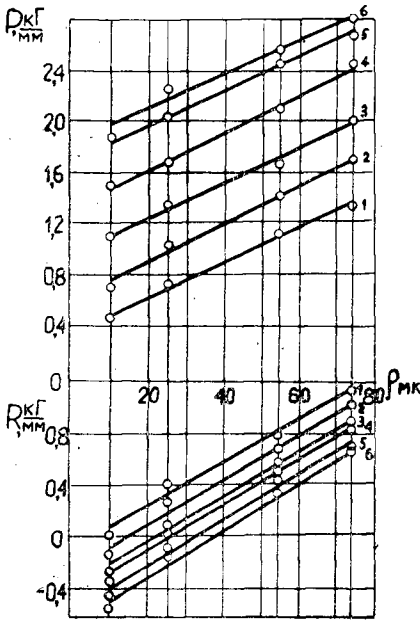


Рис. 1. Зависимость усилий резания P и сил отжима R от степени затупления резцов при резании бука вдоль волокон.

$\delta = 45^\circ$; 1 - $h = 0,05$ мм; 2 - $h = 0,1$; 3 - $h = 0,2$; 4 - $h = 0,3$; 5 - $h = 0,4$; 6 - $h = 0,5$ мм.

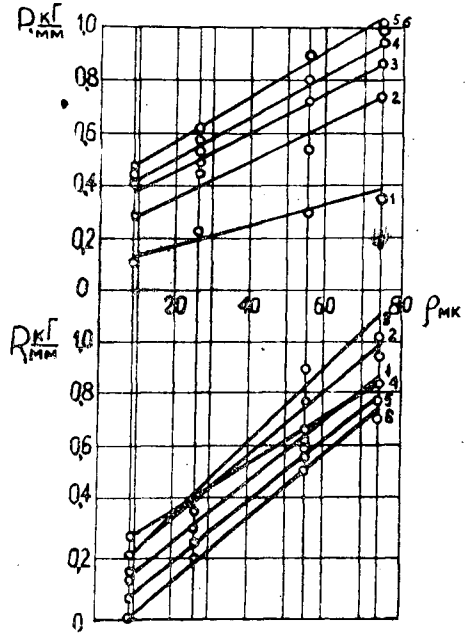


Рис. 2. Зависимость усилий резания P и сил отжима R от степени затупления резцов при резании ели вдоль волокон. Обозначения см. на рис. 1.

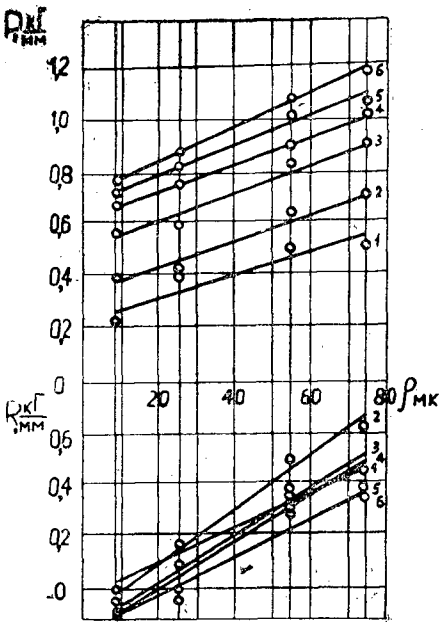


Рис. 3. Зависимость усилий резания P и сил отжима R от степени затупления резцов при резании бука поперек волокон. Обозначения см. на рис. 1.

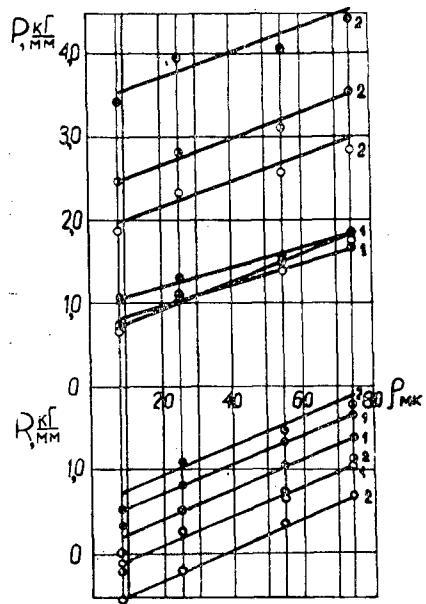


Рис. 4. Зависимость усилий резания P и сил отжима R от степени затупления резцов и углов резания при резании бука вдоль волокон.

1 - $h = 0,1$ мм, $\delta = 60^\circ$; 2 - $h = 0,5$ мм, $\delta = 75^\circ$.

Характер связи силы отжима с толщиной стружки зависит от свойств обрабатываемого материала и направления резания по отношению к направлению волокон. Так, если при резании бука вдоль волокон толщина стружки не изменяет характера зависимостей сил отжима от степени затупления резцов, то при резании ели и бука поперек волокон изменение толщины стружки приводит к изменению степени возрастания сил отжима. Поскольку отмеченные факторы влияют на вид стружкообразования, то отсюда следует, что характер зависимостей сил отжима определяется также видом стружкообразования.

Определенное влияние на величину сил отжима оказывает упругость древесины. Чем больше величина упругого воздействия плоскости обработки на движущийся резец, тем больше при прочих равных условиях сила отжима. В этом отношении можно предположить, что упругое воздействие плоскости обработки при резании вдоль волокон у ели больше, чем у бука. Подтверждением этому может служить то, что в области малых толщин стружки (рис. 1 и 2) усилия отжима при резании ели имеют примерно такую же величину, как и при резании бука, хотя известно, что бук характеризуется более высокими механическими показателями, чем ель.

Прочностные показатели, свойственные снимаемой стружке, сказываются также на изменении сил отжима. Эти показатели выше у бука, что, несомненно, приводит к большему воздействию стружки на резец. Этим и можно, по нашему мнению, объяснить наличие значительных сил затягивания (при увеличении толщины стружки) у бука и отсутствие их у ели.

Опыты показали, что изменение сил отжима при поперечном резании бука (рис. 3), имея одинаковый характер закономерностей с силами отжима при продольном резании, по абсолютной величине значительно меньше последних. Относительное изменение их в связи с затуплением резца при прочих равных условиях значительно больше, чем изменение сил резания. Таким образом, при учете влияния степени затупления режущего инструмента на процесс резания недостаточно исходить только из того, насколько степень затупления резцов увеличивает мощность резания. Необходимо учитывать также и влияние степени затупления на изменение сил отжима, определяющих в конечном счете вместе с другими факторами производительность процесса.

Исследования показали, что при снятии небольших толщин стружек по мере затупления резцов силы отжима могут превышать усилия резания. Следовательно, рекомендуемый для практики коэффициент m ($m = \frac{R}{P}$) может быть меньше и больше единицы и иметь как положительный, так и отрицательный знак.

Опыты (рис. 4, 5 и 6) подтвердили также существенное влияние углов резания на изменение сил отжима.

Независимо от породы древесины и направления резания по отношению к направлению волокон силы отжима возрастают с увеличением углов резания. Степень этого возрастания зависит от толщины стружки и степени затупления резцов. Чем меньше толщина стружки и больше степень затупления резцов, тем меньше возрастают силы отжима с увеличением углов резания. Аналогичная картина имеет место при изменении сил резания с изменением углов резания. Это обстоятельство объясняется недостаточным воздействием снимаемой стружки (ввиду малости ее толщины) на переднюю грань резца.

Относительный рост сил отжима как и сил резания с увеличением углов резания уменьшается по мере затупления резцов. Поэтому при

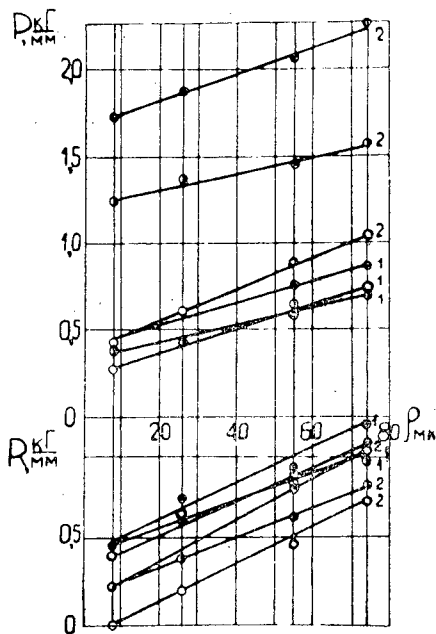


Рис. 5. Зависимость усилий резания P и сил отжима R от степени затупления резцов и углов резания при резании ели вдоль волокон. Обозначения см. на рис. 4.

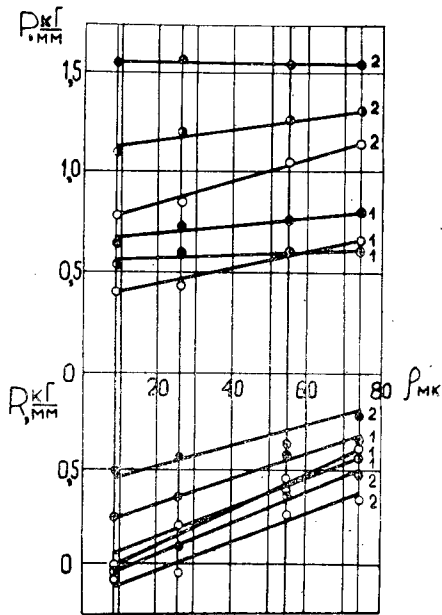


Рис. 6. Зависимость усилий резания P и сил отжима R от степени затупления резцов и углов резания при резании бука поперек волокон. Обозначения см. на рис. 4.

работе на больших углах резания неизбежное затупление режущего инструмента потребует относительно меньшего прироста мощности резания и мощности на подачу, чем при работе инструментом, характеризующимся меньшими углами резания.

Опыты показывают, например, что если при резании ели вдоль волокон резами с углом резания 45° и степенью затупления, соответствующей $\rho = 50 \text{ мк}$, при $h = 0,5 \text{ мм}$ сила отжима возросла в 4,8 раза, то при этих же условиях и угле резания 75° она увеличилась лишь в 2 раза (рис. 5).

Наблюдения за процессом поперечного резания еще раз подтвердили значительное влияние степени затупления резцов на качество обработки. В этом случае резко снижается диапазон сливных стружек. При увеличении углов резания получить сливную стружку практически весьма трудно. При возрастании угла резания до 75° фактически не происходит резания. Оно как бы заменяется сдвигом оторванных элементов. Поверхность обработки получается в виде сплошных вырывов. В этих условиях степень затупления резцов значительно меньше влияет на изменение сил резания и отжима (рис. 6). Практически получается, что в условиях, когда сопротивляемость древесины относительно незначительна, а необходимая концентрация и локализация напряжений, создаваемая резцом, недостаточна — плоскость обработки определяется исключительно степенью неоднородности обрабатываемой древесины (в направлении резания), связанной с ее строением.

Именно по этой причине при резании древесины вдоль волокон притупленными резами не наблюдается резкого ухудшения качества обработки, а усилия резания и отжима пропорционально возрастают по мере затупления резцов и роста углов резания.

На всем диапазоне снимаемых стружек независимо от степени затупления резцов стружка сходит с них в виде спирали. Лишь при угле резания 75° и относительно толстых стружках (0,35—0,5 мм) на спиральной стружке заметны элементы, то есть переход к многоугольной. Снижение качества обработки, вызванное затуплением резца, проявляется лишь в возникновении и увеличении мшистости. Этот дефект обработки — результат расслоения древесины клиновидным телом резца. Тупой резец фактически не перерезает связи между волокнами, а лишь способствует отслоению стружки.

Чем сильнее затуплен резец и толще стружка, тем больше размер спережающей трещины и больше мшистость. Ввиду того, что при резании тупым резцом вдоль волокон поверхность обработки окончательно формируется нижней точкой закругленного контура режущей части резца*, неровности расслоения несколько снижаются.

При резании поперек волокон и угле резания 75° с увеличением степени затупления резцов не наблюдается роста усилий резания. Усилия же отжима в области больших толщин снимаемой стружки возрастают незначительно с увеличением степени затупления резцов и при угле резания 75° . Это говорит о том, что характер разрушения мало зависит от степени остроты резцов.

Опыты показали, что чем менее прочен и более неоднороден в направлении резания обрабатываемый материал, тем в большей степени затупление резца сказывается на ухудшении качества обработки, не приводя к существенному изменению усилий резания и сил отжима.

Таким образом, силы отжима, их изменение и величина определяются не только степенью затупления режущего инструмента. Они зависят от режимных составляющих процесса резания, от свойств обрабатываемой древесины, от степени однородности ее в направлении резания, от вида стружкообразования. Поэтому влияние степени затупления резцов на усилия отжима необходимо рассматривать в связи с изменением других параметров, определяющих режим обработки.

Изменение сил отжима от рассмотренных факторов, как видно, настолько значительно, что с этим нельзя не считаться в практических расчетах при разработке отдельных узлов деревообрабатывающих станков, имеющих в своей основе процесс резания.

* Имеется в виду точка в сечении резца плоскостью, совпадающей с направлением резания и перпендикулярной к плоскости обработки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. А. Воскресенский. Резание древесины. ГЛБИ, 1955. [2]. Т. А. Носовский. Влияние затупления дереворежущих инструментов на усилия резания с учетом направления волокон и породы. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1963.

УДК 674.053

О ЖЕСТКОСТИ ДИСКОВ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ ПИЛ

Ю. М. СТАХИЕВ

Кандидат технических наук

(ЦНИИМОД)

В 1964 г. лабораторией резания древесины и инструментов ЦНИИМОДа были проведены теоретические исследования жесткости дисков пил в периферийной части. Для изучения принята схема, представленная на рис. 1. Диск жестко защемлен по внутреннему контуру шайбами и на внешнем контуре нагружен одной поперечной сосредоточенной силой. Рассматривался случай, когда окружная скорость вращения диска и начальные напряжения равны нулю. Таким образом, имела место задача несимметричного изгиба тонкой круглой пластинки.

Приближенное решение этой задачи дано в одной из наших работ [2]. Точное решение задачи для общего случая было обнаружено в специальной литературе [1] и использовано нами при проведении вычислительных работ. Выводы всех коэффициентов повторены заново, так как был выявлен целый ряд опечаток. Тогда (с учетом некоторых преобразований) для прогиба в направлении приложения силы имеем следующие уравнения:

$$y = \frac{6PR^2(1-\mu^2)}{\pi ES^3} \left[a_0 + b_0 + a_1 + b_1 + c_1 + \sum_2^{\infty} (a_n + b_n + c_n + d_n) \right]; \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} a_0 &= -c^2 b_0 - \ln c \cdot c_0 - c^3 \ln c d_0 \\ b_0 &= \frac{c_0(1-\mu)}{2(1+\mu)} + \frac{(3+\mu)}{8(1+\mu)} \\ c_0 &= \frac{c}{4} \cdot \frac{(1+2 \ln c)(1+\mu) - (3+\mu)}{c^{-1}(1+\mu) + c(1-\mu)} \\ d_0 &= -\frac{1}{4}; \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= -b_1 c^3 - c_1 c^{-2} - d_1 \cdot \ln c \\ b_1 &= -\frac{1}{4} \cdot \frac{1+\mu+c^2(1-\mu)}{3+\mu+c^4(1-\mu)} \\ c_1 &= -b_1 \cdot \frac{3+\mu}{1-\mu} - \frac{1}{4} \cdot \frac{1+\mu}{1-\mu} \\ d_1 &= +\frac{1}{2}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$$a_n = -c^x \left(b_n \frac{n+1}{n} + d_n \frac{c^{-2n}}{n} \right)$$

$$b_n = \frac{1}{n(n+1)(1-\mu)}$$

$$\frac{(1-c^2)(n+1) - c^{-2n+2} - \frac{3+\mu}{1-\mu}}{(1-c^2)(n^2-1) + \left(c^{-2n+2} + \frac{3+\mu}{1-\mu} \right) \left(c^{2n+2} + \frac{3+\mu}{1-\mu} \right)}$$

$$c_n = c^x \left(b_n \frac{c^{2n}}{n} - d_n \frac{n-1}{n} \right)$$

$$d_n = -\frac{1}{n(n-1)(1-\mu)}$$

$$\frac{(1-c^2)(n-1) + c^{2n+2} + \frac{3+\mu}{1-\mu}}{(1-c^2)(n^2-1) + \left(c^{-2n+2} + \frac{3+\mu}{1-\mu} \right) \left(c^{2n+2} + \frac{3+\mu}{1-\mu} \right)}$$
(4)

где P — сосредоточенная сила;
 R — радиус диска;
 c — отношение радиуса зажимных шайб к радиусу диска;
 μ — коэффициент Пуассона;
 E — модуль упругости.

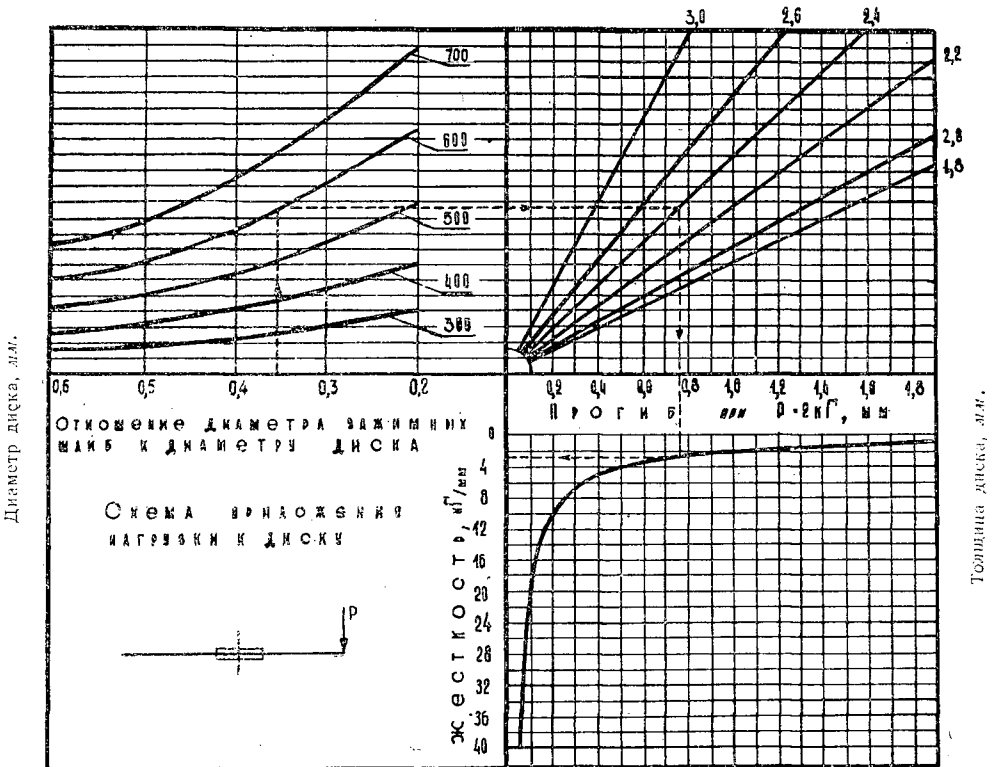


Рис. 1. Номограмма для определения жесткости диска.

Жесткость диска определяется отношением $j = \frac{P}{y}$, которое находят из уравнения (1).

Вычислительные работы производили на электронно-вычислительной машине Минск-1; при этом переменным факторам придавали следующие значения: диаметр диска 300, 400, 500, 600 и 700 мм; толщина диска 1,0; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4; 2,6 и 3,0 мм; отношение диаметра шайб к диаметру диска 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 и 0,6; показатель $n = 20$.

Результаты вычислений графически изображены на рис. 1.

Анализ полученных данных позволяет отметить следующее.

1. Жесткость диска находится в кубической зависимости от его толщины. В соответствии с результатами ранее проведенных нами исследований [2] устойчивость плоской формы равновесия диска, характеризуемая главным образом величиной критического температурного перепада по радиусу пилы, находится в квадратичной зависимости от ее толщины. Поэтому встречающееся иногда мнение (особенно у производителей), что жесткость и устойчивость дисковых пил являются равноценными понятиями, не подтверждается.

2. При увеличении диаметра зажимных шайб жесткость диска возрастает. Например, для $D = 500$ мм, $S = 2,0$ мм и $P = 2$ кг величина прогиба $y = 1,353$ мм при $c = 0,2$; 1,036 мм — при $c = 0,3$; 0,809 мм — при $c = 0,4$; 0,616 мм — при $c = 0,5$; 0,526 мм — при $c = 0,6$.

Если при $c = 0,2$ жесткость принять за единицу, то с увеличением диаметра зажимных шайб получим $j = 1,3$ при $c = 0,3$; 1,67 — при $c = 0,4$; 2,2 — при $c = 0,5$; 2,58 — при $c = 0,6$. Все это указывает на целесообразность максимально возможного увеличения диаметра зажимных шайб.

3. Жесткость дисковых пил ($D = 500$ мм, $S = 2,6 \div 3,0$ мм, $c = 0,3 \div 0,4$), обычно используемых при распиловке брусьев на многопильных круглопильных станках, колеблется в пределах 4,2—8,3 кг/мм.

По данным исследований АЛТИ, нормальная эксплуатация рамных пил в процессе пиления брусьев и бревен обеспечивается при жесткости полотна также порядка 6 кг/мм. Таким образом, жесткость — один из показателей, характеризующий условие нормальной работы инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Райснер. О несимметричном изгибе тонких круглых кольцевых пластинок. *Ingenieur-Archiv*, т. 1, 1929. [2]. Ю. М. Стахийев. Научный отчет по теме 6—56 «Исследование методов и средств повышения устойчивости круглых пил». ЦНИИМОД, Архангельск, 1962.

Поступила в редакцию
9 июня 1965 г.

УДК 547.91 : 634.0.86 : 674.032.475.352

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ
БЕНЗОЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ПИРОЛИЗЕ
КОРЫ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ*Э. Д. ЛЕВИН*

Доцент, кандидат технических наук

А. А. РИНКЕВИЧУС

Аспирант

А. А. ГОЛИКОВ

Старший лаборант

(Сибирский технологический институт)

Исследования, проведенные в Сибирском технологическом институте, позволили установить возможность получения из коры хвойных пород бензольных углеводородов наряду с другими обычно получаемыми при пиролизе продуктами, а также дали количественные характеристики этого процесса.

Работу мы проводили на сконструированной в СТИ крупнолабораторной установке пиролиза во взвешенном состоянии [4], представляющей собой стальную цилиндрическую реторту диаметром 150 мм и высотой 2000 мм. Снаружи реторты намотаны три независимые спирали из нихрома, позволяющие менять высоту обогреваемой зоны. Нижняя часть реторты высотой 150 мм не обогревается и служит приемником кокса. Температура определяется платино — платинородиевой термопарой, введенной в центр реторты. Пиролиз частиц сырья осуществляется за время свободного падения их внутри реторты. Во всех наших опытах высота обогреваемой зоны составляла 1850 мм. Все приборы и кнопки управления вынесены на общий щит, что создает удобства в проведении опытов. Сырьем служила измельченная кора лиственницы сибирской (размеры частиц не более 0,5 мм), имевшая следующий состав: целлюлозы 35,9%, лигнина 49,9%, пентозанов 5,32%, влаги 5—8%. Пиролиз проводили при температурах 400, 500, 600, 700° С.

Образующиеся бензольные углеводороды концентрируются в газе и вместе с ним поступают в систему конденсации. Здесь газ, пройдя ряд поглотительных склянок и осушителей, подается в специальный стальной патрон, заполненный активированным углем. Последний адсорбирует бензольные углеводороды. По окончании пиролиза коры патрон отсоединяют от системы и продувают водяным паром, нагретым до 350—400° С; при этом патрон также нагревается до этой температуры спиралью, намотанной на его внешнюю поверхность и изолированной шамотом. При продувке происходит десорбция ароматических углеводородов, которые вместе с парами воды поступают в холодиль-

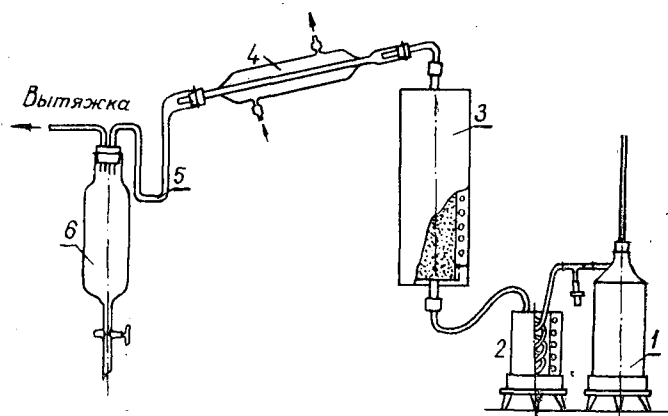


Рис. 1.

1 — парогенератор; 2 — пароперегреватель; 3 — адсорбер;
4 — холодильник; 5 — трубка-ловушка; 6 — делительная воронка.

ник-конденсатор, а оттуда в ловушку и делительную воронку. Схема установки представлена на рис. 1.

Получаемые ароматические углеводороды представляют собой сырой бензол, выход которого зависит от температуры пиролиза (рис. 2). Максимальное количество бензольных углеводородов, равное 2,63% от веса сухого исходного сырья, образуется при 600°C . Дальнейшее повышение температуры деструкции снижает выход сырого бензола; возможно, что это уменьшение происходит вследствие вторичного разложения сложных компонентов (входящих в состав сырого бензола), менее ценных, чем низшие ароматические углеводороды.

Сырой бензол, полученный при температурах 500 и 600°C , мы изучали, чтобы установить его состав; при этом были использованы как стандартные методы, применяемые в коксохимической промышленности [1], так и газожидкостная хроматография для идентификации чистых бензола, толуола и суммы ксилолов. Применяли хроматограф УХ-1. Разделение проводили на колонках длиной 4 м с силиконовым маслом, нанесенным на диатомитовый кирпич. Температуры разделения составляли для бензола 100 и 120°C , для толуола и ксилолов — 125°C . В качестве газа-носителя использовали азот. Расход его составлял 30 мл/мин для бензола, 25 мл/мин для толуола и 40 мл/мин для ксилолов. При этих условиях происходит весьма точное разделение смеси с удобными для отсчета пиками. По высоте этих пиков в процентах определяли количество каждого компонента во фракции. Содержание отгона до 180°C в сыром бензоле, полученном при 600°C , составляет $91,6\%$. Сырой бензол, полученный при 500°C , весь перегонялся в указанном интервале температур. Всю

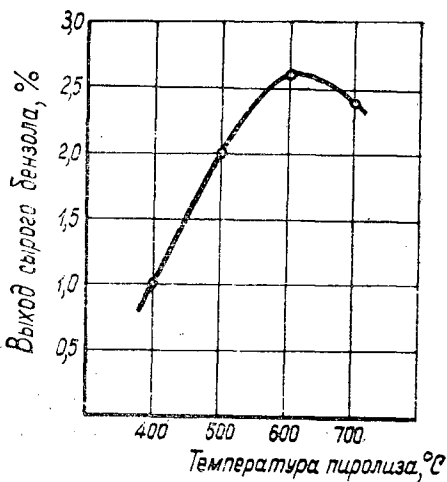


Рис. 2.

часть получаемых ароматических соединений, которую отгоняли до 180°С, отмывали серной кислотой для освобождения от непредельных соединений; при этом для продукта, полученного при 500°С, потери при мойке (сумма непредельных соединений) составляли 15,7%; для бензола, полученного при 600°С, — 25,2%. Фракционный состав отгона до 180°С показан в табл. 1.

Таблица 1

Температура пиролиза, °С	Содержание фракций, %				
	головная	бензольная	толуольная	ксилольная	сольвенты
500	18,3	39,0	22,0	3,4	—
	21,6	47,0	25,4	4,9	—
600	5,1	42,5	19,0	3,9	2,2
	6,64	57,6	25,3	6,0	3,5

Примечание. В числителе — данные в процентах к отгону, в знаменателе — к мытому продукту.

Потери при разгонке в первом случае составили 1,6% к отгону, во втором — 1,07%.

При сравнении фракционного состава сырого бензола, по-видимому, следует отдать предпочтение тому, который получен при 600°С, несмотря на более высокую сумму непредельных соединений. Здесь резко понижен выход головной фракции, которая в промышленности используется в ограниченных количествах. Эта фракция может найти применение для синтеза связующих смол в производстве древесностружечных плит [2], [3].

Содержание ксилольной и особенно бензольной фракций заметно выше в случае проведения пиролиза при 600°С. Здесь в составе сырого бензола появляются сольвенты. Выход толуольной фракции остается практически одинаковым (особенно в расчете на мытый бензол). Подобное явление, по-видимому, можно объяснить протеканием вторичных реакций, которые не идут при температуре 500°С. Возможно, что за счет снижения выхода головной фракции растет количество ценных компонентов, так как содержащиеся в ней углеводороды (там имеются и непредельные соединения с замкнутым циклом, не отмываемые серной кислотой) могут в условиях пиролиза образовывать ароматические структуры.

Зависимость выходов чистых продуктов от температуры пиролиза коры изучали как стандартным методом, так и способом с использованием газо-жидкостной хроматографии; при этом было установлено, что и здесь пиролиз при 600°С более выгоден, чем при 500°С (табл. 2).

Таблица 2

Температура пиролиза, °С	Состав фракций, %						Выход к отгону до 180°С, %		
	бензольная			толуольная					
	головная	бензол	толуол	бензол	толуол	ксилол	бензол	толуол	ксилол
500	7,3	72,2	20,5	4,8	71,0	24,2	21	17	3
600	0,9	71,1	28,0	8,8	73,7	17,5	30	23	7

Как видно из табл. 2, общий выход чистых продуктов и их содержание во фракциях возрастают с увеличением температуры пиролиза

коры. С учетом того, что при 600°C количество отгона составляет только 91,6%, а при 500°C весь сырой бензол перегоняется до этой температуры, приведенные цифры в расчете на сырой бензол несколько скорректируются. Однако общая тенденция при этом не нарушается. Так, при 600°C выход чистого бензола составит 27,5%, толуола — 21,1%, ксилолов — 6,1%, то есть во всех случаях выше, чем при 500°C . Это дает основание считать пиролиз (с точки зрения получения ароматических продуктов) более рациональным при температуре 600°C , чем при 500°C .

Выход чистых продуктов приведен с учетом идентификации на хроматографе УХ-1. Идентификацию пиков производили следующим образом. В пробу, в которой предполагалось наличие определенных компонентов, поочередно вводили точно отмеренные количества соответствующих чистых продуктов. По тому, как пик увеличивался при введении одного компонента, судили о его месте на хроматограмме. По возрастанию высоты пика определяли точность анализа и воспроизводимость. Было установлено, что хроматограммы параллельных проб практически не отличались друг от друга (следовательно, воспроизводимость была полной). Количественные отклонения от расчетных данных не превышали 3% относительных. При исследовании состава бензольной фракции (рис. 3) получено три пика, один из которых имеет малую величину. По-видимому, он соответствует остатку углеводородов головной фракции, которые при ректификации мытого продукта в незначительных количествах попадают в бензольную фракцию. Пики, соответствующие бензолу и толуолу, резко отделены друг от друга и удобны для отсчета; примесей ксилолов здесь не обнаружено. В толуольной фракции (рис. 4) имеются заметные количества бензола и ксилолов. Тем не менее все они четко разделены и легко идентифицируются. Все ксилолы описаны одним пиком, так как на использованной нами неподвижной фазе они не разделяются. Ксилольная фракция (рис. 5) содержит все перечисленные выше компоненты. В ней легко отличаются друг от друга бензол, толуол и сумма ксилолов. Сами же ксилолы разделить не удалось, так как мы не применяли никакой другой неподвижной фазы, кроме силиконового масла. Полученный пик сложной конфигура-

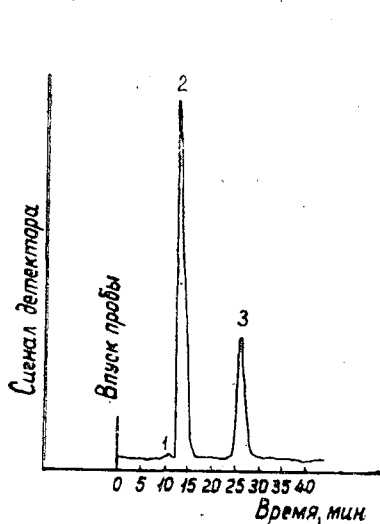


Рис. 3.

1 — не идентифицирован; 2 — бензол; 3 — толуол.

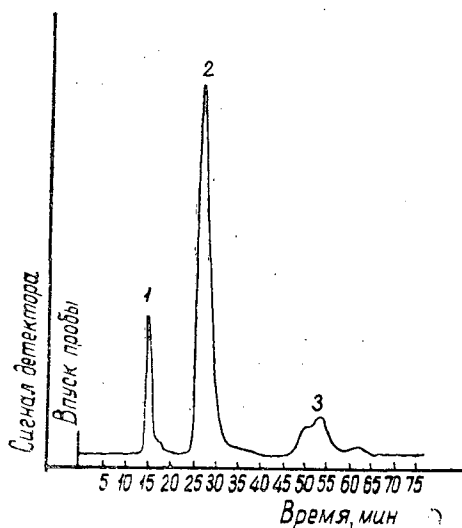


Рис. 4.

1 — бензол; 2 — толуол; 3 — ксилолы.

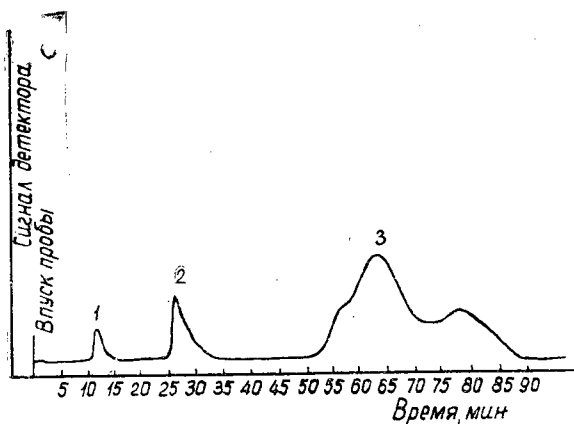


Рис. 5.

1 — бензол; 2 — толуол; 3 — ксилолы.

ции содержит в своем составе все три изомера ксилола, а также, возможно, и часть растворителей. На это указывает последний максимум, непосредственно примыкающий к ксилольному пику. Поскольку раздельная идентификация семейства ксилолов не входила в задачи данного исследования, количественные соотношения их в пределах общей суммы нами не определены.

Найденный способ переработки хвойной коры с получением ароматических углеводородов может иметь промышленный характер. Помимо бензольных углеводородов при пиролизе коры образуется ряд других ценных продуктов (особенно в случае проведения деструкции при 500° С). Кору от древесины, как правило, отделяют на крупных предприятиях (ЦБК, ДОК, лесоперевалочных базах, ЛДК), где имеется достаточная для организации процесса промышленная база. Переработку сырого бензола с образованием чистых продуктов, а также синтеза на основе головной фракции, растворителей, инден-кумароновых смол (кубового остатка) можно производить на месте их получения только в том случае, когда количество получающегося сырого бензола окажется достаточным для рентабельной организации подобного производства. По нашему мнению, сырой бензол, получаемый на различных предприятиях, наиболее выгодно транспортировать на один центральный для данного района завод, где его перерабатывают. В этом случае ароматические продукты можно транспортировать в любое время года в обычных цистернах, так как из-за наличия толуола, ксилола и растворителей в составе сырого бензола он не замерзает при самых низких зимних температурах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. Д. Глузман, И. И. Эдельман. Лабораторный контроль коксохимического производства. Металлургиздат, 1957. [2]. Э. Д. Левин, И. Г. Правдивый, Л. В. Нагинская. Журн. «Кокс и химия» № 9, 1961. [3]. Э. Д. Левин, И. Г. Правдивый, Л. В. Нагинская. Журн. «Кокс и химия» № 7, 1962. [4]. Э. Д. Левин, Г. А. Малков. Сборник трудов СТИ, XXXVI, 1963.

УДК 634.0.863 : 547.565

ПАРОФАЗНЫЙ ГИДРОЛИЗ МЕТОКСИФЕНОЛОВ*Сообщение 3***ГИДРОЛИЗ ЛЕСОХИМИЧЕСКИХ ФЕНОЛОВ, ФРАКЦИИ 180—260° С
НА СИЛИКАГЕЛЕ, ПРОПИТАННОМ ОРТОФОСФОРНОЙ КИСЛОТОЙ****В. А. ШИШКИН**

Старший преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

Д. В. ТИЩЕНКО

Профессор

(Ленинградская лесотехническая академия)

Полученные нами ранее результаты по парофазному гидролизу гваякола в присутствии катализатора (ортофосфорная кислота на силикагеле) [6], [7], [8] дали основание полагать, что метод парофазного гидролиза метоксифенолов наряду с другими методами [2], [3], [4], [5] можно применить и к лесохимическим фенолам для улучшения их качества. В данном сообщении изложены результаты обработки лесохимических фенолов фракций 180—220° С и 220—260° С в условиях парофазного гидролиза при температурах 500—550° С и различном содержании H_3PO_4 в катализаторе.

Лесохимические фенолы выделены в лабораторных условиях из заводской сухоперегонной березовой отстойной смолы. Для этого смола была подвергнута вакуумразгонке на масла и пек на лабораторной непрерывно действующей установке трубчатого типа (диаметр змеевика 6 мм, длина 1550 мм) при температуре масляной бани 255—260° С, температуре отбора паров 208—210° С и остаточном давлении около 25—30 мм рт. ст. Из полученных смоляных масел фенолы выделены щелочным способом и разделены ректификацией под вакуумом на нефтяной колонке типа АРН-2 (число теоретических тарелок около 12, флегмовое число около 2) на фракции 180—220° С, 220—260° С, 260— t_K° С. Эти фракции фенолов использованы для парофазного гидролиза.

Исходная смола имела следующую характеристику: удельный вес $d_{20}^{20} = 1,092$; влажность 4,1%; содержание водорастворимых кислот в пересчете на уксусную 5,91%; фракционный состав: до 180° — 13 объемн. %; до 220 — 24; до 260° — 45 (по Энглери); до 300° — 65 объемн. %. Выход безводных смоляных масел при разгонке в трубчатой установке составил 56% в расчете на безводную смолу. Выход фенольных фракций при ректификации суммарных фенолов был в пределах 15—17% для фракции 180—220° С, 26—28% — для фракции

220—260° С и 20—25% — для фракции выше 260° С. Некоторые показатели, характеризующие исходные смоляные масла, суммарные фенолы, а также фракции фенолов от разделения суммарных фенолов, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Смоляные масла	Фенолы (%)			
		суммарные	фракция 180—220°С	фракция 220—260°С	фракция 260— t_k^o С
Удельный вес d_{20}^{20}	1,060	1,093	1,077	1,135	1,083
Влажность, %	6,62	7,41	—	—	—
Содержание, % фенолов	44,85	80,59	83,20	84,32	77,64
нейтральных кислот	34,86	7,49	6,54	5,64	4,15
ОСН ₃ -групп	5,22	4,52	5,80	2,80	—
„ПК“*	8,1	14,2	12,0	18,9	14,3
	6,8	6,8	3,2	14,1	8,8

* Под ПК следует понимать сумму пирокатехина, определяемого по нашей методике [1], и веществ, обладающих восстанавливающими свойствами по отношению к аммиаку азотнокислого серебра $[Ag(NH_3)_2]NO_3$ в щелочной среде.

Лабораторная установка, условия проведения гидролиза фенольных фракций, методики выделения и анализа продуктов гидролиза фенолов сохранены такими же, как в одной из наших работ [7].

Фракция 180—220° С. В табл. 2 приведены результаты отдельных опытов гидролиза фракции фенолов 180—220° С при различных температурах и различной кислотности катализатора.

Таблица 2

№ опыта	Температура, °С	Кислотность катализатора, %	Гидролизат, %		
			выход	ОСН ₃ -группы	ПК
1	Исходная фракция	—	—	12,0	3,2
2	500	0	82,0	10,3	9,5
3	500	13	88,7	9,2	10,3
4	500	20	95,2	8,3	12,0
5	550	0	69,6	5,4	14,7
6	550	13	78,0	5,1	15,0
7	550	20	85,2	4,6	16,8

Данные табл. 2 показывают, что на отщепление метоксильных групп большее влияние оказывает температура, чем изменение количества H_3PO_4 на силикагеле. Но присутствие ортофосфорной кислоты увеличивает общий выход продуктов гидролиза и уменьшает процесс коксообразования, резко снижает количество сажистых отложений на поверхности гранул силикагеля.

Для уточнения изменений во фракционном составе продукты гидролиза фенолов ректифицированы при 20—23 мм рт. ст. на лабораторной колонке с числом теоретических тарелок около 10 и при флегмовом числе около 2 с отбором фракций 180—200° С, 200—220° С, 220— t_k^o С (в пересчете на атмосферное давление). При вакуумректификации гидролизатов выход фракций, включая кубовый остаток и смыв с колонки, для опытов 2 и 4 составил 94—98%, для опытов 1 и 5 — 90—91%, для опытов 6 и 7 — 87—89%. Помимо процентного выхода этих фракций, в

Таблица 3

№ опыта	Фракция 180—200°С		Фракция 200—220°С		Фракция 220— t°_K			Смыв с колонки, %	Кубовый остаток	
	выход, %	—ОСН ₃ , %	выход, %	—ОСН ₃ , %	выход, %	—ОСН ₃ , %	ПК, %		выход, %	ПК, %
1	21,1	7,1	39,0	10,9	6,6	10,7	Следы	5,1	19,1	15,6
2	20,3	3,5	33,3	7,8	12,4	7,9	1,5	4,6	23,1	38,0
4	42,6	—	13,4	7,1	23,8	6,8	48,3	3,7	11,3	—
5	27,2	3,1	32,5	—	9,1	4,7	15,9	9,8	11,5	33,4
6	25,2	2,9	20,7	1,3	18,9	3,5	42,0	9,6	12,4	—
7	23,7	2,7	19,6	2,8	26,1	2,6	57,0	8,6	9,0	34,8

Примечание. Конечная температура разгонки t°_K для опытов 2 и 6 была равна 243—245°С, для опыта 5—250°С, для опытов 4 и 7—255—258°С (в пересчете на атмосферное давление).

них определено содержание ОСН₃-групп и условного пирокатехина (табл. 3). Данные этой таблицы показывают, что ортофосфорная кислота оказывает влияние на изменение выхода температурных фракций фенолов. Так, в присутствии Н₃Р₄ при температуре гидролиза 500°С выход фракции 180—200°С увеличивается почти в 2 раза, выход фракции с температурой кипения выше 220°С возрастает в 4 раза, а выход фракции 200—220°С уменьшается в 3—3,5 раза. При температуре гидролиза 500°С выход фракции 180—200°С по сравнению с исходной несколько увеличивается, но остается почти таким же, как и при обработке без Н₃Р₄. Выход фракции 200—220°С составляет примерно половину от содержания фенолов в исходной фракции и примерно одну треть по сравнению с тем, что получается при обработке без Н₃Р₄. Во фракциях 180—200°С и 200—220°С условный пирокатехин ПК обнаружен только в виде следов, а во фракции 220— t°_K содержание его достигает 45—48%; в остатке от ректификации найдено около 35% условного пирокатехина, а в смыве с колонки — 40—44%. Такое изменение в выходах температурных фракций можно объяснить гидролизом метиловых эфиров фенолов (гваякол и гомологи) с образованием свободных многоатомных фенолов (пирокатехин и гомологи), температуры кипения которых значительно отличаются от температур кипения исходных метиловых эфиров фенолов.

Сопоставление результатов по содержанию условного пирокатехина в продуктах гидролиза с результатами отщепления ОСН₃-групп показывает, что выход условного пирокатехина занижен. Так, фактический прирост пирокатехина оказался почти на 30% меньше ожидаемого для температуры 500°С и на 50% меньше ожидаемого — для 550°С.

В результате парофазного гидролиза при 500°С групповой состав

Таблица 4

№ опыта	Температура, °С	Кислотность катализатора, %	Гидролизат, %		
			выход	—ОСН ₃	ПК
8	Исходная фракция		—	18,9	14,1
9	500	0	72,0	10,2	24,5
10	500	13	75,0	11,9	25,1
11	500	20	85,1	12,6	24,2
12	550	0	64,0	3,4	23,8
13	550	13	69,3	5,4	29,8
14	550	20	72,0	5,5	30,0

№ опыта	Фракция 180—220°С			Фракция 220—240°С		
	выход, %	ОСН ₃ , %	ПК, %	выход, %	ОСН ₃ , %	ПК, %
8	5,0	10,0	Следы	8,6	11,5	6,3
9	8,0	4,8	"	10,5	6,3	16,4
10	9,3	8,2	"	13,8	8,6	24,3
11	8,6	7,4	"	16,9	2,4	30,7
14	4,6	2,5	"	17,9	1,8	22,1

Примечание. Конечная температура разгонки составляла 275—280°С (в пере-

фракции фенолов 180—220°С меняется следующим образом: содержание фенолов снижается до 78—79% против 83% в исходной фракции, количество кислот и нейтральных веществ остается почти таким же. В тех случаях, когда температура обработки была 550°С, содержание фенолов в гидролизате снижается до 75—72%, количество нейтральных веществ повышается до 13—14%, содержание кислот остается в пределах 4—5%.

Фракция 220—260°С. Условия парофазного гидролиза фракции фенолов 220—260°С сохранены такими же, как и для фракции 180—220°С. Полученные результаты для нескольких опытов представлены в табл. 4 и 5.

Приведенные в табл. 4 результаты показывают, что парофазный гидролиз фракции фенолов 220—260°С при температурах 500 и 550°С дает пониженный выход продуктов гидролиза по сравнению с фракцией 180—220°С. Степень отщепления ОСН₃-групп и содержание условного пирокатехина в продуктах гидролиза мало зависят от изменения количества Н₃Р₀₄ в катализаторе, но общий выход продуктов гидролиза в присутствии Н₃Р₀₄ повышается. Так же, как и для фракции 180—220°С, наличие ортофосфорной кислоты резко снижает отложение кокса на силикагеле.

Исходная фракция фенолов и продукты гидролиза этой фракции от опытов 9, 10, 11 и 14 ректифицированы под вакуумом на более узкие температурные фракции, в которых определен их выход, содержание ОСН₃-групп, условного пирокатехина. Результаты приведены в табл. 5. Из таблицы следует, что после гидролиза выход фракции 180—220°С увеличивается незначительно, пирокатехин в этой фракции отсутствует. Выход фракции 220—240°С увеличивается с возрастанием кислотности катализатора, содержание в этой фракции условного пирокатехина возрастает. Для фракции 240—260°С содержание условного пирокатехина составляет 34—38% при температуре 500°С и 55—59% — при 550°С. При 550°С выход фракции снижается до 32%, вероятно, из-за частичного термического разложения свободных фенолов.

Увеличение выходов низкотемпературных фракций идет, в основном, из-за упрощения состава высокотемпературной фракции с температурой кипения выше 260°С; выход последней фракции снижается до 6—8% против 30—35% для исходных фенолов.

Изменение группового состава выражается в уменьшении содержания фенолов до 75—77% для температуры гидролиза 500°С и до 62—64% — для 550°С. Количество нейтральных веществ увеличивается соответственно до 11—12% (500°С) и до 20—23% (550°С), содержание кислот изменяется мало.

Таблица 5

Фракция 240—260°С			Фракция 260— $t_{КС}^{\circ}$			Кубовый остаток		
выход, %	ОСН ₃ , %	ПК, %	выход, %	ОСН ₃ , %	ПК, %	выход, %	ОСН ₃ , %	ПК, %
36,4	18,4	18,4	35,1	22,8	21,6	14,0	16,4	8,0
18,8	11,6	32,8	27,5	13,7	38,0	21,1	8,1	15,1
37,7	15,3	34,2	6,3	13,9	27,1	22,9	10,1	10,1
46,0	13,6	38,2	8,6	12,2	22,0	18,5	7,3	15,8
32,8	3,6	59,0	8,1	5,0	27,5	26,1	2,5	7,7

счете на атмосферное давление).

Выводы

Парофазный гидролиз лесохимических фенолов фракций 180—260°С в принятых условиях принципиальных затруднений не вызывает. Ортофосфорная кислота оказывает положительное влияние на общий выход продуктов гидролиза и на выход условного пирокатехина. Применять температуры $\geq 550^{\circ}\text{C}$ нежелательно из-за уменьшения выхода продуктов гидролиза.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. Ф. Прокшин. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1964. [2]. В. П. Сумароков. Химия и технология переработки древесных смол. Гослесбумиздат, 1953. [3]. Д. В. Тищенко, Т. Данилова, С. Шеина. Техническая информация ЛТА, № 7, 1954. [4]. Д. В. Тищенко, В. Н. Фолядов, Н. И. Носова. ЖПХ № 9, 1956. [5]. И. П. Уваров, Л. В. Гордон. Древесные смолы. ГЛБИ, 1962. [6]. В. А. Шишкин, Д. В. Тищенко. Авторское свидетельство № 165465. [7]. В. А. Шишкин, Д. В. Тищенко. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1964. [8]. В. А. Шишкин, Д. В. Тищенко. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1965.

Поступила в редакцию
14 ноября 1966 г.

УДК 668.443.3

НЕКОТОРЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНОСМОЛЯНЫХ МАСЕЛ

Сообщение 3

УПРУГОСТЬ ПАРОВ И СКРЫТАЯ ТЕПЛОТА ПАРООБРАЗОВАНИЯ

З. И. ФОЛИАДОВА

Младший научный сотрудник

А. И. КИПРИАНОВ

Доцент, кандидат технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

В предыдущем сообщении [4] мы показали, какова задача работы, дали описание испытуемого материала и основные методики исследования.

Теоретическая основа для определения упругости паров жидкостей в зависимости от температуры — уравнение Клаузиуса — Клапейрона [5]. Для отдельных классов соединений по уточненным формулам составлены диаграммы зависимости давления от температуры [7]. Полученные зависимости и диаграммы относятся к чистым индивидуальным веществам. При практическом осуществлении процессов испарения, перегонки, ректификации в качестве сырья применяют многокомпонентные смеси. По мере выкипания состав жидкой и паровой фаз многокомпонентной смеси меняется, и температура кипения смеси растет. Таким образом, температура кипения сложной смеси зависит не только от давления в системе, но и от состава паровой и жидкой фаз. Следовательно, упругость паров — некоторая функция температуры и соотношения компонентов в парах и в жидкости (соотношения объемов паровой и жидкой фаз). В лабораторной технике применяют, в основном, статический метод определения упругости паров при заданном соотношении объемов паровой и жидкой фаз [2], [3], [6]. В производственных условиях паровую и жидкую фазы разделяют в различных аппаратах с широким диапазоном соотношения объемов этих фаз.

Некоторые авторы [8] приводят описание существующих методов и приборов для изучения равновесия между паром и жидкостью, а также для определения упругости паров индивидуальных веществ и сложных смесей. Котрель и Уошборн, затем Свентославский разработали динамический метод определения упругости паров, который дает результаты, не зависящие от соотношения объемов фаз. Основа этого метода или прибора — насос Котреля, благодаря которому при нагревании жидкости до кипения образующиеся пары поднимают с собой частицы жидкости. Парожидкостная смесь устремляется на термометр, при этом

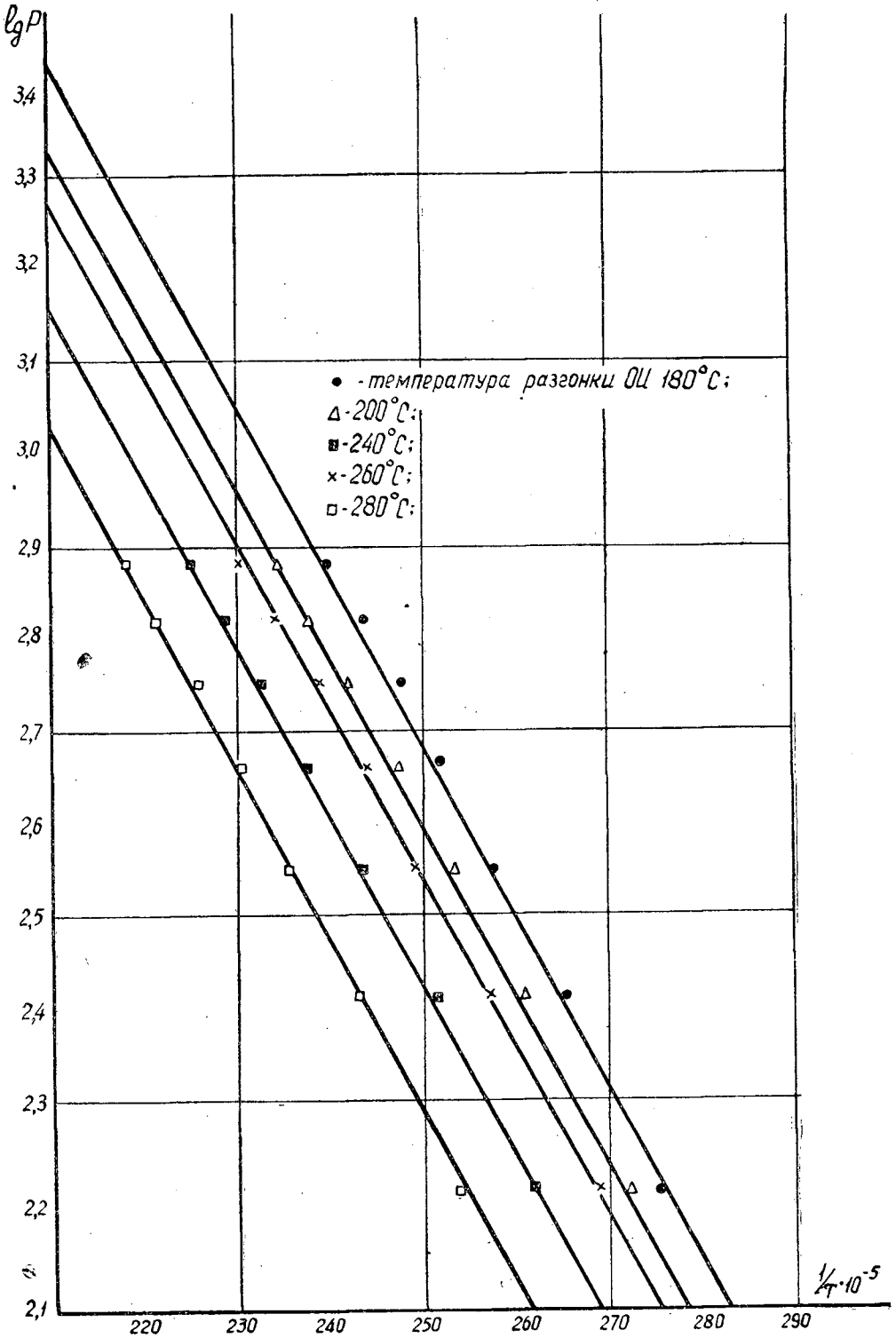


Рис. 1.

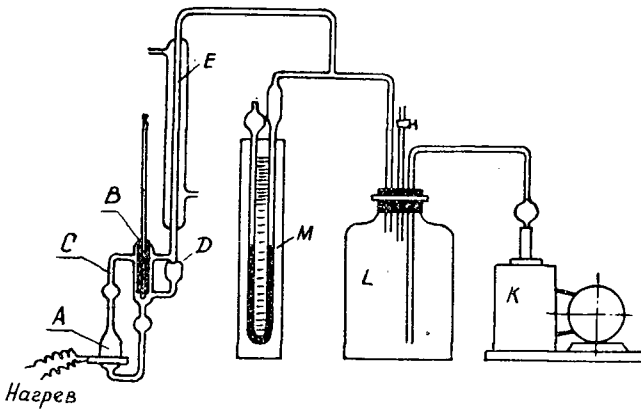


Рис. 2. Схема установки для определения упругости пара.

фиксируется действительная температура при условии равновесия между паром и жидкостью. В наших исследованиях применен эбулиометр Свентославского, который изображен на рис. 2. Исследуемая жидкость заполняет целиком куб А. При кипении жидкости пузырьки пара увлекают жидкость по трубке С к карману В, куда вставлен термометр. Карман В снабжен наружной спиралью для замедления стекания жидкости. Кипящая жидкость, устремляющаяся на карман В, вначале может быть перегрета, однако перегрев ликвидируется за счет испарения части жидкости на кармане, в результате чего температура снижается до равновесного значения. Карман В заполняют ртутью или глицерином для улучшения теплопередачи к термометру. Пары конденсируются в холодильнике Е, из которого через счетчик капель D конденсат стекает в куб А. Эбулиометр соединен с вакуум-насосом К через обратный холодильник Е и ресивер L. Количество капель при равновесии равно 18—25 в 1 мин — для воды, 40—80 в 1 мин — для масел. Давление в системе измеряли ртутным манометром М с точностью до 0,3 мм, температуру — ртутным термометром с ценой деления 1° С. В эбулиометр загружали 20 г исследуемых масел. Смесь в кубе А нагревали

№ пп.	Упругость паров, мм рт. ст.	Температура разгонки ОИ — 180°С; М=116				Температура разгонки ОИ — 200°С; М=128			
		Т экспериментальная, °К	Т расчетная, °К	% ошибки	скрытая теплота парообразования г, к кал кг	Т экспериментальная, °К	Т расчетная, °К	% ошибки	г, к кал кг
1	760	414	415	0,2	79,0	428	428	0	69,9
2	660	411	409	0,5	82,5	421	421	0	70,8
3	560	403	402,5	0,1	88,6	413	413	0	72,2
4	460	394	395,5	0,1	93,0	403	404	0,2	77,3
5	360	387	387,5	0,1	90,0	393	394	0,2	81,2
6	260	377	377,0	0	94,2	380	382	0,5	90,0
7	160	361	363	0,5	—	366	367	0,2	—

электрической спиралью, вмонтированной в асбестовый кожух, который имеет форму подковы. Это позволяло производить равномерный нагрев всей поверхности бака эбулиометра.

Герметичность установки тщательно проверяли перед каждым опытом. Во время измерения давление оставалось строго постоянным, изменить его можно было с помощью крана, соединявшего систему с атмосферой. Для каждого значения давления определяли равновесную температуру. Наступившее равновесие проверяли счетом капель и неизменяющейся в течение 3—5 мин температурой.

Точность применяемого метода была проверена на бензоле ЧДА, толуоле ЧДА и н-гексане ЧДА. Ошибка опыта составила для них 1—2%. Масла, полученные непрерывной разгонкой ОИ газогенераторной смолы, перед определением упругости паров высушивали свежепрокаленным сульфатом натрия. Каждый образец масел исследовали не менее трех раз и каждый раз брали новую порцию масел для уменьшения температурного влияния на состав. Результаты приведены в табл. 1.

На рис. 1 представлена зависимость давления от температуры в координатах $\lg P, \frac{1}{T}$. В пределах испытанных давлений упругость паров древесносмоляных масел хорошо согласуется с уравнением $\lg P = B - \frac{A}{T}$. Значения постоянных величин A и B уравнения приведены в табл. 2.

Для определения скрытой теплоты парообразования масел использовали уравнение Клаузиуса — Клапейрона, решенное относительно r ,

$$r = \frac{4,575 \lg \frac{P_2}{P_1} T_1 T_2}{T_2 - T_1} \text{ ккал/кгмоль.}$$

Значения теплоты парообразования приведены в табл. 1 [7].

Нужно отметить, что даже в узких пределах температуры расчетные табличные данные для толуола различаются значительно и имеют скачкообразный характер. С ростом температуры для них не наблюдается постепенного снижения величины скрытой теплоты парообразования [1].

Некоторая скачкообразность наблюдается и при расчете скрытой теплоты парообразования по нашим данным. Чтобы получить термоди-

Таблица 1

Температура разгонки ОИ — 240°C; M=152;				Температура разгонки ОИ — 260°C; M=164				Температура разгонки ОИ — 280°C; M=173			
T экспе- римен- тальная, °К	T рас- чет- ная, °К	% ошиб- ки	r , ккал кг	T экспе- римен- тальная, °К	T расчет- ная, °К	% ошиб- ки	r , ккал кг	T экспе- римен- тальная, °К	T рас- чет- ная, °К	% ошиб- ки	r , ккал кг
443	444	0,2	72,2	433	433,3	0,2	70,7	458	459	0,2	72,3
437	436,5	0,1	76,1	427	426	0	72,5	452	451	0,2	81,3
428	428,5	0,1	77,8	418	418	0	83,5	443	443	0	82,2
418	419,5	0,4	79,3	410	410	0	88,7	435	434,5	0,1	89,6
408	409	0,2	83,9	400	401	0,2	87,9	425	424,5	0,1	92,8
395	396,5	0,4	93,9	388	389,5	0,4	90,6	411	412,3	0,3	92,2
381	381	0	—	373	374	0,2	—	393,0	395,3	0,6	—

Таблица 2

Величина	Температура разгонки ОИ, °С				
	180	200	240	260	280
<i>A</i>	1794	1788	1788	1786	1796
<i>B</i>	7,19	7,08	6,92	7,03	6,79

намически верную зависимость теплоты испарения от температуры, нам пришлось, хотя и очень незначительно, экстраполировать экспериментальные данные, что видно из табл. 1.

Исходя из опытных данных (молекулярный вес, скрытая теплота парообразования, среднеобъемная температура кипения), мы нашли значения постоянной Трутона. При температуре разгонки ОИ 180°С $K_{тр} = 22,1$; при 200° ОИ — 22,7; при 240° ОИ — 24,8; при 260° ОИ — 27,1; при 280° ОИ — 27,2.

Выводы

1. Выбрана и отработана методика определения упругости паров древесносмоляных масел.

2. Получены данные по зависимости $P = f(T)$ и по скрытой теплоте парообразования. Эти данные можно использовать при расчете процессов переработки древесных смол и масел.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. А. Введенский. Термодинамические расчеты процессов в топливной промышленности Гостоптехиздат, 1949. [2]. ГОСТ 1756—52. [3]. В. С. Зорин. Определение упругости насыщенного пара жидкостей. Журн. «Заводская лаборатория» № 9, 1953. [4]. А. И. Киприанов, З. И. Фолиадова, О. Н. Быстрова. Некоторые физические свойства древесносмоляных масел. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1965. [5]. В. А. Киреев. Курс физической химии. ГНТИХимпром, М., 1955. [6]. Б. М. Накашидзе, И. В. Фоменко. Термические свойства нефтепродуктов. Баку, 1939. [7]. М. Д. Тиличев. Физико-химические свойства индивидуальных углеводов. Гостоптехиздат, Л., 1947; Л., 1953. [8]. Э. Хала, И. Пик, В. Фрид, О. Вилим. Равновесие между жидкостью и паром. ИЛ, М., 1962.

Поступила в редакцию.
2 июня 1965 г.

УДК 66.014 : 674.032.475.553 (470.5)

О РАЗЛИЧИЯХ В ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ДРЕВЕСИНЫ НЕКОТОРЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ ЕЛИ СИБИРСКОЙ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

М. С. НЕКРАСОВ

Аспирант

А. Н. ПОНОМАРЕВ

Доцент, кандидат химических наук

(Уральский лесотехнический институт)

Ранее было выявлено несколько морфологических форм ели сибирской, произрастающей на Среднем Урале [3]. Наиболее отчетливые различия по хозяйственно-ценным признакам и свойствам наблюдались у следующих форм ели: продольнотрещиноватокорой (с компактным типом ветвления и красным цветом шишек) и гладкокорой (с плоскогоризонтальным типом ветвления и зеленым цветом шишек) [4]. Предметом наших исследований было выяснение вопроса — различна ли по химическому составу древесина этих двух форм*.

В литературе мы не встретили данных о химическом составе древесины внутривидовых форм ели сибирской. Имеются лишь работы, относящиеся к химической характеристике древесины разных форм бука [7], летнего дуба [1] и тополей, отличающихся быстротой роста [2].

Образцы древесины ели, которые мы исследовали, взяты в Усть-Кэйвинском леспромхозе Пермской области в типах леса: ельник-кисличник (II бонитет) и ельник-долгомошник (IV бонитет). В этих типах выбрано по три дерева, типичных для продольнотрещиноватокорой и гладкокорой форм ели. Всего было взято 12 модельных деревьев.

Изучение таксационной характеристики модельных деревьев показало, что продольнотрещиноватокорая форма ели в одном возрасте (100—102 года) имеет больший диаметр (на 13,2%) и высоту ствола (на 11,7%), чем гладкокорая.

Из стволов на высоте 1,3 м выпиливали отрубки длиной 35 см, которые при поперечном распиливании превращались в опилки. Для химического анализа отбирали опилки размером от 0,5 до 1 мм. От трех деревьев одной формы их соединяли вместе, и полученные таким способом образцы являлись средними пробами древесины каждой формы ели.

Для определения длины волокна из отрубков выкалывали образцы в виде спичек длиной 15—20 мм. Такие образцы брали по странам света через каждые 30 годичных слоев, начиная с 35-го. Мацерацию

* В дальнейшем для удобства изложения материала формы ели будем называть — продольнотрещиноватокорая и гладкокорая.

Т а б л и ц а 1

Тип леса	Формы ели	Длина трахеид (мм) в годичном слое			Средняя длина трахеид, мм
		35-м	65-м	95-м	
Ельник-кисличник (II бонитет)	Продольнотрещиноватокорая	4,00	4,38	4,16	4,18 ± 0,12
	Гладкокорая	3,77	3,63	3,33	3,58 ± 0,08
Ельник-долгомошник (IV бонитет)	Продольнотрещиноватокорая	3,19	3,52	3,31	3,34 ± 0,09
	Гладкокорая	2,71	3,04	2,83	2,86 ± 0,06

Тип леса	Форма ели	Вещества, растворимые в горячей воде	Вещества, экстрагируемые спиртово-бензольной смесью	Целлюлоза по Кюршнеру
Ельник-кисличник (II бонитет)	Продольнотрещиноватокорая	1,39	4,59	51,37
	Гладкокорая	2,72	2,29	44,70
Ельник-долгомошник (IV бонитет)	Продольнотрещиноватокорая	1,97	3,75	49,28
	Гладкокорая	3,31	1,85	43,32

древесины производили смесью азотной кислоты и бертолетовой соли. Для каждой формы измерены 144 трахеиды. Результаты измерений, обработанных методами вариационной статистики, представлены в табл. 1, из которой видно, что формы ели резко отличаются по длине трахеид — у продольнотрещиноватокорой формы в обоих бонитетах они значительно длиннее. Во всех случаях в 65-м годичном слое трахеиды имеют максимальную длину.

Химические анализы древесины проводили по общепринятым методам [6]. Полученные данные, выраженные в процентах к исходной абс. сухой древесине, приведены в табл. 2. Они показывают, что химический состав древесины различных форм ели в основном различается по содержанию целлюлозы. Продольнотрещиноватокорая форма ели имеет древесину, содержащую значительно больше целлюлозы (на 6,0%), чем гладкокорая. Различия по другим компонентам незначительны.

Для определения легкогидролизуемых полисахаридов проводили гидролиз древесных опилок 2,5%-ной серной кислотой на кипящей водяной бане в течение 5 час. Сахара в гидролизате определяли эбуллюстатическим методом, затем их пересчитывали на полисахариды. Состав сахаров устанавливали хроматографическим методом на бумаге. В качестве подвижного растворителя использовали неводный слой смеси этилацетата, пиридина, воды, взятых в отношениях 5 : 1 : 5. Сахара проявляли анилинфталатом при $t = 105^{\circ}\text{C}$ в течение 5 мин. Путем сравнения интенсивности окраски пятен сахаров хроматографируемой пробы и сахаров-свидетелей определяли содержание их в пробе, а затем рассчитывали количество сахаров в гидролизате в процентах от абс. сухой древесины.

Из табл. 3, в которой приведены данные о составе и содержании гемицеллюлоз, видно, что легкогидролизуемых полисахаридов ели содержится несколько больше в древесине гладкокорой формы, чем в древесине продольнотрещиноватокорой формы. У обеих форм ели основ-

ную часть (около 50%) в составе сахаров занимает манноза. Гладкокорая форма дает больше галактозы, чем продольнотрещиноватокорая. В отношении других сахаров определенных различий между исследованными формами нет. Таким образом, нами установлено, что древесины исследованных форм ели заметно различаются по длине древесного волокна и химическому составу.

Формы ели с повышенной скоростью роста и увеличенным содержанием в древесине целлюлозы представляют интерес для отбора плюс-деревьев. Культивирование таких плюс-деревьев позволит ускорить выращивание древесины ели, более пригодной для производства целлюлозы и бумаги.

Таблица 2

Лигнин по Комарову	Метоксильные группы барбитовым полумикрометодом [5]	Пентозаны	Уроновые кислоты	Зола	Легкогидролизуемые
25,63	4,62	12,45	2,08	0,26	11,5
28,73	4,79	10,07	2,94	0,20	12,5
27,27	4,52	11,71	2,02	0,31	12,6
28,36	4,72	10,23	2,82	0,25	13,0

Таблица 3

Тип леса	Формы ели	Содержание легкогидролизуемых полисахаридов, % от абс. сухой древесины	Выход сахаров, % от абс. сухой древесины	Содержание сахаров, % от абс. сухой древесины				
				галактоза	глюкоза	манноза	арабиноза	ксеноза
Ельник-кисличник (II бонитет)	Продольнотрещиноватокорая	11,5	12,9	1,3	0,9	5,4	0,9	2,4
Ельник-долгомошник (IV бонитет)	Гладкокорая	12,5	14,1	2,2	1,1	7,4	1,2	2,2
	Продольнотрещиноватокорая	12,6	14,2	1,2	1,1	7,0	1,5	2,4
	Гладкокорая	13,0	14,6	2,1	1,1	6,6	1,5	2,9

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Ф. Зайцева. Химический состав древесины двух форм летнего дуба: ЖГХ, т. 25; вып. 10, 1952. [2]. С. П. Иванников, С. А. Ростовцев. Содержание целлюлозы и размеры древесного волокна у разных сортов тополей. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1965. [3]. М. С. Некрасов. К изучению формового разнообразия ели на Среднем Урале. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1965. [4]. М. С. Некрасов. Селекционно-лесоводственные особенности и технические свойства древесины ели сибирской на Среднем Урале. Научно-техническая конференция по итогам научно-исследовательских работ за 1964—1965 гг. Сборник аннотаций и докладов. Свердловск, 1966. [5]. А. Н. Пономарев. О химическом составе древесины березы, сосны, осины и ели Урала. Труды УЛТИ, вып. 12, Свердловск, 1958. [6]. Т. И. Руднева, С. Д. Антоновский. Руководство к практическим работам по химии древесины и целлюлозы. Л., 1951. [7]. Ю. Д. Третьяк, Д. М. Винокуров. Связь между некоторыми морфологическими и химическими изменениями у бука европейского. Научные труды УЛТИ, том IV, Львов, 1959.

Поступила в редакцию
20 сентября 1966 г.

УДК 547.458

МЕХАНОХИМИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ПОЛИСАХАРИДОВ В ПРИСУТСТВИИ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Сообщение 7

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОЦЕСС ДЕСТРУКЦИИ

Н. В. ЧАЛОВ

Доцент, кандидат технических наук

Н. Н. БЛИНОВА

И. о. старшего научного сотрудника

(Всесоюзный НИИ гидролизной и сульфитно-спиртовой промышленности)

В ряде работ показано, что с повышением температуры увеличивается скорость механохимической деструкции полисахаридов в присутствии хлористого водорода [3], соляной [6] и серной [2] кислот. Однако общие закономерности процесса не установлены. Решению этого вопроса посвящено наше сообщение.

Методика исследований

Для изучения брали целлолигнин, полученный из древесины сосны. Серную кислоту вводили в целлолигнин по методике, приведенной в одной из наших работ [4], в количестве 0,034 модуля по моногидрату. Концентрация кислоты — 80 вес. %.

Механохимическую деструкцию вели в лабораторной вибромельнице при отношении веса мелющих тел (стальных шариков диаметром 5 мм) к весу целлолигнина как 15 : 1, при амплитуде колебаний 30 мм и частоте 100 рад/сек. Помольная камера была снабжена кожухом, что позволяло регулировать температуру процесса с точностью $\pm 2^\circ$.

Процесс деструкции оценивали по количеству полисахаридов, переведенных в легкогидролизуемое состояние, которые определяли методами гидролиза и этанолиза.

По методу гидролиза продукт деструкции кипятили с 4%-ной серной кислотой в течение 3 час, затем в растворе определяли сахара эбулостатическим способом и по ним устанавливали содержание легкогидролизуемой фракции полисахаридов.

Этанолиз вели в присутствии 10% серной кислоты в ампулах при 100°C в течение 3 час. В остатках после отделения легкогидролизуемой фракции определяли трудногидролизуемые полисахариды по стандартному методу.

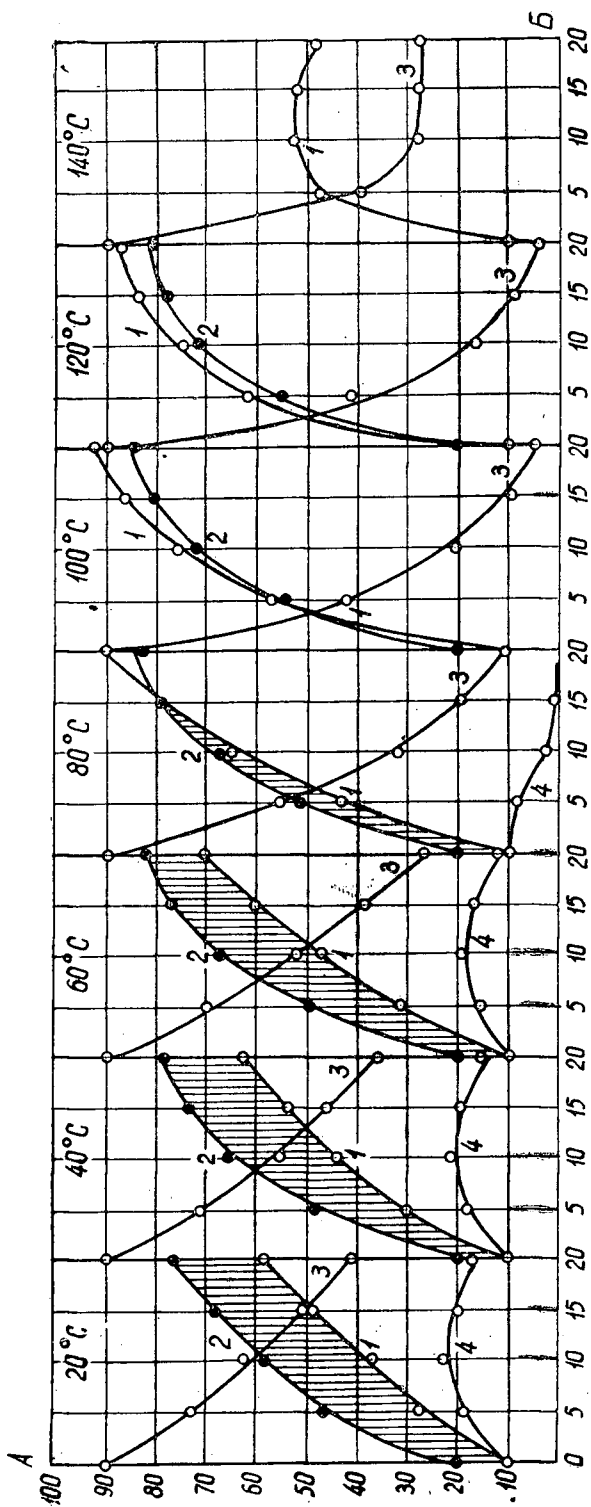


Рис. 1. Кинетические кривые процесса механохимической деструкции полисахаридов целлолиггина в присутствии серной кислоты. А — полисахариды, %; Б — продолжительность деструкции, мин; 1 — легкогидролизуемая фракция по определением методом гидролиза; 2 — легкогидролизуемая фракция по определением методом этанолиза; 3 — трудногидролизуемая фракция в остатке после определения легкогидролизуемой фракции методом гидролиза; 4 — фракция „Б“ (разность между определениями легкогидролизуемой фракции методом этанолиза и гидролиза).

Результаты исследований

Полученные экспериментальные данные представлены на рис. 1. Они свидетельствуют о значительном ускорении реакции механохимической деструкции с повышением температуры от 20 до 120°С. Но при 140°С происходит качественное изменение реакции, деструктируемый материал пластифицируется, налипает на мелющие тела и на стенки помольной камеры, и процесс деструкции приостанавливается. Известно, что в пластичном состоянии скорость деструкции замедляется [1].

Обращает на себя внимание различие в определениях легкогидролизуемой фракции по методам гидролиза и этанолиза. При 20—60°С это различие значительно, но при 80°С показатели совпадают по обоим методам. Такое явление было отмечено нами и ранее [5]; при этом установлено, что при нагреве продукта деструкции различие в определениях легкогидролизуемой фракции исчезает. Закономерности этого процесса освещены в нашем предыдущем сообщении [7].

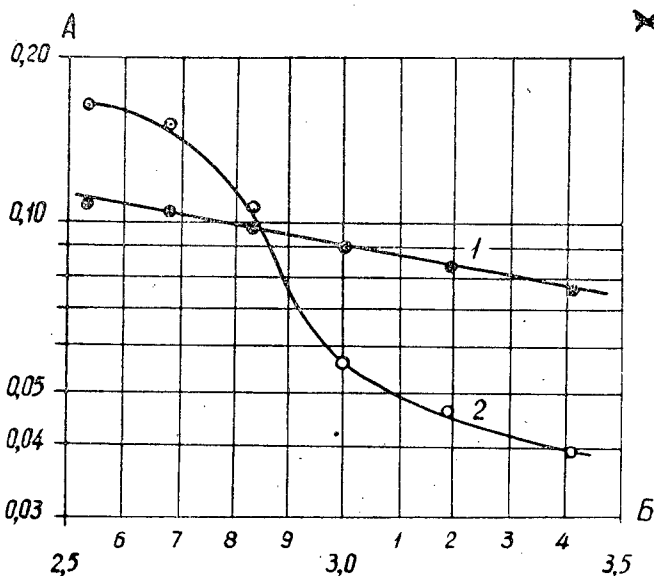


Рис. 2. Зависимость в аррениусовых координатах констант скорости механохимической деструкции от температуры по данным этанолиза 1 и гидролиза 2.

А — константа скорости деструкции, мин⁻¹; Б = $\frac{1}{T} \cdot 10^{-3}$
(Т — абсолютная температура, °К).

Обработка экспериментальных результатов показала, что по данным как гидролиза, так и этанолиза механохимическая деструкция полисахаридов протекает по реакции первого порядка. В аррениусовых координатах (рис. 2) зависимость констант скорости деструкции от температуры по данным этанолиза выражается прямой линией и имеет следующий вид:

$$K_0 = 0,2956 \exp(-E/RT),$$

где K_0 — константа скорости механохимической деструкции по данным этанолиза, мин⁻¹;

E — энергия активации, равная 198,8 кал/г-моль;
 R — газовая постоянная, равная 1,985 кал/г-моль · град;
 T — абсолютная температура, °К.

Это показывает, что по результатам этанолиза реакция механохимической деструкции является простой реакцией разрыва глюкозидных связей в макромолекуле полисахарида.

По показателям гидролиза температурная зависимость констант скорости деструкции в аррениусовых координатах (рис. 2) выражается кривой. Следовательно, в данном случае реакция деструкции сложная и состоит по крайней мере из двух последовательно протекающих реакций. Значения энергии активации в различных температурных интервалах изменяются и составляют 1025 кал/г-моль при 20—40°С, 1850 кал/г-моль при 40—60°С, 4700 кал/г-моль при 60—80°С, а затем с повышением температуры энергия активации уменьшается. Значит одновременно с последовательными реакциями протекает и параллельная. В первую очередь это механохимическая деструкция под влиянием механического воздействия, в результате которой получается полидисперсный продукт. Этот продукт можно разделить на фракцию *A*, представляющую собой гидролизующиеся в мягких условиях полисахариды (метод гидролиза), и фракцию *B*, представляющую собой полисахариды, которые определяются как легкогидролизуемые по разности между показателями этанолиза и гидролиза.

Под влиянием механического воздействия фракция *B* переходит в *A* — это последовательно протекающая реакция. Но как установлено нами ранее [5], [7], фракция *B* может быть превращена во фракцию *A* термическим воздействием (нагрев) без механического. В данном случае это последовательно протекающая термическая деструкция. В условиях одновременного механического воздействия и повышения температуры эти реакции протекают параллельно. Конечный результат будет зависеть от скорости этих реакций, которая определяется температурой и интенсивностью механического воздействия.

По данным одной из наших работ [7], при 20°С скорость механохимической деструкции фракции *B* в 1000 раз больше скорости термической деструкции, при 100°С скорость термической деструкции больше механохимической. Следовательно, увеличение скорости суммарной реакции деструкции с повышением температуры определяется скоростью образования промежуточных продуктов (фракция *B*), способных претерпевать термическую деструкцию. По этой причине при температуре выше 100°С суммарная скорость деструкции замедляется, и конечный эффект зависит от интенсивности механического воздействия.

Для обобщения кинетических кривых (рис. 1) выхода легкогидролизуемой фракции по показателям гидролиза применяли метод трансформации, приняв кинетическую кривую при 100°С за стандартную. Результаты трансформации приведены на рис. 3. Из рисунка видно, что показатели при различных температурах могут быть вычислены по показателям, полученным при 100°С. В аррениусовых координатах зависимость коэффициентов трансформации от температуры (рис. 4) представляет ломаную линию, ее участки прямолинейны при 20—60°С и 80—100°С. Пользуясь приведенной графической зависимостью, можно интерполировать значения коэффициентов трансформации.

По коэффициентам трансформации (рис. 3) можно оценить суммарный эффект ускорения реакции деструкции с повышением температуры.

В одной из наших работ [7] изучена только термическая деструкция, механическое воздействие отсутствовало. При термическом воздей-

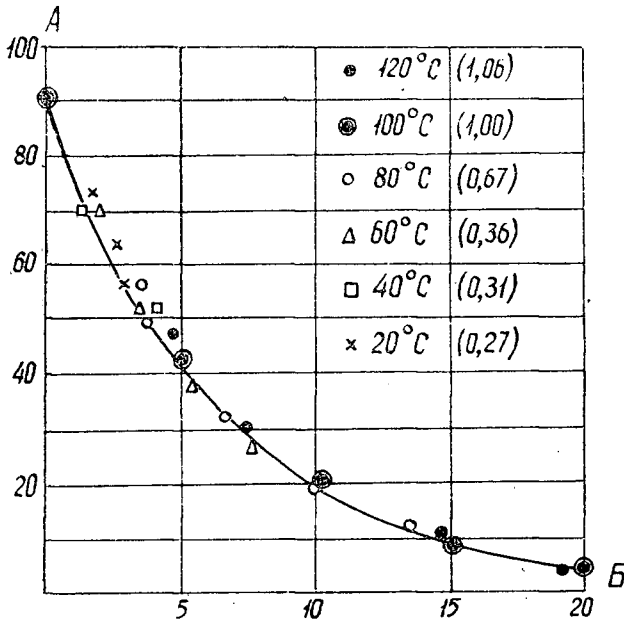


Рис. 3. Трансформация кинетических кривых процесса механохимической деструкции полисахаридов целлолигина на кинетическую кривую при 100°С.

А — трудногидролизуемые полисахариды, %; Б — продолжительность деструкции, мин (в скобках приведены коэффициенты трансформации).

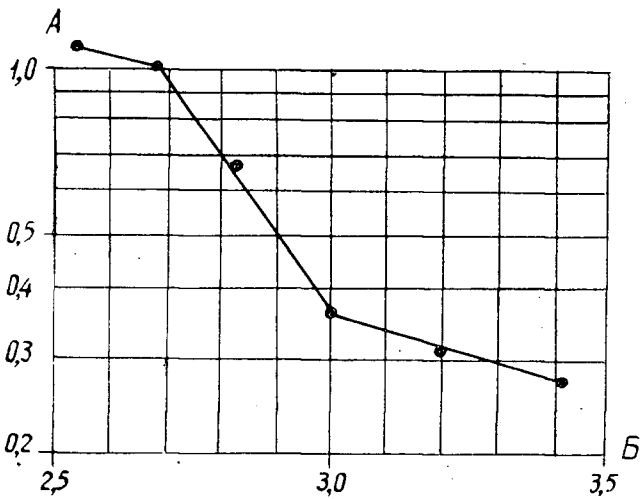


Рис. 4. Зависимость в аррениусовых координатах коэффициентов трансформации от температуры.

А — коэффициент трансформации; $B = \frac{1}{T} \cdot 10^{-3}$
(Т — абсолютная температура, °К).

ствни на продукт 10-минутной механохимической деструкции при 100°С
выход легкогидролизуемой фракции по методу гидролиза достиг

83,5—84,9% от полисахаридов целлолигнина; по данным настоящего исследования (рис. 1) в продукте 10-минутной деструкции при 100°С содержание легкогидролизуемой фракции составило 75,8%, то есть меньше на 10% относительных.

Теоретически выход легкогидролизуемой фракции в условиях одновременного механического и температурного воздействий должен быть больше, чем по данным, полученным нами ранее [7]. В действительности имеет место обратное явление. Такое положение объясняют полученные при 140°С показатели деструкции, когда в результате значительной пластификации реакция деструкции приостанавливается. Но, очевидно, нарастание пластичных свойств деструктируемого материала идет постепенно и имеет место при более низких температурах. По-видимому, при 100°С деструктируемый материал приобретает заметную пластичность, а это, как известно [1], отражается на скорости деструкции. Следовательно, необходимо разработать мероприятия по предотвращению пластификации деструктируемого материала при 100°С и выше.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. К. Барамбойм. Механохимия полимеров. М., Ростехиздат, 1961.
[2]. Г. И. Горохов. Сборник трудов ВНИИГСа. Т. 13, 39, 1965. [3]. А. В. Крупнова, В. И. Шарков. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 3, 3, 1964. [4]. Н. В. Чалов. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 7, 4, 1962. [5]. Н. В. Чалов, Ю. К. Лаппо-Данилевский, Е. Ф. Горячих, Н. Н. Блинова, Л. А. Жданова. Сборник трудов ВНИИГСа. Т. 12, 1964. [6]. Н. В. Чалов, Е. Ф. Горячих, В. И. Шарков. Сборник трудов ВНИИГСа. Т. 13, 23, 1965. [7]. Н. В. Чалов, Н. Н. Блинова. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 140, 1966.

Поступила в редакцию
15 июня 1965 г.

УДК 674.093 : 65.011.4

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВИССЛЕДОВАНИЕ И УСТАНОВЛЕНИЕ
НАИБОЛЕЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНЫХ ФОРМУЛ ОБЪЕМА БРЕВЕН
ДЛЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБМЕРА И УЧЕТА
ДРЕВЕСИНЫ НА ПОПЕРЕЧНЫХ ТРАНСПОРТЕРАХ *

А. Э. СПРОГИС

Аспирант

(ЦНИИЛесосплава)

Вопрос автоматизации учета леса на поперечных транспортерах наиболее просто решается при обмере срединного диаметра. Для измерения диаметра вершинного отреза необходимо иметь датчики по краям бревна и схему выбора наименьшего диаметра, что очень усложняет устройство. Поэтому целесообразно идти по пути обмера срединного диаметра бревна, хотя при этом появляется необходимость значения объема приводить к указанным табличным для единообразия учета круглых лесоматериалов [4].

При обмере срединного диаметра на поперечных транспортерах, где бревна обычно выравнивают по одному торцу, достаточно иметь лишь один измерительный датчик. Расстояние от торцевальной плоскости, на котором следует устанавливать датчик, должно выбираться в зависимости от длин перемещаемого леса. Анализ показывает, что получаемая при этом погрешность измерения диаметра не превышает дискрету отсчета воспринимающих устройств и поэтому может не приниматься во внимание. Длина бревен при этом определяется визуально или с помощью специальных датчиков.

Приближенные значения объема части древесного ствола при обмере срединного диаметра можно получить по известной в литературе формуле цилиндров [1]. Но так как круглый лес обычно обмеряют в неокоренном виде, то некоторые исследователи предлагают в эту формулу вводить коэффициент, учитывающий объем коры [2], [4].

Формула цилиндров имеет вид

$$V = \lambda \frac{\pi d_{\text{ср.к}}^2}{4} l, \quad (1)$$

где V — объем бревна;
 $d_{\text{ср.к}}$ — измеряемый срединный диаметр в коре;
 l — длина бревна;
 λ — коэффициент приведения.

* От редакции. Метод измерения бревен по срединному диаметру допустим только в тех случаях, когда бревна ориентированы на транспортере по их срединам или когда разность в длинах бревен невелика и, следовательно, ошибкой в измерении срединного диаметра можно пренебречь.

Этот коэффициент должен устанавливаться таким образом, чтобы при решении уравнения (1) значения объема наиболее соответствовали табличным значениям. Величины коэффициента колеблются в довольно больших пределах (0,8—1).

При массовых замерах приходится пользоваться одним из усредненных коэффициентов, что в некоторых случаях может привести к систематическим погрешностям в определении объема бревна. Различные условия произрастания леса и различные расстояния транспортировки до момента измерения обуславливают установление коэффициента для каждого измерительного устройства. Это потребует значительных затрат на предварительный тщательный ручной обмер опытных партий леса и на сравнение с результатом, полученным при обмере той же партии автоматизированным устройством при коэффициенте, условно принятом за единицу.

Для определенных партий величина коэффициента может быть установлена неточно, с одной стороны, из-за отсутствия надлежащей методики производства всех опытных замеров, а с другой стороны, из-за периодического изменения качества поступающего леса; в результате объемы, вычисленные по формуле (1), могут показаться сомнительными и вызвать производственные споры.

Так как оператор вводит коэффициент в автоматизированных устройствах обычно вручную, то правильность его установки в момент измерения не контролируется, он может быть установлен субъективно, заведомо неверно. Отсюда следует, что автоматизированная система для определения объема по формуле (1) должна оснащаться печатающим устройством, где величина коэффициента приведения должна фиксироваться наряду с получаемыми значениями объема. Применение печатающего устройства значительно усложняет систему и не всегда экономически оправдано.

Таким образом, практическая реализация формулы (1) может оказаться затруднительной из-за сложности определения коэффициента приведения и вытекающих отсюда последствий.

При замере срединного диаметра автоматизированным устройством имеется возможность некоторые формулы табличных значений объема получать на основании изученных закономерностей строения древесного ствола, для практической реализации которых не требуется отыскивать коэффициент приведения.

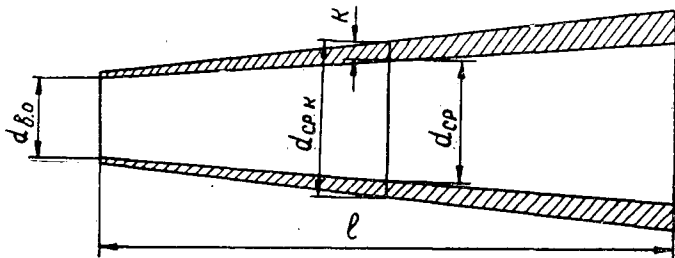


Рис. 1.

На рис. 1 представлены основные геометрические параметры измеряемого бревна. При допущении, что толщина коры и сбег одинаковы на участке ствола от срединного сечения до вершинного отреза, можно записать

$$d_{\text{ср.к}} = d_{\text{ср.к}} - 2K; \quad (2)$$

$$d_{\text{ср}} = d_{\text{в.о}} + \frac{il}{200};$$

$$d_{\text{ср.к}} = d_{\text{в.о}} + 2K + \frac{il}{200};$$

$$d_{\text{в.о}} = d_{\text{ср.к}} - 2K - \frac{il}{200}, \quad (3)$$

где $d_{\text{ср.к}}$ — измеряемый срединный диаметр в коре;
 $d_{\text{ср}}$ — срединный диаметр без коры;
 $d_{\text{в.о}}$ — вершинный диаметр без коры;
 K — толщина коры;
 i — сбеги;
 l — длина бревна.

В выражение (3) входят неизвестные, которые не воспринимаются обмерным устройством, но их можно выразить как функцию от измеряемого диаметра на основании широко изученных среднестатистических зависимостей. Так, на основании обработки массовых таблиц [3], произведенной Г. А. Вильке [2], и опытных измерений Гипролестранса, проведенных в лесах Пермской области, можно заключить, что толщина коры находится в линейной зависимости от диаметра ствола.

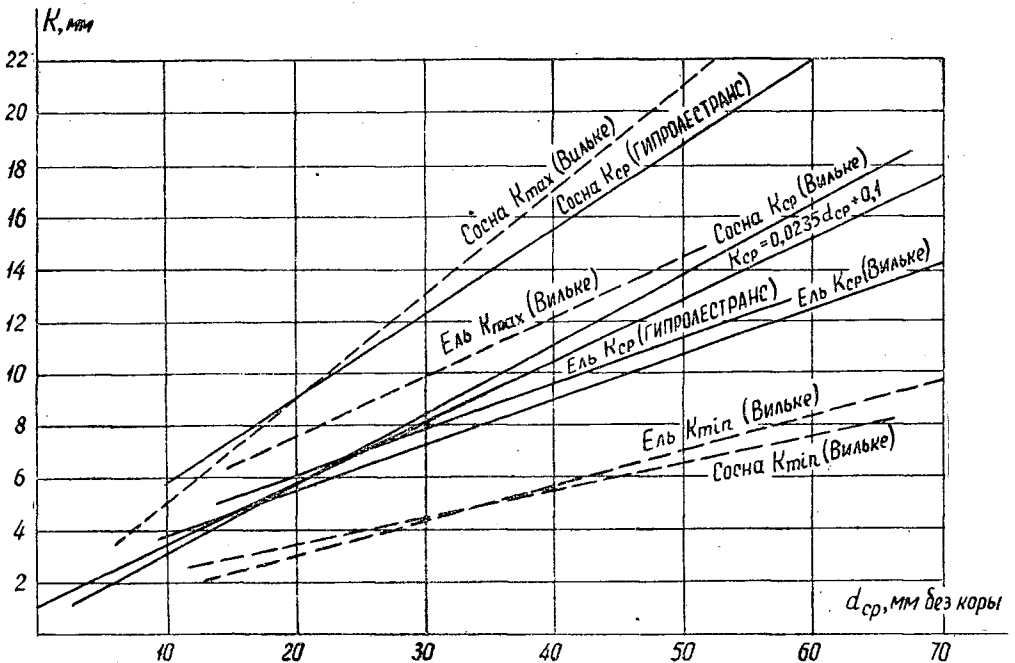


Рис. 2.

На рис. 2 представлены максимальные, минимальные и средние значения толщины коры по материалам различных исследований. Из рассмотрения имеющихся прямых можно допустить усредненную функцию $K = f(d_{\text{ср}})$ и представить ее в виде линейного уравнения

$$K = 0,0235d_{\text{ср}} + 0,1. \quad (4)$$

Подставляя в выражение (4) уравнение (2), получим

$$K = 0,0235(d_{\text{ср.к}} - 2K) + 0,1.$$

Решая это уравнение относительно K , найдем

$$K = 0,0225d_{\text{ср.к}} + 0,095. \quad (5)$$

Зависимости сбега от диаметров изучал Н. П. Анучин на больших партиях леса [1]. На основании этих исследований можно считать, что

$$i = 0,021d_{\text{ср.к}} + 0,39. \quad (6)$$

Таким образом, уравнения (5) и (6) позволяют выразить толщину коры и сбег как функцию от измеряемого срединного диаметра.

Подставим выражения (5) и (6) в уравнение (3) и для удобства дальнейших преобразований коэффициент 0,0225 обозначим через a , коэффициент 0,095 через b , 0,39 — через c и 0,021 — через f . Тогда получим

$$\begin{aligned} d_{\text{в.о}} &= d_{\text{ср.к}} - 2(ad_{\text{ср.к}} + b) - \frac{(c + fd_{\text{ср.к}})l}{200} = \\ &= d_{\text{ср.к}} \left(1 - 2a - \frac{fl}{200} \right) - \left(2b + \frac{cl}{200} \right) = \\ &= \frac{200 - 400a - fl}{200} \left(d_{\text{ср.к}} - \frac{400b + cl}{200 - 400a - fl} \right). \end{aligned} \quad (7)$$

Обозначив $\frac{200 - 400a - fl}{200}$ через D , $\frac{400b + cl}{200 - 400a - fl}$ через C , уравнение перепишем в общем виде

$$d_{\text{в.о}} = D(d_{\text{ср.к}} - C). \quad (8)$$

Полученное уравнение (8) позволяет от известного при измерении срединного диаметра условно перейти к диаметру вершинного отреза того же бревна.

Известен ряд формул, аппроксимирующих табличные значения объема при известных диаметре вершинного отреза и длине. Наиболее точные результаты применительно к массовым сортаментам длиной 4—6,5 м дает предложенная нами формула [5]

$$V_{\text{табл}} = d_{\text{в.о}}^2(l - 36) + 48(l - 380). \quad (9)$$

Подставляя в формулу (9) значение $d_{\text{в.о}}$ по уравнению (7), получим

$$\begin{aligned} V_{\text{табл}} &= [D(d_{\text{ср.к}} - C)]^2(l - 36) + 48(l - 380) = \\ &= D^2(l - 36) \left[(d_{\text{ср.к}} - C)^2 + \frac{48(l - 380)}{D^2(l - 36)} \right]. \end{aligned} \quad (10)$$

Обозначив $D^2(l - 36)$ через A , $\frac{48(l - 380)}{D^2(l - 36)}$ через B , уравнение (10) перепишем в общем виде

$$V_{\text{табл}} = A[(d_{\text{ср.к}} - C)^2 + B]. \quad (11)$$

Так как

$$A = (l - 36) \left(\frac{200 - 400a - fl}{200} \right)^2;$$

$$B = \frac{48(l-380)200^2}{(l-36)(200-400a-fl)^2};$$

$$C = \frac{400b+cl}{200-400a-fl},$$

то для сортиментов определенных длин уравнение (11) примет вид для 6 м

$$V_{\text{табл. 6}} = 450[(d_{\text{ср. к}} - 1,52)^2 + 23,6];$$

для 6,5 м

$$V_{\text{табл. 6,5}} = 485[(d_{\text{ср. к}} - 1,64)^2 + 26,8].$$

У какой-то части обмеряемого бревна величины K и i естественно могут несколько отличаться от средних значений, введенных в уравнение (11); в результате наблюдаются некоторые погрешности в определении объема отдельных бревен. Но при возрастании числа замеров суммарная величина этих погрешностей уменьшается и достигает допустимых значений, принятых при обмере конечных партий леса (например, пучка).

Анализ таблиц объемов цилиндров (при обмере срединного диаметра) и таблиц ГОСТа 2708—44 (при обмере диаметра вершинного отреза) показал, что значения объема бревен по этим таблицам почти совпадают, если сбег принимать по формуле Н. П. Анучина.

Тогда при обмере окоренных бревен по срединному диаметру табличным значениям объема будет соответствовать формула цилиндров, а при обмере неокоренных бревен значение диаметра в этой формуле должно быть уменьшено на удвоенную толщину коры

$$V_{\text{табл}} = \frac{\pi(d_{\text{ср. к}} - 2K)^2}{4} l. \quad (12)$$

Подставляя в уравнение (12) выражение (5) при ранее принятом обозначении коэффициентов, формула будет выглядеть так:

$$V_{\text{табл}} = \frac{\pi[d_{\text{ср. к}} - 2(ad_{\text{ср. к}} + b)]^2 l}{4} = \frac{\pi l(1-2a)^2}{4} \left(d_{\text{ср. к}} - \frac{2b}{1-2a}\right)^2. \quad (13)$$

Обозначив $\frac{\pi l(1-2a)^2}{4}$ через A_1 , $\frac{2b}{1-2a}$ через C_1 , уравнение (13) запишем в общем виде

$$V_{\text{табл}} = A_1(d_{\text{ср. к}} - C_1)^2. \quad (14)$$

Для сортиментов длиной 6,5 м формула (14) примет вид

$$V_{\text{табл. 6,5}} = 465(d_{\text{ср. к}} - 0,2)^2.$$

Анализ результатов вычислений объемов бревен (произведенных по формулам (11), (14)), у которых тщательно обмеряли $d_{\text{ср. к}}$ и $d_{\text{в.о.}}$, показал, что по сравнению с табличным значением максимальная ошибка с вероятностью 0,998 на партии леса в 150 бревен не превысит $\pm 2,4\%$. При вычислении объема по формуле (1) ошибка с той же вероятностью при благоприятно подобранном коэффициенте 0,88 составила $\pm 2,5\%$.

Таким образом, точность уравнений (11), (14) несколько большая, чем уравнения (1), вследствие того, что в первых формулах функциональные зависимости толщины коры и сбega от диаметра в какой-то степени учитывают индивидуальные особенности обмеряемых бревен, а

в уравнении (1) эти особенности не учтены. Наиболее просто реализация формул (11), (14) в автоматизированных устройствах обмера и учета круглого леса на поперечных транспортерах может осуществляться путем нанесения формул на кодирующие диски. Практическое применение этих уравнений объективно повысит точность учета и исключит необходимость лишних трудозатрат для определения коэффициентов приведения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. П. Анучин. Лесная таксация. Гослесбумиздат, 1960. [2]. Г. А. Вильке. Основы автоматики и автоматизация производственных процессов лесопромышленных предприятий. Изд-во «Лесная промышленность», 1964. [3]. Массовые таблицы для сосны, ели, дуба, березы и осины по классам бонитета. Сельколхозгиз, 1931. [4]. Д. Д. Мацкевич. Методы и средства автоматического учета леса на сплаве. Изд-во «Лесная промышленность», 1965. [5]. А. Э. Спрогис. Отчет по теме № 2. ЦНИИЛесосплава, 1965.

Поступила в редакцию
20 августа 1966 г.

УДК 62—523

К ВОПРОСУ О РАСЧЕТЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОСЫЛОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМ

К. С. КЛЫКОВ

Аспирант

Ю. М. ВАРАКИН

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Наша статья посвящена исследованию одной из простейших систем привода посылочного механизма, разработанной СибНИИЛХЭ.

В этом приводе осуществляется автоматическое регулирование величины посылки в зависимости от изменения мощности, потребляемой главным двигателем лесопильной рамы D_1 . Принципиальная схема

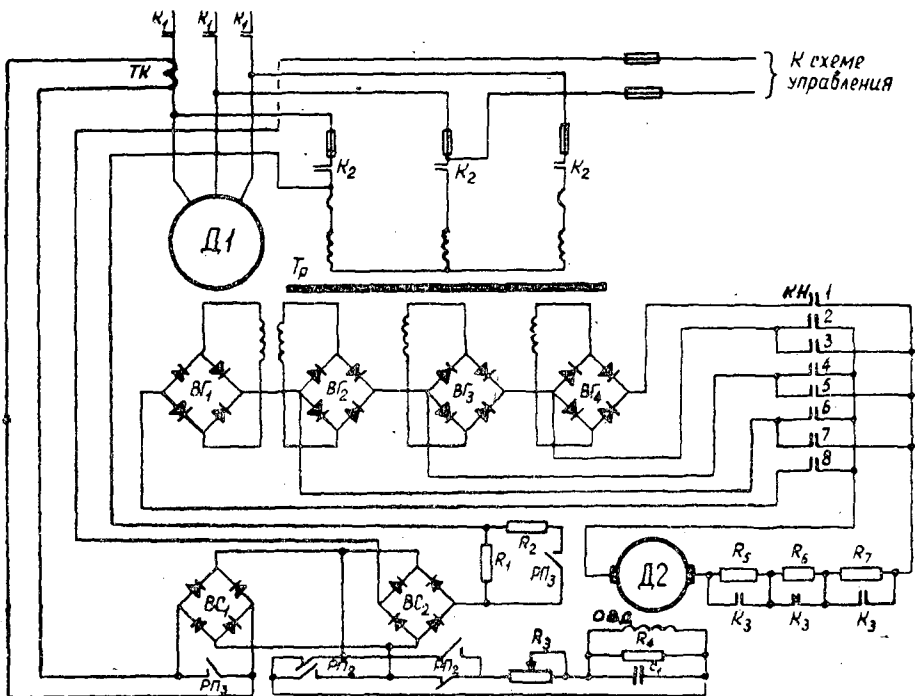


Рис. 1.

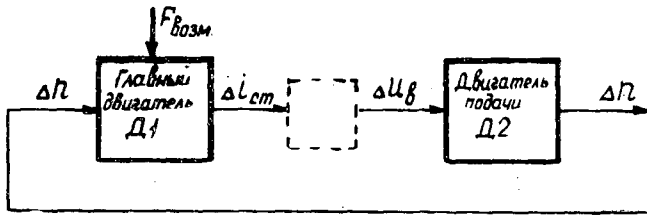


Рис. 2.

системы автоматического регулирования дана на рис. 1. Посылочный механизм приводится в движение от электродвигателя постоянного тока D_2 , скорость вращения которого меняется при изменении мощности, потребляемой главным электродвигателем лесопильной рамы. Принцип действия этой схемы достаточно полно описан в литературе [4], [5].

Структурная схема системы автоматического регулирования (САР) приведена на рис. 2 и представлена в виде следующих звеньев: асинхронного двигателя, преобразовательного звена и двигателя постоянного тока.

Уравнение асинхронного двигателя D_1 имеет вид

$$(T_1 p + 1) \Delta i_{ст} = k_1 \Delta n, \tag{1}$$

- где T_1 — постоянная времени асинхронного двигателя;
 $i_{ст}$ — ток статорной обмотки;
 n — число оборотов двигателя посылочного механизма;
 k_1 — коэффициент усиления звена.

Постоянная времени двигателя T_1 определяется зависимостью

$$T_1 = \frac{GD_1^2 n_0}{375 M_0}, \tag{2}$$

- где GD_1^2 — приведенный к валу двигателя маховой момент вращающихся и поступательно движущихся масс;
 n_0 — синхронное число оборотов;
 M_0 — начальный момент двигателя.

Уравнение двигателя постоянного тока D_2 при регулировании скорости вращения путем воздействия на поток возбуждения имеет вид [7]

$$[T_{2в} T_{2м} T_{2я} p^3 + T_{2м} (T_{2я} + T_{2в}) p^2 + (T_{2м} + T_{2в}) p + 1] \Delta n = (T_{2я} p + k_2) \Delta u_{в}, \tag{3}$$

- где $T_{2в}$ — постоянная времени цепи возбуждения;
 $T_{2м}$ — электромеханическая постоянная времени двигателя;
 $T_{2я}$ — постоянная времени цепи якоря;
 k_2 — коэффициент усиления звена;
 $u_{в}$ — напряжение на обмотке возбуждения.

Постоянные времени цепей возбуждения $T_{2в}$ и якоря $T_{2я}$ определяются соответственно отношениями индуктивностей этих цепей $L_{в}$ или $L_{я}$ к их активному сопротивлению $R_{в}$ или $R_{я}$

$$T_{2в} = \frac{L_{в}}{R_{в}}; \tag{4}$$

$$T_{2я} = \frac{L_{я}}{R_{я}}. \tag{5}$$

Электромеханическая постоянная времени $T_{2м}$ двигателя D_2 определяется зависимостью

$$T_{2м} = \frac{GD_2^2 R_{я}}{375 C_e \cdot C_m}, \quad (6)$$

где GD_2^2 — приведенный к валу двигателя маховой момент вращающихся масс посыльного механизма;

C_e и C_m — постоянные двигателя.

Уравнение преобразовательного звена имеет вид

$$\Delta u_B = k_3 \Delta i_{ст}, \quad (7)$$

где k_3 — коэффициент усиления звена.

Численные значения постоянных времени и коэффициентов усиления для звеньев САР привода СибНИИЛХЭ приведены в табл. 1.

Таблица 1

Звено	Постоянные времени, сек	Коэффициент усиления
Главный двигатель	$T_1 = 0,4$	$k_1 = 1$
Двигатель механизма подачи	$T_{2м} = 0,6; T_{2я} = 0,05;$ $T_{2в} \rightarrow 0$	$k_2 = 100$
Преобразователь	—	$k_3 = 0,1$

Как видно из табл. 1, значения $T_{2я}$ и $T_{2в}$ невелики и не оказывают существенного влияния на процесс регулирования, поэтому, пренебрегая ими, можно упростить зависимость (3) и записать систему уравнений для САР в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned} (T_1 p + 1) \Delta i_{ст} &= k_1 \Delta n \\ (T_{2м} p + 1) \Delta n &= k_2 \Delta u_B \\ \Delta u_B &= k_3 \Delta i_{ст}. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Характеристическое уравнение САР в этом случае имеет вид

$$(T_1 p + 1)(T_{2м} p + 1) = 0, \quad (9)$$

а передаточная функция разомкнутой САР выразится зависимостью

$$K(p) = \frac{k_1 k_2 k_3}{(T_1 p + 1)(T_{2м} p + 1)}. \quad (10)$$

Годограф характеристического уравнения, представленный на рис. 3, имеет правильную форму и отвечает требованиям критерия А. В. Михайлова, следовательно, система устойчива в разомкнутом состоянии.

Из амплитудно-фазовой характеристики, показанной на рис. 4, видно, что система устойчива и в замкнутом состоянии, так как точка с координатами $(-1; 0)$ не охвачена характеристической кривой.

Указанные зависимости не учитывали наличия возмущающего воздействия в САР. При исследовании системы в качестве возмущения приняты периодические импульсы с частотой 5 гц и длительностью импульса 0,025 сек. Такой характер возмущающего воздействия соответствует нагрузке, воспринимаемой приводом в процессе работы [8].

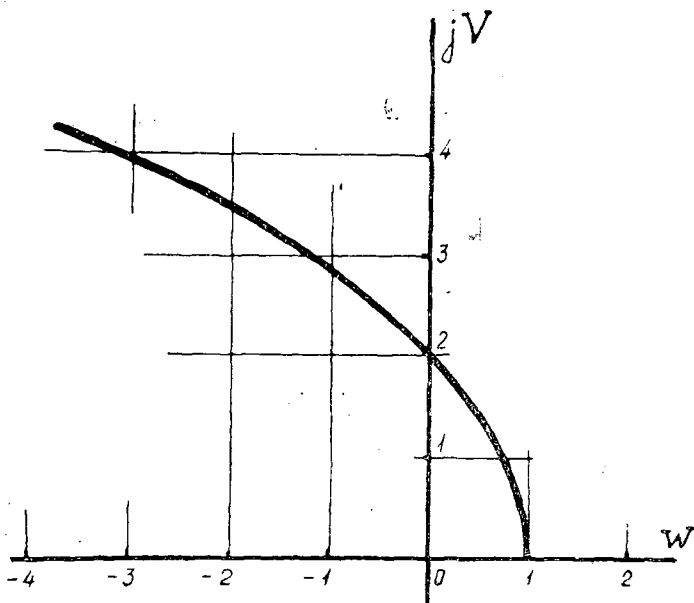


Рис. 3.

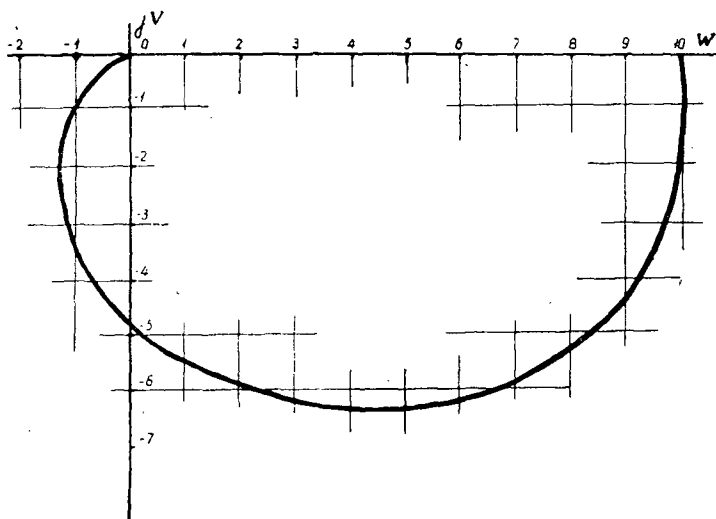


Рис. 4.

Уравнения САР с учетом возмущающего воздействия $F_{\text{возм}}$ имеют вид

$$\left. \begin{aligned} (T_1 p + 1) \Delta i_{\text{ст}} &= k_1 (F_{\text{возм}} - \Delta n) \\ (T_{2\text{м}} \cdot p + 1) \Delta n &= k_2 \Delta u_{\text{в}} \\ \Delta u_{\text{в}} &= k_3 \Delta i_{\text{ст}}. \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

В этом случае передаточная функция замкнутой системы

$$K(p) = \frac{\Delta n}{J_{\text{возм}}} = \frac{k_1 k_2 k_3}{(T_1 p + 1)(T_{2M} p + 1) + k_1 k_2 k_3}, \quad (12)$$

а обобщенная амплитудно-фазовая характеристика в соответствии с положениями теории автоматического регулирования [1], [3] может быть записана в следующем виде:

$$\Phi(z) = z k(z) L[F_{\text{возм}}], \quad (13)$$

где $L[F_{\text{возм}}] = \frac{1}{8z}$ — изображение функции возмущающего воздействия в преобразовании Лапласа.

Подставив в уравнение (13) величину $\frac{1}{8z}$ вместо $L[F_{\text{возм}}]$, получим

$$\Phi(z) = \frac{k_1 k_2 k_3}{8(T_1 z + 1)(T_{2M} z + 1) + k_1 k_2 k_3}. \quad (14)$$

Если в уравнении (14) обобщенную координату z заменить на $j\omega$, то зависимость будет частотной характеристикой САР. Вещественная часть частотной характеристики САР после некоторых преобразований приобретает вид

$$Re(\omega) = \frac{5,2(-\omega^2 + 46)}{\omega^4 - 70\omega^2 + 2100}. \quad (15)$$

Графически вещественная часть частотной характеристики представлена на рис. 5. Пользуясь положениями теории автоматического регулирования [3], на основании графика $Re(\omega)$ мы построили график переходного процесса в САР (рис. 6). Кривая A показывает, что переходный процесс носит затухающий характер и продолжается около 1,7 сек.

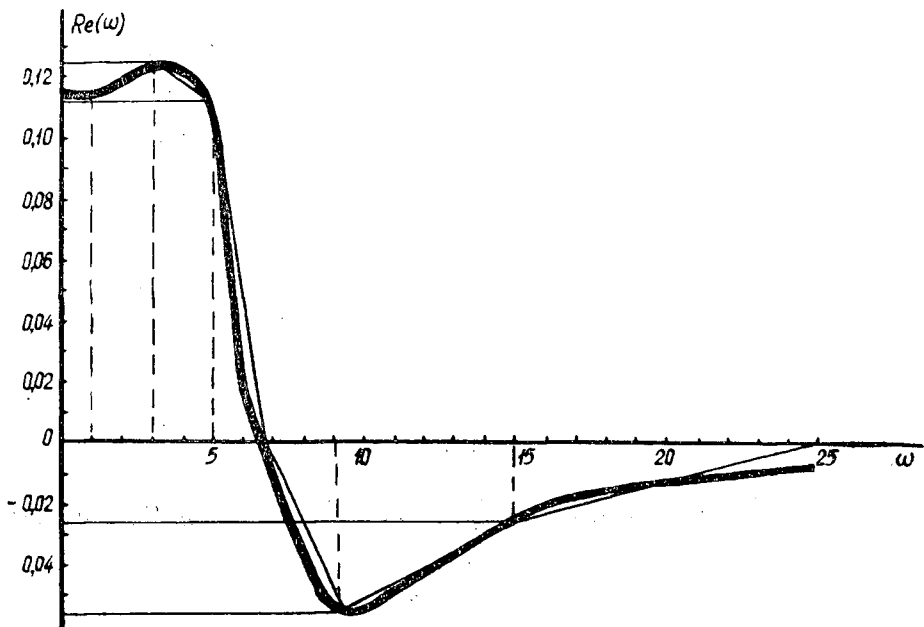


Рис. 5.

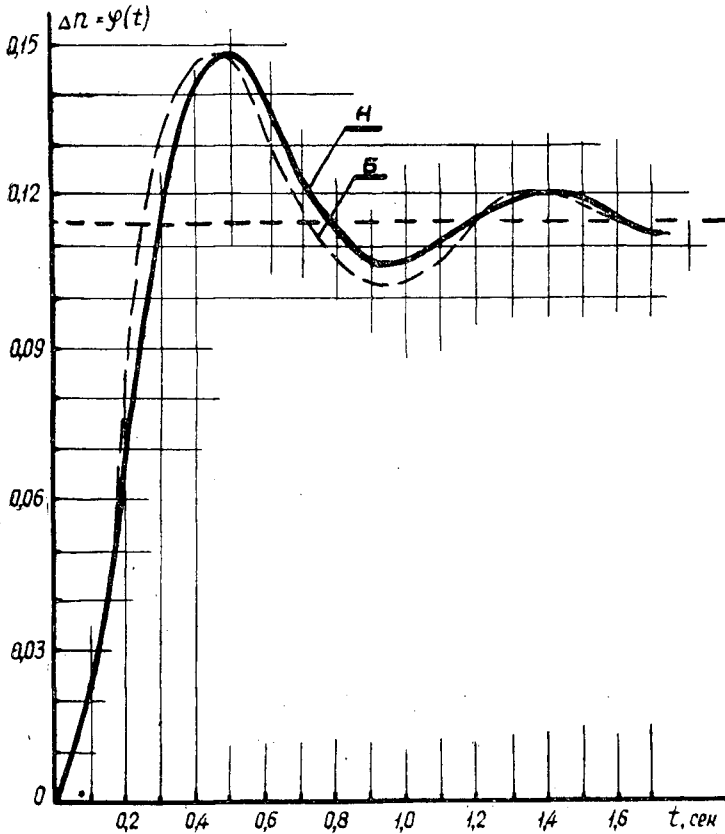


Рис. 6.

Из анализа графика видно, что регулируемая величина достигает своего нового значения через 0,3 сек: В дальнейшем ходе процесса эта величина, затухая, колеблется около нового значения; при этом в первый период переходного процесса перерегулирование достигает 30%.

В ходе исследований САР посылочного механизма СибНИИЛХЭ было проведено электрическое моделирование привода на моделирующей установке типа МН-7 в соответствии с существующей методикой [2], [6].

Для удобства моделирования уравнения САР были представлены в преобразованном виде

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\Delta i_{ст}}{dt} &= -\frac{1}{T_1} \Delta i_{ст} + \frac{k_1}{T_1} F_{возм} - \frac{k_1}{T_1} \Delta n \\ \frac{d\Delta n}{dt} &= -\frac{1}{T_{2М}} \Delta n + \frac{k_2}{T_{2М}} \Delta u_B \\ \Delta u_B &= k_3 \Delta i_{ст} \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Схема набора блоков на рабочей панели МН-7 показана на рис. 7. Уравнения использованных блоков имеют вид

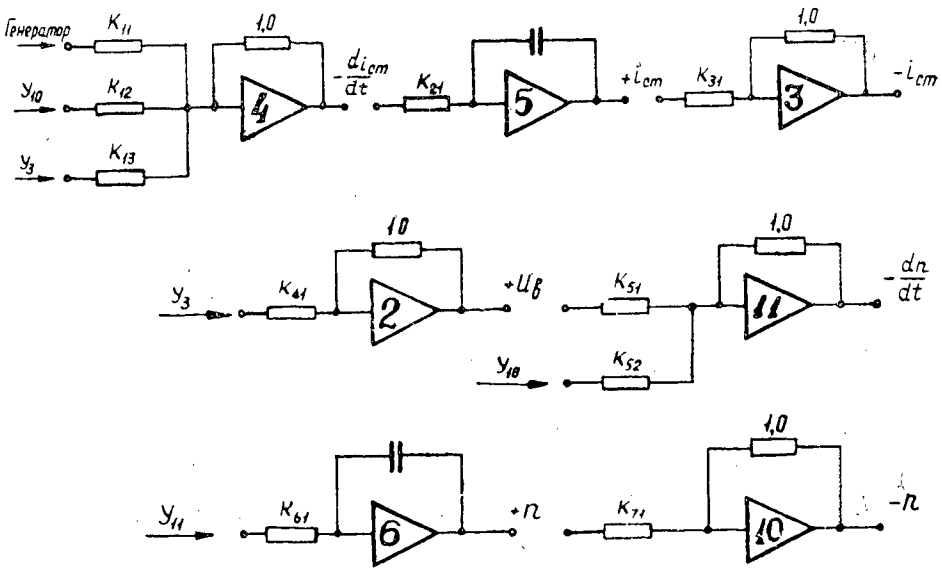


Рис. 7.

$$\left. \begin{aligned}
 u_4 &= -(k_{11}u_{ген} + k_{12}u_{10} + k_{13}u_3) \\
 u_5 &= -\frac{1}{p} k_{21}u_4 \\
 u_3 &= -k_{31}u_5 \\
 u_2 &= -k_{41}u_3 \\
 u_{11} &= -(k_{51}u_2 + k_{52}u_{10}) \\
 u_6 &= -\frac{1}{p} k_{61}u_{11} \\
 u_{10} &= -k_{71}u_6.
 \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

В соответствии со схемой моделирования были использованы следующие уравнения преобразования переменных

$$\left. \begin{aligned}
 \Delta i_{ст} &= M_i u_5 \\
 \Delta u_B &= M_u u_2 \\
 \Delta n &= M_n u_6 \\
 t &= M_t t_{маш} \\
 F_{возм} &= M_f u_{ген}.
 \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

Приняты следующие значения масштабных коэффициентов: $M_i = 1,0$; $M_u = 0,01$; $M_n = 0,2$; $M_t = 0,2$; $M_f = 0,01$.

Значения передаточных коэффициентов вычисляли по существующей методике моделирования [2], [6]: $k_{11} = 0,01$; $k_{12} = 1,0$; $k_{13} = 0,2$; $k_{21} = 0,5$; $k_{31} = 5,0$; $k_{41} = 2,0$; $k_{51} = 1,0$; $k_{52} = 1,0$; $k_{61} = 1,67$; $k_{71} = 0,2$.

Возмущающие воздействия имитировали посредством генератора прямоугольных импульсов типа ГИП-2м. В качестве регистрирующего

прибора использовали осциллограф типа МПО-2, на вход которого подавали выходной сигнал с блока б.

В результате моделирования была получена кривая переходного процесса, изображенная на рис. 6 пунктиром Б. Показана полная идентичность характера расчетного переходного процесса САР с моделированным.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. З. Ш. Б л о х. Переходные процессы в линейных системах автоматического регулирования. Физматгиз, 1959. [2]. Б. З. З и л ь б е р м а н. Моделирование электроприводов. Госэнергоиздат, 1962. [3]. Н. Н. И в а щ е н к о. Автоматическое регулирование. Машгиз, 1962. [4]. А. И. И о ф ф е. Выбор рационального регулируемого привода к механизму подачи лесопильных рам. Из сб. «Устройство и эксплуатация автоматических и полуавтоматических поточных линий в лесной и деревообрабатывающей промышленности». ГНТИ, 1962. [5]. А. И. И о ф ф е. Регулируемый привод постоянного тока. Журн. «Электричество» № 10, 1961. [6]. Б. Я. К о г а н. Электронные моделирующие устройства и их применение для исследования систем автоматического регулирования. Физматгиз, 1963. [7]. М. В. М е е р о в, В. Г. Д и а н о в. Теория автоматического регулирования и авторегуляторы. Гостехиздат, 1963. [8]. С. М. Х а с д а н. Отчет по теме «Исследование (осциллографирование) сил резания в лесопильной раме. ЦНИИМОД, 1962.

Поступила в редакцию
10 января 1967 г.

УДК 634.0.624

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ПЛАНИРОВАНИЯ
ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**Ф. Т. КОСТЮКОВИЧ**

Доктор сельскохозяйственных наук

(Институт экономики Госплана БССР)

Лесное хозяйство как отрасль материального производства стало на путь самостоятельного отраслевого управления. Этим созданы самые благоприятные условия для успешного решения коренных вопросов лесохозяйственного производства и особенно экономической стороны ведения лесного хозяйства.

Настало время перейти к научно обоснованному плановому размещению лесов, обеспечить необходимый минимум лесистости в малолесных районах страны и сохранить оптимальную лесистость в многолесных районах при проведении лесозаготовок. В каждом районе страны соотношение между лесными и сельскохозяйственными угодьями должно базироваться на научной основе.

Важным условием совершенствования лесохозяйственного производства является необходимость налаживания стоимостного учета лесных ресурсов и ежегодного контроля изменения их баланса.

Государство на выращивание и сбережение лесов ежегодно затрачивает более 400 млн. руб. В результате этих затрат создаются материальные ценности — лес с его многообразными полезностями. Однако эти материальные ценности не находят отражения в народнохозяйственном балансе страны, что уменьшает богатство страны, принижает значение труда работников лесного хозяйства и создает условия для бесконтрольного и нерационального использования лесных ресурсов. (Методика стоимостного учета леса нами разработана ранее*.)

Лесохозяйственное производство характеризуется длительным периодом выращивания, и оценку общего объема производства целесообразно производить по валовой продукции. Общий объем валовой продукции в денежном выражении будет определяться совокупными затратами на все виды работ по выращиванию леса и на содержание административно-хозяйственного персонала текущего года. Но как же установить сводный объем производства в натуральном выражении? В настоящее время в лесхозах применяют более 50 показателей, но в конечном итоге это сводится к выращиванию определенного количества гектаров леса. Основываясь на стоимостной оценке леса, можно опре-

* Ф. Т. Костюкович. Денежная оценка леса. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1958.

делить количество условных гектаров выращенного леса в планируемом году по следующей формуле:

$$K = \frac{З}{C},$$

где K — количество гектаров выращенного леса, при затратах $З$ и стоимости $1 \text{ га } C$.

Исчисление сводного объема производства в лесхозе дает возможность наладить исчисления динамики роста валовой продукции и производительности труда, чего нет в лесохозяйственном производстве.

Однако одним из важнейших мероприятий по улучшению всей хозяйственной деятельности в лесхозах является создание внутри предприятий условий, обеспечивающих введение хозрасчета. Неправильное понимание сущности хозяйственного расчета привело к отрицанию его в лесном хозяйстве страны. В практике лесхозов отношение к хозрасчету определяется формой финансирования работ. Если работы финансируются из государственного бюджета, то обычно считают, что в таких условиях нет хозрасчета. Это нельзя признать правильным. Приниженные роли и значения хозрасчета в лесхозах сковывает инициативу предприятий, не способствует снижению себестоимости работ и экономии государственных средств из-за отсутствия необходимой экономической заинтересованности — стимула предприятий в совершенствовании производства и повышении производительности труда.

Интересы лесного хозяйства, особенно в новых условиях хозяйственной деятельности, требуют коренного изменения отношения к воспроизводству лесного фонда. Необходимо создать объективные экономические условия, способствующие совершенствованию лесохозяйственного производства и надежно обеспечивающие воспроизводство лесного фонда в плановом порядке. Эти работы могут быть доходными и создавать прибыль для предприятий. Главное заключается в создании внутри предприятий хозрасчетных условий воспроизводства лесного фонда. Между тем, в практике социалистического хозяйствования имеется пример того, как бюджетная форма покрытия затрат сочетается с хозрасчетом. Речь идет о строительстве. Известно, что все важнейшие стройки в нашей стране финансируются из источников государственного бюджета. В то же время работы на стройках выполняются на основе хозяйственного расчета. Так же осуществляются мелиоративные и лесоустроительные работы. Этот пример можно распространить и на лесное хозяйство.

В лесохозяйственных предприятиях в этом направлении проводятся некоторые мероприятия. В лесхозах перешли на единый баланс учета расходов по бюджетному и хозрасчетному финансированию. Выполнение ряда работ, финансируемых из государственного бюджета, передается цехам ширпотреба в целях создания хозрасчетных условий, производятся амортизационные отчисления и др. Некоторые виды работ в лесном хозяйстве выполняются на хозрасчетных условиях, хотя они и финансируются по бюджету.

В лесохозяйственных предприятиях основой совершенствования хозрасчета должны быть научно обоснованные планы и разработанные нормы на основные виды работ. План лесохозяйственных и лесокультурных работ будет определять размер финансирования. Целесообразно предоставить лесохозяйственным предприятиям больше оперативной и правовой самостоятельности, которая необходима для лучшей организации выполнения плана, рационального использования материальных, трудовых и денежных ресурсов.

В сложившихся условиях производственной деятельности лесхозы не имеют объективной заинтересованности в экономии выделяемых ресурсов, что не способствует рациональному ведению хозяйства. Финансирование работ лесхоза производится по сметам. Если лесхоз по тому или иному виду работы в процессе выполнения плана получает экономию, не использует предусмотренные сметой ассигнования, то остаток денежных средств подлежит возврату в бюджет. Более того, финансирование работ лесхозов производится по достигнутым результатам истекшего года. Вследствие этого борьба за экономию денежных средств в лесхозе подрывает его финансовую базу на следующий год. Необходимо создать материальную заинтересованность лесхозов в экономии денежных средств в процессе выполнения плана. Для этого целесообразно различие между плановыми и фактическими затратами на выполнение планового объема работ по воспроизводству лесного фонда оставлять в распоряжении лесхоза. Эту разницу или экономию можно выразить следующей формулой:

$$\mathcal{E}_k = Z_n - Z_\phi,$$

где \mathcal{E}_k — экономия или доход предприятия;

Z_n — плановые затраты на выполнение установленного объема работ;

Z_ϕ — фактические затраты на тот же объем работ.

В современных условиях в лесхозах и леспромхозах отсутствует понятие доходность в выполнении основных видов лесохозяйственных работ, финансируемых из государственного бюджета. В оценке работы лесхозов показатель доходности хозяйства также не применяется, хотя он имеет большое значение в совершенствовании хозяйственной деятельности предприятий. Для создания материальных стимулов производства — заинтересованности предприятий в создании доходов (прибыли) — в лесхозах целесообразно часть полученного дохода использовать на дальнейшее расширение и совершенствование производства, а другую часть расходовать на материальное стимулирование работающих, создание фонда материального стимулирования на предприятии.

Нет сомнения, что создание таких объективных экономических условий будет способствовать совершенствованию лесохозяйственного производства. Создание внутри предприятий хозрасчетных условий по воспроизводству лесного фонда при сохранении бюджетной формы финансирования потребует серьезного улучшения планирования, обоснования всех расчетных показателей плана. Лесхозы получат возможность совершенствоваться и расширять производство, располагая для этих целей необходимыми денежными средствами. Это приведет к повышению производительности труда и к снижению себестоимости работ.

С государственной точки зрения предлагаемые мероприятия вполне оправдываются. За равные денежные затраты государство получит большее количество гектаров высококачественных лесных культур и выращенного леса. При этом не потребуются никаких коренных изменений, усложняющих отчетность в лесхозах. Необходимо только улучшить контроль за ходом выполнения плана. Кроме того, исключается потребность перевода отдельных видов лесовосстановительных работ в цехи ширпотреба, что в настоящее время имеет место в лесхозах.

С созданием предлагаемых хозрасчетных условий открывается перспектива учета и исчисления рентабельности лесхозов, чего до сих пор не было.

Известно, что величина дохода или прибыли хозрасчетного предприятия определяется разницей между оптовой ценой продукции и ее себестоимостью. В условиях лесохозяйственного производства форма проявления этой категории несколько иная. Создаваемые здесь материальные ценности в виде гектаров лесных культур не реализуются, а остаются в ведении лесхозов и леспромхозов и не имеют установленной цены. Реализуется по установленным ценам только спелый лес, поступающий в рубку, и древесина от рубок ухода. В этих условиях в качестве показателей доходности и рентабельности вполне допустимо и возможно использовать сметную стоимость и себестоимость выполненных в соответствии с планом лесовосстановительных работ. Доход предприятия равен разности между ними.

При таких условиях рентабельность лесхоза можно найти как отношение дохода к себестоимости выполненных работ. Отношение суммы дохода к стоимости основных фондов может служить показателем использования основных фондов лесхоза. Отношение суммы дохода к площади лесных угодий даст возможность судить об использовании земельных площадей в хозяйстве. Внедрение в практику рекомендуемых мероприятий повысит уровень всей экономической работы в лесхозах и безусловно будет способствовать улучшению производственной деятельности предприятий в целом.

Поступила в редакцию
26 июля 1966 г.

УДК 634.0.67

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПРИ ВЫБОРОЧНЫХ РУБКАХ

М. Д. НЕКРАСОВ

Научный сотрудник

(КарНИИЛПХ)

В Карельской АССР механизированные выборочные рубки в лесах III группы испытывались КарНИИЛПХом в 1964—1965 гг. В 1965 г. на эти рубки был переведен Суойокский лесопункт Суоярвского леспромпхоза с годовым объемом заготовки 65 тыс. м³ древесины. Рубки производили в насаждениях с полнотой 0,6—0,7 в ельниках-черничниках и сосняках-брусничниках, средний объем хлыста насаждения 0,29 м³, средний запас на 1 га — 150 м³. В рубку назначали (клеямили) преимущественно старые перестойные и фаутные деревья, в среднем 30—40% от запаса на корню.

Технология лесосечных работ существенно не отличалась от применяемой на сплошных рубках.

Мы производили исследования по влиянию выборочного способа рубки на трудоемкость и производительность труда на лесосечных работах. Затраты времени выявляли путем фотохронометража лесосечных работ по операциям при обоих способах рубки (выборочная, сплошная). Наблюдения вели в течение 5 дней. Точность замера: на валке — 5 сек, на обрубке сучьев и трелевке — 10 сек. Несмотря на некоторое усложнение работ на валке и трелевке, в целом при выборочных рубках по сравнению со сплошными затраты времени на единицу продукции ниже (табл. 1).

Средний объем хлыста вырубленной части древостоя при выборочных рубках был почти в два раза больше (0,48 м³ против 0,29 м³ при сплошной), средняя нагрузка на рейс трактора увеличилась с 3,65 до 4,28 м³, а количество хлыстов на рейс уменьшилось с 12,6 до 8,9. Поэтому при выборочных рубках для получения такого же количества древесины, что и при сплошных, требуется заготовить меньше хлыстов. В результате экономится время на валке, обрубке, чокеровке, отцепке, выравнивании хлыстов и на погрузке крупными пакетами. Трудоемкость заготовки 1 м³ древесины при выборочной рубке оказалась меньше, чем при сплошной, на валке на 11,7%, обрубке — на 49,1% и погрузке — на 10,2%, а в целом по комплексу — на 33,7%.

Трудовые затраты по лесоэксплуатации определяли также на основе бухгалтерских данных лесопункта путем выборки из нарядов. Таким же путем определяли денежные расходы. При анализе

Таблица 1

Наименование затрат	Затраты времени при			
	сплошной рубке		выборочной рубке	
	на 1 м ³ , мин	% от итога	на 1 м ³ , мин	% от итога
Валка				
прямые затраты	4,10	39,5	3,67	51,4
косвенные "	0,91	8,8	0,23	3,2
простои	5,37	51,7	3,24	45,4
Итого	10,38	100	7,14	100,0
Обрубка				
прямые затраты	28,33	70,7	19,0	92,1
косвенные "	0,94	2,4	0,2	1,0
простои	10,80	26,9	1,43	6,9
Итого	40,07	100	20,63	100
Подвозка — погрузка				
прямые затраты	9,99	61,5	9,06	71,5
косвенные "	1,15	7,1	1,20	9,5
простои	5,11	31,4	2,41	19,0
Итого	16,25	100	12,67	100
По всему комплексу				
прямые затраты	42,42	63,6	31,73	78,5
косвенные "	3,00	4,5	1,63	4,0
простои	21,28	31,9	7,08	17,5
Итого	66,70	100	40,44	100

показатели 1965 г. сравнивались с данными 1964 г., когда на лесопункте производили только сплошные рубки (табл. 2) *.

Фактическая трудоемкость лесосечных работ при выборочных рубках по сравнению со сплошными уменьшилась на 10,3%, расход заработной платы на 1 м³ и 1 чел.-день сократился соответственно на 14,5 и 11,2%.

В то же время трудозатраты на подготовительно-вспомогательные работы выросли на 28,5%, а расход заработной платы на 1 м³ и 1 чел.-день — на 34,7 и 5,0%. При выборочных рубках особенно возросли затраты средств на строительство и содержание лесовозных дорог. Поскольку при выборочных рубках с единицы площади берется в 2—3 раза меньше древесины, то и строить дорог приходится в 2—3 раза больше. В 1965 г. при выборочных (и частично при сплошных) рубках трудоемкость строительства и содержания лесовозных дорог по отношению к данным 1964 г. увеличилась на 43,1%, а расход заработной платы за это же время — на 35,7%.

В целом по всему комплексу лесозаготовительных работ (конечная фаза — погрузка в вагоны МПС) трудоемкость на 1000 м³ древесины в 1965 г. по сравнению с данными 1964 г. увеличилась на 12,9%, расход заработной платы на 1 м³ повысился на 7,2%, на чел.-день — снизился на 18,3%.

Состав заработной платы (%) при сплошных и выборочных рубках существенно не различается (табл. 3).

* В 1964 г. заготовлено сплошными рубками 73, 2 тыс. м³ древесины, в 1965 г. — всего 65,7 тыс. м³, в том числе сплошными — 18,4 тыс. м³.

Таблица 2

Наименование работ	Трудоемкость на 1000 м ³ вывезенной древесины		Расход основной заработной платы		
	чел.-дни	% от итога	на 1 м ³ вывезенной древесины		на 1 чел.-день
			руб. — коп.	% от итога	
Сплошная рубка 1964 г.					
Основные					
всего	282,3	51,6	2—07	63,0	7—33
в том числе лесосечные	139,2	25,5	1—10	33,5	7—89
Подготовительно-вспомогательные					
всего	264,1	48,4	1—21,6	37,0	4—60
в том числе строительство и содержание автодорог*	57,5	10,5	0—32,5	9,9	5—66
Итого	546,4	100	3—28,6	100	6—01
Выборочная рубка 1965 г.					
Основные					
всего	277,8	45,0	1—88,2	53,4	6—77
в том числе лесосечные	135,1	21,9	0—96	27,3	7—05
Подготовительно-вспомогательные					
всего	339,4	55,0	1—63,9	46,6	4—83
в том числе строительство и содержание автодорог	82,3	13,3	0—44,1	12,5	5—35
Итого	617,2 *	100	3—52,1	100	5—08

* Затраты на строительство и содержание автомобильных веток и усов.

Таблица 3

Вид рубки	Основная зарплата	Премии за выполнение плана	Районный коэффициент	Прочие выплаты
Сплошная	61,9	24,6	13,0	0,5
Выборочная	63,8	21,6	13,8	0,8

При выборочной рубке увеличился удельный вес основной заработной платы на 1,9% и понизились премии на 3,0%, что сказалось на уменьшении среднегодового заработка. Это снижение явилось следствием увеличения среднего объема хлыста и соответствующего уменьшения расценок за единицу работы.

На лесосечных работах в Суойокском лесопункте применяли действующие нормы и расценки с уменьшением их для выборочных рубок в среднем на 18%. Как показал опыт, нормы выработки рабочие выполняли (табл. 4).

Фактическая выработка при выборочных рубках оказалась больше, чем при сплошных, на 1 чел.-день на 26,6% и на тракторо-смену — на 16,7% (табл. 5).

Фотохронометражные наблюдения свидетельствуют, что в балансе использования рабочего времени малых комплексных бригад имеются

Таблица 4

Месяцы	Выполнение норм выработки на лесосечных работах, %			
	при сплошной рубке		при выборочной рубке	
	на чел.-день	на тракторо-смену	на чел.-день	на тракторо-смену
Январь	124,1	117,6	139,3	139,0
Февраль	111,8	114,8	126,9	116,4
Март	111,1	105,0	133,2	123,5
Июль	98,2	92,7	118,3	114,1
Август	—	—	116,4	110,2
Сентябрь	—	—	140,3	133,7
Октябрь	—	—	110,9	108,8

Таблица 5

Вид рубки	Выработка на чел.-день, м ³			Выработка на тракторо-смену, м ³		
	по плану	факти-ческая	%	по плану	факти-ческая	%
Сплошная	5,4	5,75	106,5	31	32,4	104,5
Выборочная	6,1	7,28	119,3	33	37,8	114,5

существенные резервы. Простои по всему комплексу лесосечных работ составили на выборочных рубках 17,5% рабочего времени, на сплошных 31,9% (табл. 1). Наибольшие простои допущены на валке и трелевке — погрузке, что вызвано отсутствием взаимозаменяемости в бригадах и несвоевременным прибытием лесовозов под погрузку.

Полная себестоимость 1 м³ товарной продукции лесозэксплуатации при выборочной рубке составила 6 р. 45 к., при сплошной — 6 р. 16 к., или в первом случае на 4,7% больше. Увеличение себестоимости при выборочных рубках вызвано ростом объема подготовительно-вспомогательных работ в первый прием рубки и, главным образом, работ по строительству и содержанию лесовозных дорог, клеймению деревьев и переходам бригад.

Поступила в редакцию
23 ноября 1966 г.

УДК 51 : 634.0.2

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ОПЫТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОНЯТИЯ
«ТИП ВЫРУБКИ»

П. И. ВОЙЧАЛЬ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Всякая классификационная единица должна иметь надежные диагностические признаки и определенное научное или практическое значение. Мыслится, в частности, что тип вырубки (И. С. Мелехов и другие) должен определять все мероприятия по лесовосстановлению, так как он, по мнению ряда лесотипологов, отражает, притом однозначно, лесорастительные условия вырубки. Следовательно, на этой основе должны быть возможны проектирование и проведение лесокультурных работ.

В то же время в ряде высказываний уже давно отмечено, что тип вырубки, диагностируемый по живому напочвенному покрову, допускает значительные колебания в характере почвы, что, конечно, затрудняет использование этой классификационной категории земельной площади при ее лесокультурном освоении. Однако такие наблюдения до сих пор были часто глазомерными и не всегда достаточно четкими и объективными. Поэтому было желательно проанализировать связь между живым напочвенным покровом, с одной стороны, и различными признаками и свойствами почвы, с другой, применяя объективный математический метод анализа.

Мы использовали описания вырубок, выполненные студентами-дипломниками под руководством кафедры лесоводства Архангельского лесотехнического института. Наибольшее количество описаний было сделано в Архангельской и Вологодской областях, то есть относятся к средней и южной подзонам тайги; незначительное число вырубок относится к другим областям. Из всего разнообразия типов вырубок мы взяли только наиболее важные и чаще встречающиеся: вейниковый, луговиковый, кипрейный и долгомошный (на подзолистых почвах). Всего использовано 114 описаний.

С типом вырубки (напочвенным покровом) были сопоставлены следующие характеристики почв, имеющие значение в лесокультурном деле: механический состав, степень оподзоленности, мощность горизонтов A_0 , A_1 , A_2 и B_1 , глубина верхних границ горизонтов A_2 , B и C .

Ввиду того, что некоторые из этих характеристик почв да и сами типы вырубок выражены качественными категориями, искомую степень связи переменных нельзя было исследовать путем вычисления коэффициента корреляции. Поэтому нами для анализа был принят полихорический показатель связи, нашедший удачное применение в животноводстве; в лесоводстве, по-видимому, его пока не используют*.

В результате обработки некоторых материалов мы получили табл. 1.

Анализ использованного нами исходного материала дал исключительно низкие показатели искомой связи. Ни о какой однозначности здесь говорить нельзя, а значит описание напочвенного покрова нельзя использовать для решения всех вопросов, связанных с лесными культурами.

Для большей наглядности применим наши материалы к решению практического вопроса.

* При помощи этого показателя можно получить меру связи между любыми явлениями, в том числе и выраженными качественными категориями (например, названием эдификатора живого напочвенного покрова и механическим составом почвы). Полихорический показатель, как и коэффициент корреляции, изменяется от 0 (отсутствие связи) до 1 (полная связь).

Т а б л и ц а 1

Признаки почвы	Величина полихорического показателя связи живого напочвенного покрова с признаками почвы
Механический состав	0
Степень оподзоленности	$0,019 \pm 0,015$
Мощность A_0	$0,060 \pm 0,035$
" A_1	0
" A_2	0
" B_1	$0,011 \pm 0,012$
Глубина верхней границы A_2	$0,024 \pm 0,018$
Глубина верхней границы B	$0,117 \pm 0,044$
Глубина верхней границы C	$0,012 \pm 0,010$

Очевидно, назначая агротехнические приемы обработки почвы, надо знать ее механический состав, степень оподзоленности, мощность горизонта A_0 (ограничимся этими тремя показателями, хотя следует учесть еще и другие).

Пусть мы имеем луговиковую вырубку. Рассчитаем, с какой вероятностью ее почва окажется супесчаным маломощным подзолом с подстилкой тоньше 4 см (эти показатели в наших материалах у луговиковых вырубков встречаются чаще всего). Из 17 луговиковых вырубков девять имеют супесчаные почвы (53%); из них с маломощным подзолом — семь (78%); из последних имеют подстилку тоньше 4 см — 57%. Применяя общеизвестную теорему умножения вероятностей ($0,53 \cdot 0,78 \cdot 0,57$), получим искомую вероятность 0,24. Итак, заданный комплекс показателей почвы можно найти только на одной четвертой части вырубков, остальные три четверти будут не такими. Ясно, что при этом невозможно назначить единую целесообразную агротехнику подготовки почвы и, следовательно, название типа луговиковой вырубki не может определять весь комплекс лесокультурных мероприятий.

Следует полагать, что в свете вскрытых нами положений необходимо искать новые пути в классификации вырубков — дополнительные критерии или известную перестройку классификации. Для этого нужен большой натурный материал и подробный его анализ с обязательным применением математических методов.

Поступила в редакцию
16 июня 1966 г.

УДК 674.047

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРОКОВ АТМОСФЕРНОЙ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Н. Н. СУРОДЕЙКИН

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельск)

Один из существенных вопросов атмосферной сушки — установление сроков, необходимых для того, чтобы понизить влажность поступивших на биржу пиломатериалов (с довольно высокой первоначальной влажностью 60—100% и больше) до 25%.

Для характеристики агента сушки вводят понятие — потенциал сушки, измеряемый либо разностью парциальных давлений пара ($p_m - p_a$), либо разностью температур ($t_c - t_m$), где t_c — температура агента сушки и t_m — температура мокрого термометра.

Мы полагаем, что в смысле оценки потенциала сушки психрометрическая разность температур ($t_c - t_m$) практически имеет ряд преимуществ по сравнению с ($p_m - p_a$). Теоретически эти величины сопряжены: ($t_c - t_m$) характеризует интенсивность теплообмена, а ($p_m - p_a$) — интенсивность диффузии, однако разность ($t_c - t_m$) получается в процессе наблюдения, тогда как для определения ($p_m - p_a$) необходима дополнительная математическая обработка полученных исходных данных.

Для изучения атмосферной сушки в условиях того или иного населенного пункта на психрометрической диаграмме можно построить кривую изменения агента сушки в течение года; для этого следует воспользоваться средними за ряд лет данными Гидрометеослужбы. На рис. 1 показаны соответствующие кривые для Архангельска.

Для получения исходной формулы, отражающей суммарный процесс сушки, принимаем следующие допущения: 1) в течение всего периода сушки интенсивность ее пропорциональна потенциалу сушки, то есть величине ($t_c - t_m$); 2) интенсивность сушки меняется пропорционально текущей влажности древесины. При этих допущениях получим исходное уравнение

$$\frac{dW}{d\tau} = -K(t_c - t_m)W, \quad (1)$$

где W — влажность древесины;
 τ — продолжительность сушки.

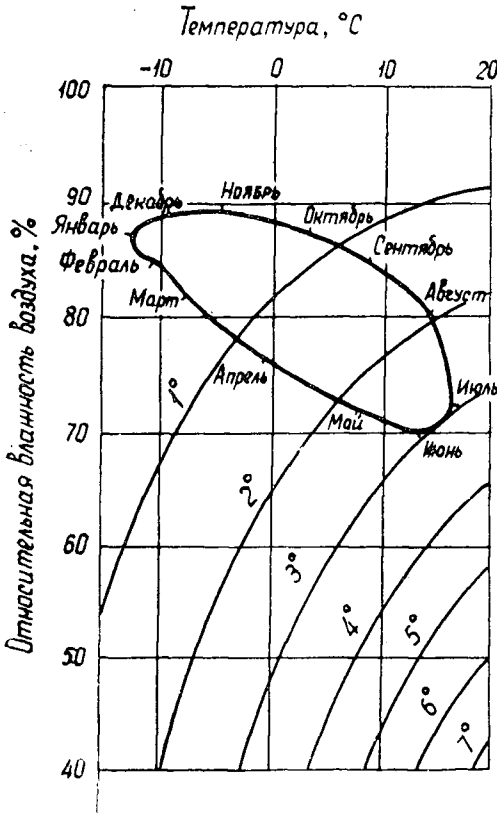


Рис. 1.

После интегрирования получим

$$\frac{W_2}{W_1} = e^{-K(t_c - t_m)\tau}, \quad (2)$$

где W_2 — конечная влажность древесины;
 W_1 — начальная » »

Заменяв натуральный логарифм десятичным и введя в уравнение вместо одного постоянного коэффициента $\left(\frac{1}{K}\right)$ произведение ряда других постоянных (для каждого отдельного случая) коэффициентов, получим

$$\tau = A \frac{K_n K_p K_{ш}}{K_c (t_c - t_m)} \lg \frac{W_1}{W_2}, \quad (3)$$

где A — коэффициент пропорциональности;
 K_n — коэффициент, зависящий от породы;
 K_p — коэффициент, зависящий от размеров высушиваемого материала;
 $K_{ш}$ — коэффициент, зависящий от характера штабелевки;
 K_c — коэффициент, зависящий от скорости ветра;
 τ — время сушки, сутки.

Значения коэффициентов K_n и K_p можно принять из нормативов по камерной сушке пиломатериалов; $K_{ш}$ и K_c принимаем равными единице до проведения специальных исследований.

Из формулы (2) видно, что как разность $(t_c - t_m)$, так и продолжительность сушки τ — сомножители показателя степени и в равной мере влияют на величину $\frac{W_2}{W_1}$. Это значит, что одни и те же результаты будут достигнуты в тех случаях, когда процесс сушки будет проходить при малой величине $(t_c - t_m)$, но при соответственно большем значении τ , или же при большей величине $(t_c - t_m)$, но при соответственно меньшем τ , то есть $(t_c - t_m)\tau = \text{const}$, если $\frac{W_2}{W_1} = \text{const}$.

Время сушки материала от начальной влажности W_1 до конечной W_2 может быть найдено в так называемых условных днях, если принять, что за все время сушки потенциал ее остается постоянным и равным единице, то есть $(t_c - t_m) = 1$.

Необходимое количество условных дней сушки можно определить из уравнения

$$z_{\text{усл}} = A \frac{K_n K_p K_{ш}}{K_c} \lg \frac{W_1}{W_2}. \quad (4)$$

В действительности потенциал сушки ежедневно меняется (по существу он никогда не остается постоянным и меняется непрерывно), и, следовательно, каждый реальный день в зависимости от величины $(t_c - t_m)$ может быть выражен в условных днях.

Так, например, по среднегодовым данным в Архангельске 1-го апреля величина психометрической разности $(t_c - t_m) = 0,9$, 1-го мая $(t_c - t_m) = 1,6$, а 1-го июля $(t_c - t_m) = 3$. Это значит, что реальный день 1-го апреля оценивается лишь в 0,9 условного дня, а один день 1-го июля эквивалентен трем условным дням.

На рис. 2 показано изменение психометрической разности температур $(t_c - t_m)$ в течение года в Архангельске (кривая 1). Это и есть оценка реального дня в условных днях. Кривая 2 показывает рост условных дней с начала года, то есть $\Sigma(t_c - t_m)$. В этом случае график дает возможность оценить весь период, начиная с 1-го января до интересующего нас дня, например, до 12-го мая, как 101 условный день, а весь год считать эквивалентным 453 условным дням сушки.

Определение календарного периода для просушки того или иного материала не представляет затруднений. Пользуясь формулой (4), находим необходимое количество условных дней сушки. В связи с тем, что данный материал начали сушить в определенный месяц и число, находим по графику число условных дней начала периода сушки. К найденной величине условных дней начала сушки прибавляем $z_{\text{усл}}$, ранее определенное по формуле (4), и тем самым находим условное число дней на конец сушки. По только что найденной величине условных дней, пользуясь графиком $\Sigma(t_c - t_m)$, находим соответствующий календарный день окончания сушки.

Следовательно, предлагаемый нами метод определения сроков атмосферной сушки позволяет на основании многолетних метеорологических сведений по данному району более точно определить плановые сроки сушки. В связи с тем, что, как правило, текущие метеорологические условия ежегодно имеют значительные отклонения от

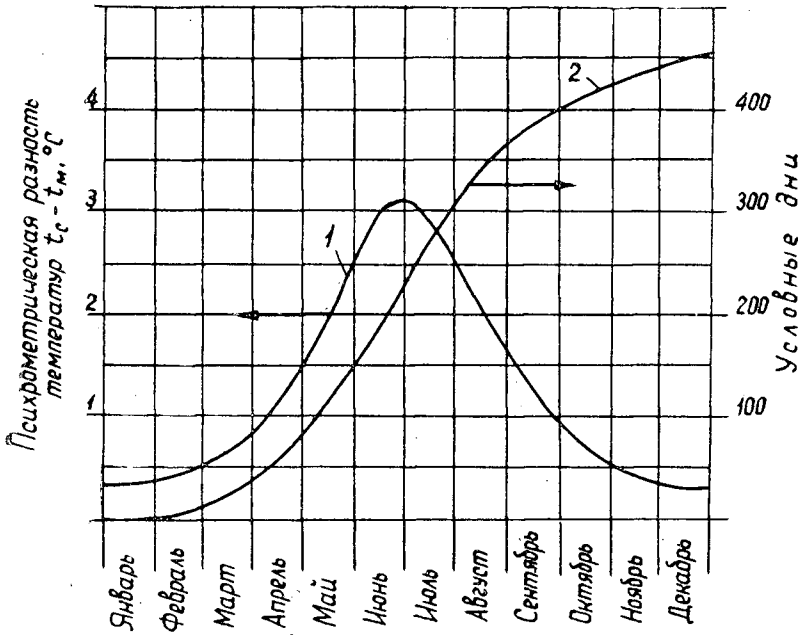


Рис. 2.

1 - $t_c - t_m$; 2 - $\Sigma(t_c - t_m)$.

средних многолетних данных, фактические сроки сушки также будут иметь заметные отклонения от плановых сроков. Предлагаемый метод позволяет учитывать это обстоятельство, если руководствоваться графиком $\Sigma(t_c - t_m)$ данного года. Этот метод позволяет также сделать сопоставимым экспериментальные работы по атмосферной сушке, выполненные в различное время при различных метеорологических условиях, если при проведении этих опытов факсировали $\Sigma(t_c - t_m)$.

Поступила в редакцию
27 декабря 1966 г.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ
ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА

7—10 декабря 1966 г. в Петрозаводске состоялось региональное совещание по развитию и размещению производительных сил Европейского Севера. На совещании были рассмотрены вопросы природных и экономических условий районов Европейского Севера, проблемы развития и размещения отраслей промышленности, сельского хозяйства, транспорта, специализации и комплексного развития народного хозяйства, рационального использования трудовых ресурсов, проблемы повышения экономической эффективности развития производительных сил и научных исследований.

С основными докладами выступили Е. К. Иванов (Плановая комиссия Северо-Западного экономического района) на тему «Основные направления развития и размещения народного хозяйства Европейского Севера в плане на 1966—1970 гг.» и Г. И. Граник (СОПС при Госплане СССР) на тему «Проблемы развития и размещения производительных сил Европейского Севера на период до 1980 г.».

Европейский Север (Архангельская и Мурманская области, Карельская и Коми АССР), издавна известный как район развитой лесной и рыбной промышленности, становится краем растущей угольной, нефтяной, горнорудной промышленности, цветной металлургии.

Удельный вес лесной промышленности несколько снизится, но по-прежнему она останется ведущей. Однако внутри этой отрасли произойдут серьезные перемены. Сейчас развитие лесоперерабатывающих отраслей отстает от лесозаготовок, в результате чего большое количество древесины вывозят во внутренние районы страны в круглом виде. В перспективе намечено сравнительно небольшое увеличение лесозаготовок и лесопиления и быстрый рост объемов производства целлюлозы, картона, бумажных мешков, бумаги и других продуктов химической переработки древесины. В производство должны быть вовлечены пока еще слабо используемые огромные массы отходов древесины.

Эта перспектива выдвигает целый ряд проблем, в которых конкретные нужды производства и планирующих органов тесно переплетаются с вопросами, требующими научной разработки.

До недавнего времени размещением промышленности и отдельных предприятий занимались исключительно проектные организации. Сейчас к решению этой важной и сложной задачи привлекают математический аппарат, что придает этой работе исследовательский характер. Поэтому вполне понятно, что в роли исполнителей выступают научно-исследовательские институты. Так, ЦЭНИИ разработал схему размещения лесной промышленности страны на период до 1980 г., в которой определены объемы производства для областей и республик Европейского Севера (доклад В. В. Глотова).

Другая важная проблема — определение оптимальных размеров предприятий. В решении совещания было отмечено, что наряду с созданием крупных лесопромышленных комплексов в г. Сыктывкаре, в бассейнах рр. Печоры и Мезени, в северной и западной Карелии должно быть предусмотрено «создание экономически оправданного количества относительно мелких специализированных предприятий по химической и механической переработке низкосортной древесины и отходов в районах концентрации значительных объемов лесозаготовок». Чтобы правильно установить размеры и местоположение этих предприятий, нужно учесть относительную экономическую эффективность различных древесных продуктов, состав, размещение потребителей и размеры спроса, транспортные связи, обеспеченность трудовыми ресурсами и другие факторы. Всестороннее и глубокое решение этих вопросов выходит за рамки проектных работ и требует постановки специальных региональных комплексных исследований.

Перед лесозаготовительной промышленностью и лесным хозяйством Европейского Севера встают новые сложные задачи.

Важнейшая проблема — правильное ведение лесного хозяйства: разработка теоретических основ и практических предложений по интенсификации лесного хозяйства, в том числе рубок главного и промежуточного пользования, методов лесовосстановления и лесоосушительной мелiorации.

Учитывая, что в сырьевых базах многих леспромхозов запасы древесины почти исчерпаны, ряд предприятий в южной части Карелии и в Архангельской области необходимо закрыть. Крайне важно организовано перебазировать предприятия в новые районы лесозаготовки, при этом не растерять главный элемент производительных сил — квалифицированные постоянные кадры лесозаготовителей.

Вопрос сохранения и закрепления кадров — один из наиболее важных для Севера. Ликвидация текучести рабочей силы, установление оправданных межотраслевых различий в оплате труда, обоснование уровня районных коэффициентов и других средств выравнивания условий жизни, использование женского труда — все это социально-экономические проблемы. Они требуют постановки глубоко продуманных и хорошо организованных обследований и квалифицированного анализа.

Много ценных мыслей было высказано в докладе С. В. Славина (СОПС),

посвященном проблемам повышения эффективности народного хозяйства Севера*.

Для повышения эффективности народного хозяйства Севера необходимо усилить научно-исследовательскую работу. Совещание высказалось за создание в системе АН СССР комплексного научно-исследовательского института Севера, за восстановление Карельского филиала АН СССР и организацию комплексного научного центра в г. Архангельске.

В настоящее время на Европейском Севере имеется ряд исследовательских учреждений. Но только одно из них — Коми филиал АН СССР занимается комплексными зональными проблемами. Остальные институты работают над частными отраслевыми вопросами. Их работу координируют только в отраслевом разрезе. Региональное совещание рекомендовало координацию научно-исследовательских работ по вопросам развития производительных сил Севера возложить на межведомственную комиссию по проблемам Севера при СОПС.

* Основные положения доклада С. В. Славина изложены в журн. «Плановое хозяйство» № 12, 1966.

Т. А. Гурьев.

Доцент, кандидат технических наук

Е. С. Романов.

Доцент, кандидат экономических наук

(Архангельский лесотехнический институт).

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

ЦЕННАЯ КНИГА ПО ЭКОНОМИКЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА *

Сейчас, когда решениями XXIII съезда КПСС одобрены организационные мероприятия, обеспечивающие претворение в жизнь указаний В. И. Ленина о единстве государственных лесов СССР и рациональном хозяйствовании в них, когда повышение научного уровня планирования и применение экономических стимулов в развитии народного хозяйства требуют более глубокого знания каждым специалистом конкретной экономики своей отрасли, особенно своевременным является выпуск в свет второго переработанного и дополненного издания этого ценного учебного пособия.

По объему (15 глав — 377 стр.), теоретическому уровню и широте освещения экономических проблем рецензируемая книга носит характер монографии.

В книге подробно рассмотрено понятие и сущность расширенного воспроизводства в социалистическом лесном хозяйстве, которое обеспечивает непрерывность удовлетворения общегосударственных и местных потребностей в древесине и других полезностях леса на базе повышения продуктивности лесов и закладки новых лесонасаждений хозяйственного и защитного значения (стр. 102—103). Если рубка леса в объеме 340 млн. м³ обеспечивает стабильную сырьевую базу лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, то систематическое расширение работ по посеву и посадке леса, ежегодный прирост площадей искусственно созданных лесных насаждений на 700—800 тыс. га говорит о более широком значении леса и его водоохранно-защитных функций в преобразовании природы нашей страны.

Авторы разъясняют, что Маркс различает две формы лесного хозяйства: 1) как отрасль добывающей промышленности (при эксплуатации девственных лесов) и 2) выращивание, то есть производство древесины. Именно во второй, высшей форме лесного хозяйства — в лесохозяйственном производстве и его экономических взаимоотношениях с другими отраслями народного хозяйства — действует закон стоимости и наиболее

широко используются его категории: себестоимость, цена, прибыль, накопление, рентабельность, доход и т. д.

Общая сумма полезностей леса, получаемых государством, обеспечивает значительную долю прибавочного продукта для общества в виде: а) прибылей деревообрабатывающей и химической промышленности, использующей дешевое древесное сырье; б) налога с оборота при реализации лесоматериалов и синтетических продуктов из древесины; в) дополнительной продукции сельского хозяйства, пользующегося сенокосами и выпасами в лесу, а также положительным агроклиматическим эффектом защитных лесонасаждений.

Однако существовавшие до последнего времени заниженные таксы попенной платы не покрывали общественно-необходимых затрат труда на выращивание древесины и позволяли лесозаготовителям оставлять на лесосеках недорубы лиственных пород и тонкомер хвойных, большое количество порубочных остатков и даже заготовленную лесопroduкцию. Уже после выхода в свет рецензируемого учебника, с 1967 г. введены в действие более рациональные таксы попенной платы в размере 84 коп. за 1 м³ древесины, что позволяет поднять размер лесного дохода до сумм госбюджетных ассигнований, выделяемых лесному хозяйству на операционные расходы.

Технико-экономическим выражением принципа расширенного воспроизводства в лесном хозяйстве являются показатели продуктивности лесов: валовой запас хозяйственно ценной древесины на 1 га и его эффективно используемая часть. Количественный размер этих показателей зависит от лесоводственно-биологической производительности насаждений (классы бонитета) и системы применяемых лесохозяйственных мероприятий. Результат закультивирования вырубок, проведения рубок ухода, предотвращения ущерба от пожаров, вредителей и болезней дает первую потенциальную продуктивность; капитальные вложения на лесосошение, реконструкцию молодых, внесение удобрений — вторую (стр. 263—267). Далее приведена методика расчетов повышения продуктивности лесов на перспективу (1980—2000 гг.).

В лесном хозяйстве занято более 400 тыс. постоянных рабочих, служащих

* П. В. Васильев, И. В. Воронин, Г. П. Мотовилов, Е. Я. Судачков. Экономика лесного хозяйства СССР. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965.

и инженерно-технических работников. Проблеме производительности и оплате их труда посвящена глава XIII.

В главах VI и XIV рассмотрены принципы планирования, пути внедрения хозяйственного расчета, а также другие факторы повышения рентабельности лесохозяйственного производства: рациональное использование функционирующих средств производства, природных условий и древесного запаса, четкое планирование и материальная заинтересованность предприятий и работников в успешном осуществлении необходимого комплекса лесохозяйственных мероприятий на должном уровне.

Однако проведение экономической реформы в лесном хозяйстве затрудняется тем, что для бюджетной деятельности еще нет единого понимания продукции лесохозяйственного производства, не разработаны методы определения годичного прироста насаждений, потеря или накопления древесных запасов; отсутствуют показатели себестоимости и прибыли. При правильном решении этих методологических вопросов и разработке необходимых нормативов в лесхозах будут значительно увеличены фонды развития производства, материального поощрения, социально-культурных мероприятий и жилищного строительства.

Есть несогласованность между авторами в вопросах оценки комплексной продукции лесного хозяйства. Так, П. В. Васильев, рассмотрев в главе III различные побочные пользования колхозов, промысловой и заготовительной кооперации в лесу, считает неравномерным сопоставление доходов и расходов, относящихся к различному кругу производств и предприятий (стр. 83). В то же время И. В. Воронин в разделах «Экономическая эффективность лесохозяйственных мероприятий» (глава XIV), «Государственный лесной доход» (глава XV) более последовательно признает необходимость учета доходов других организаций от защитного воздействия леса и побочных пользований (стр. 353, 371 и 377).

Известно, что мехлесхозы степной зоны ежегодно производят посадки полезащитных и овражно-балочных лесонасаждений на землях колхозов и совхозов в объемах, превышающих лесокulturные работы в гослесфонде. Эти основные фонды сельскохозяйственного производства, как показали исследования ВНИАЛМИ, дают наибольшую отдачу по выпуску продукции растениеводства на каждую тысячу рублей капиталовложений, и в эксплуатационном возрасте обеспечивают получение ежегодного чистого агролесомелноративного дохода в суммах, превышающих стоимость создания системы полезащитных лесных полос. К сожалению, в примере по совхозу «Гигант» Ростовской области

допущена досадная опечатка в количестве лесных полос: вместо 2000 га указано «200 тыс. га» (стр. 89). В книге встречаются и другие искажения цифровых данных: так, сумма дифференцированного дохода, оставляемого в леспромхозах с близким расстоянием вывозки, вместо 1700 млн. руб. показана только 1,7 млн. руб. (стр. 374), есть и другие опечатки.

Рассматривая, в соответствии с решениями сентябрьского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС, более широко перспективы применения экономических категорий стоимости в планировании лесохозяйственных мероприятий, оценке использования производственных фондов, при установлении отпускных цен на лесопroduкцию, размера и порядка финансирования лесного хозяйства, авторы не исключили из текста устаревшие оговорки ограниченности товаро-денежных отношений и закона стоимости при социализме (стр. 9, 91, 326).

Несмотря на эти замечания, следует признать, что рецензируемый учебник очень нужен, и не только для преподавателей и студентов лесотехнических вузов или при экономической переподготовке специалистов производства. Он должен быть настольной книгой для многих научных и руководящих работников лесного хозяйства, инженерно-технического персонала лесхозов, экспедиций Леспроекта и Гипролесхоза.

Знакомство с рецензируемой работой полезно и широкому кругу экономистов, научных и руководящих работников плановых и финансовых органов и других ведомств, связанных с лесным хозяйством нашей страны. Сотрудники Министерства финансов найдут здесь ценный материал по обоснованию рентабельности операционных затрат на лесное хозяйство; экономисты Государственного лесного комитета Совета Министров СССР и республиканских министерств лесного хозяйства получат все отправные данные для разработки новой системы экономического стимулирования лесохозяйственного производства.

Издательство «Лесная промышленность» выпустило эту ценную книгу слишком скромным тиражом — 6000 экз. Большая часть тиража уже выкуплена научно-техническими библиотеками и профессорско-преподавательским составом лесотехнических вузов, в книжных магазинах ее нет, и лишь единичные заявки выполняются «Книга-почтой». Все это подтверждает необходимость скорейшей подготовки и выпуска третьего издания «Экономики лесного хозяйства СССР».

А. А. Сенкевич.

*Доктор экономических наук
(ВНИАЛМИ).*

НУЖНАЯ И СВОЕВРЕМЕННАЯ КНИГА *

Книга имеет характер лесоводственно-таксационной монографии и обобщает большой материал, полученный автором при обследовании и устройстве ивовых (тальниковых) зарослей и лесов Нижней Волги в 1931—1963 гг. В книге довольно полно учтена отечественная литература по хозяйственному использованию ив и лесоводственно-таксационным особенностям их зарослей.

Книга содержит девять глав. Первые две посвящены общей характеристике основных видов ив и оценке их хозяйственного значения применительно к условиям южных районов европейской части СССР. В следующих двух главах дано краткое описание лесорастительных условий поймы Нижней Волги, рассмотрены виды ив, образующих заросли и насаждения в пойме, и некоторые сведения по их биологии. В этих главах есть интересные оригинальные данные. Особенно их много в следующих V и VI главах, где обобщены лесоустроительные данные по ивовым лесам и зарослям Нижней Волги, кратко описаны «типы» ивняков (точнее, группы типов лесорастительных условий), приведены таблицы хода роста зарослей белоталовых, черноталовых и красной шелюги по классам бонитета, бонитировочная шкала высот для них, сопоставлена производительность белоталовых и черноталовых зарослей, дана характеристика выхода сортиментов с 1 га зарослей (по весу и в пл. м³). В следующих двух главах кратко охарактеризовано состояние ивняков на 1 января 1963 г. в тех частях поймы Волги, которые остались незатопленными после постройки ГЭС или, наоборот, необсушенными. Также дана характеристика хозяйственного использования тальников Нижней Волги в настоящее время как сырьевой базы.

Особо рассмотрены возможности использования древесины ив Нижней Волги и ее отходов для получения целлюлозы, картона, бумаги и т. п. Показано, что ивовые леса и тальниковые заросли Нижней Волги могут давать значительные количества тальниковой, ветловой, а

также осокоревой древесины для Астраханского целлюлозно-бумажного комбината.

Последние две главы освещают вопросы организации целевых лесных хозяйств в тальниках Нижней Волги, способы их рубки и возобновления, реконструкции поврежденных и перестойных зарослей и др.

К недостаткам книги И. И. Левицкого следует отнести ограниченность сведений по биологии ив, образующих заросли, формальный характер описания типов зарослей тальников, малое внимание вопросам динамики зарослей в связи с изменениями гидрологического режима в пойме Волги в годичном и многолетнем циклах. Тем не менее сообщаемые в ней лесоводственно-таксационные данные, несмотря на их некоторую однородность, представляют несомненную научную ценность и имеют немалый производственный интерес. Книга освещает особенности лесной растительности одного из самых малолесных районов страны, формируемой лесами, очень своеобразными по своим лесоводственным свойствам, типу хозяйства и направлению использования. Потенциальные возможности повышения продуктивности тальниковых зарослей Нижней Волги велики, и в книге И. И. Левицкого пути повышения их продуктивности намечены в основном правильно.

Книга И. И. Левицкого вышла из печати очень своевременно. В связи с многообразными задачами широкого развития мелиорации земель для получения высоких и устойчивых урожаев зерновых и других сельскохозяйственных культур, поставленными майским (1966 г.) Пленумом ЦК КПСС, вопросы рационального использования и повышения продуктивности тальниковых зарослей в поймах крупных рек для лесного хозяйства южных засушливых районов страны приобретут в ближайшее время большое актуальное значение. Лесоводы этих южных районов найдут в книге И. И. Левицкого много полезных и нужных сведений и данных для решения этих вопросов.

Б. П. Колесников.

Профессор, доктор биологических наук

(Уральский государственный университет).

* И. И. Левицкий. Ива и ее использование (по материалам обследования и лесоустройства ивняков Нижней Волги). Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965.

ВАСИЛИЙ КИРИЛЛОВИЧ ЗАХАРОВ

12 марта 1967 г. после тяжелой болезни в Минске на 81-м году жизни скончался крупный ученый-лесовод, заслуженный деятель науки БССР, доктор сельскохозяйственных наук, проф. Василий Кириллович Захаров.

В лице В. К. Захарова советская лесная наука потеряла выдающегося ученого и талантливого педагога высшей школы.

В. К. Захаров родился 24 августа 1886 года. Свою трудовую деятельность он начал в системе лесного хозяйства в качестве помощника лесничего, затем работал таксатором и лесничим.

В 1923 г. Василий Кириллович окончил Ленинградский лесной институт и посвятил себя научно-педагогической деятельности. В 1926 г. он был избран профессором, заведующим кафедрой лесной таксации Белорусской сельскохозяйственной академии.

После создания Белорусского лесотехнического института в 1930 г. Василий Кириллович Захаров возглавил кафедру лесной таксации и лесоустройства и являлся бессменным ее руководителем до последних дней своей жизни.

В годы Великой Отечественной войны В. К. Захаров принимает непосредственное и активное участие в работе научных экспедиций АН СССР по мобилизации естественных ресурсов Урала на нужды обороны страны.

В. К. Захаров широко известен своими научными трудами в области лесной таксации и организации лесного хозяйства как в Советском Союзе, так и за рубежом. Им опубликовано свыше 90 научных работ по актуальным вопросам лесного хозяйства и лесной промышленности, которые внесли большой

вклад в область развития науки и практики лесного хозяйства нашей страны.

В 1961 г. вышел учебник по лесной таксации, а в настоящее время находится в производстве его второе издание.

За многолетний период своей педагогической деятельности в вузах при участии В. К. Захарова подготовлено свыше 2500 высококвалифицированных специалистов лесного хозяйства и лесной промышленности, многие его ученики успешно прошли аспирантскую подготовку и пополнили ряды исследователей нашей страны.

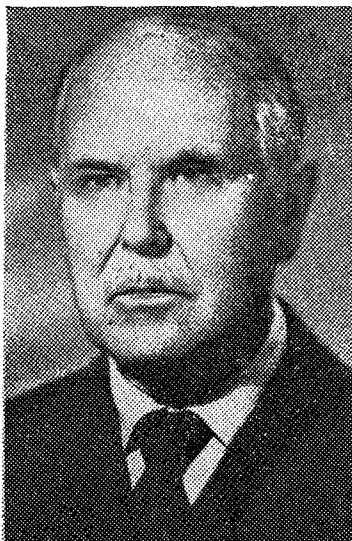
В области теоретических вопросов лесной таксации В. К. Захаровым разработан ряд оригинальных методических приемов, направленных на уточнение результатов таксации леса, рационализацию техники исследования при сокращенном объеме экспериментального материала.

К таким вопросам относятся разработанная им методика изучения формы древесных стволов и составление таблиц

объема и сбega, работа по исследованию варьирования таксационных признаков деревьев и насаждений и др.

Оригинальные работы проф. Захарова по рационализации методики составления таблиц хода роста насаждений, унификации методов учета леса на корню, позволяющие на ограниченном экспериментальном материале при широком использовании закономерностей в стрессии насаждений получить результаты с желаемой точностью.

Наряду с большой научно-педагогической деятельностью, В. К. Захаров принимал активное участие в разносторонней общественной жизни. Он являлся председателем методической комиссии



института, состоял рецензентом при Президиуме ВАСХНИЛ и журнале «Лесное хозяйство», членом редколлегии «Лесного журнала». По вопросам рационализации лесного хозяйства и лесной промышленности систематически давал письменные заключения — отзывы для многих производственных и научных организаций страны.

Вся трудовая деятельность Василия Кирилловича была посвящена развитию лесной науки и подготовке кадров для лесного хозяйства и лесной промышленности.

За большую и плодотворную работу Василий Кириллович удостоен почетного звания заслуженного деятеля науки БССР. Он награжден орденом Ленина, орденом «Знак почета» и медалями.

В. К. Захаров был активным деятелем советской науки, крупным ученым-новатором, опытным воспитателем молодежи, чутким товарищем.

Светлая память о Василии Кирилловиче навсегда сохранится в сердцах тех, кто знал этого замечательного человека.

В. Е. Вихров, С. Т. Моисеенко,
В. С. Романов, Н. М. Березенко,
И. Д. Юркевич, Н. Д. Нестерович,
Л. В. Дольский, Ф. П. Моисеенко,
П. П. Роговой, Б. Д. Жилкин,
К. Ф. Мирон, Н. И. Костюкевич,
Н. А. Батин, В. С. Мирошников,
О. А. Трулль, В. Е. Ермаков, Ф. Б.
Тибушевский, Н. И. Федоров, А. Я.
Мироненко, Г. Г. Самойлович, В. И.
Левин, И. И. Гусев, В. И. Калинин,
О. А. Невалин, П. И. Войчалъ.

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ

В № 6 «Лесного журнала» за 1966 г. помещена статья доцента М. Я. Зарубина «О механизме действия кислот и щелочей на лигнин».

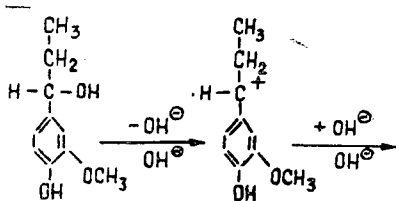
Вопросы, поднятые в статье, имеют принципиальное значение для понимания технологически важных процессов делигнификации древесины.

Как известно, очень большое число органических реакций включает промежуточное образование ионов карбония (или карбонат-ионов $\begin{matrix} \diagup \\ \text{—C}^+ \\ \diagdown \end{matrix}$), которые будучи вообще мало устойчивыми, претерпевают дальнейшие превращения, образуя устойчивые молекулы. Природа этих превращений зависит одновременно от структуры иона карбония и от состава реакционной среды — растворителя [3]. Вода как один из растворителей с наибольшей ионизирующей способностью энергично реагирует с карбо-катионами.

Известно также чрезвычайно большое сродство карбо-катионов к нуклеофильным реагентам, в частности, к анионам гидроксила OH^- . Даже стабилизированные карбо-катионы, как например, трифенилметил, при разбавлении кислого раствора водой реагируют мгновенно, образуя трифенилметанол [2].

Один из принципиальных недостатков схем, используемых для приблизительного изображения механизма реакций, заключается в том, что эти схемы обычно не учитывают влияния растворителей, в которых протекают реакции. Однако нет сомнения, что растворитель играет важную роль в большинстве химических реакций и особенно в гетеролитических реакциях, к которым относится и реакция образования карбо-катиона [1], [3]. Все ионы в растворе очень интенсивно взаимодействуют с окружающими их молекулами растворителя. Образующиеся в процессе реакции S_{N}^1 карбоний-ионы должны сольватироваться, и, пока исключен растворитель, описание карбоний-иона не будет полным [1].

Реакция образования карбо-катиона по схеме М. Я. Зарубина протекает для 1-[4-окси-3-метоксифенил]-пропанола-1 в щелочной среде при высокой концентрации нуклеофильного реагента OH^- :

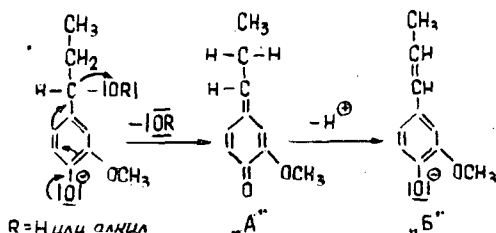


Совершенно очевидно, что приведенная реакция образования карбо-катиона с отщеплением гидроксила или алкоксила при наличии высокой концентрации нуклеофильного реагента OH^- (обладающего чрезвычайно высоким сродством к карбо-катиону) термодинамически невозможна. Она ошибочна и находится в противоречии с теорией органической химии. Карбо-катион в указанных условиях образоваться не может. И если вопреки термодинамическим законам он появится, то мгновенно будет атакован нуклеофилом OH^- по реакции S_{N}^1 с образованием исходного соединения.

Для подтверждения своей схемы М. Я. Зарубин выдвигает лишь один факт — образование изоэвгенола или диизоэвгенола из исходного продукта при щелочной варке.

Следует отметить, что образование изоэвгенола и диизоэвгенола при щелочной обработке исходного 1-[4-окси-3-метоксифенил]-пропанола-1 было отмечено очень давно [5]. М. Я. Зарубин полагает, что изоэвгенол образуется только через стадию карбо-катиона. Это неверно.

Поскольку, как показано выше, появление карбо-катиона при щелочной варке исключается, изоэвгенол может образоваться из хинонметида в соответствии со взглядами Е. Адлера [4]:



В результате электромерного эффекта фенолятных ионов через стадию хинонметидной структуры («А») возможно отщепление заместителей, находящихся у альфа-углеродного атома боковой цепи. Хинонметид «А» стабилизируется при отщеплении протона с образованием ядерно-конъюгированной системы изоэвгенола («Б»). Изоэвгенол может дальше подвергаться полимеризации или образовывать днизоэвгенол, что хорошо известно из ранних работ шведов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Д. Крам, Дж. Хэммонд. Органическая химия, «Мир», 1964, стр. 240.
 [2]. К. Д. Неницеску. Органическая химия, т. 1, ИЛ, М., 1963, стр. 389. [3]. Б. Чубар. Механизмы органических реакций, ИЛ, М., 1963, стр. 65, 94. [4]. E. Adler, I. Marton, I. Falkehaug. Acta Chem. Scand. 18, № 5, 1311, 1964. [5]. T. Zentner. Tappi, 36, № 11, 517, 1953.

М. И. Чудаков.

Доктор химических наук
(ВНИИГС).

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Ф. П. Моисеенко, А. М. Кожевников. Прирост сосновых насаждений на второй год после объедания хвой пилильщиками	3
П. В. Стальская, Д. А. Усова. О сезонном приросте подроста сосны	6
А. Л. Бородин. Этапы формирования энтомокомплексов ели на концентрированных вырубках	10
А. И. Патацкас. Некоторые распределения и корреляции в строении насаждений	15
В. К. Попов. Транспирационная способность культур березы и сосны	19
А. С. Солодько. Строение ельников Красноярского края	23
А. И. Пяткин. Рост и производительность ельников Закарпатья разной густоты	27
О. В. Зеленько. Принципы выделения загрудовых трофотопов	32
М. М. Котов. Срастание прививочных компонентов дуба (Каллюсно-почковые побеги)	35
В. Д. Волков. Поглощение световой энергии березовыми насаждениями	40
В. К. Константинов. К определению запасов влаги в торфянисто-подзолистых почвах	45
И. Репшис, И. Григалинас. Форма, полнодревесность и объем мелких стволов сосны обыкновенной искусственного происхождения	48

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

А. А. Дебердеев. Об одном вопросе управляемого повала дерева	53
А. Л. Радюк. О снижении горизонта воды на верхнем плесе порога при его расчистке	60
Ю. И. Вальков. К вопросу об определении усилий в обвязках пучков бревен на плаву	65
Г. К. Лениук. Методика экспериментального исследования некоторых вопросов динамики специального типа сена ужд	69
О. Б. Ушаков. О влиянии ошибок при монтаже карданных передач	73
Л. Д. Фрид. Исследование процесса окорки лиственной древесины	83

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. В. Янов. Антифрикционные теплопроводные древесные композиции	90
П. С. Коноплев, Л. П. Потяркин. К расчету сопротивления подаче в направляющем аппарате лесопильной рамы	96
С. Н. Рыкунин. Влияние качества березовых необрезных пиломатериалов на выход заготовок при разных способах их выработки	102
Т. А. Носовский. О силах «отжима» в связи с затуплением дерево-режущего инструмента	108
Ю. М. Стахив. О жесткости дисков дерево-режущих пил	113

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Э. Д. Левин, А. А. Ринкевичус, А. А. Голиков. О возможности получения бензольных углеводородов при пиролизе коры лиственницы сибирской	116
В. А. Шишкин, Л. В. Тищенко. Парофазный гидролиз метоксифенолов. Сообщение 3	121

З. И. Фолиадова, А. И. Килрианов. Некоторые физические свойства древесносмоляных масел. Сообщение 3.	126
М. С. Некрасов, А. Н. Пономарев. О различиях в химическом составе древесины некоторых морфологических форм ели сибирской на Среднем Урале	131
Н. В. Чалов, Н. Н. Блинова. Механохимическая деструкция полисахаридов в присутствии серной кислоты. Сообщение 7.	134

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

А. Э. Спрогис. Исследование и установление наиболее целесообразных формул объема бревен для системы автоматического обмера и учета древесины на поперечных транспортерах	140
К. С. Клыков, Ю. М. Варакин. К вопросу о расчете системы автоматического регулирования посылочных механизмов лесопильных рам	146

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Ф. Т. Костюкович. О совершенствовании планирования лесохозяйственного производства	154
М. Д. Некрасов. Экономическая оценка лесозаготовительного процесса при выборочных рубках	158

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

П. И. Войчалъ. Опыт математического анализа понятия «тип вырубki»	162
Н. Н. Сурадейкин. К вопросу определения сроков атмосферной сушки пиломатериалов	164

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СООБЩЕНИЯ

Т. А. Гурьев, Е. С. Романов. Проблемы развития производительных сил Европейского Севера	167
---	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

А. А. Сенкевич. Ценная книга по экономике лесного хозяйства	169
Б. П. Колесников. Нужная и своевременная книга	171

НЕКРОЛОГ

В. Е. Вихров и др. Василий Кириллович Захаров	172
М. И. Чудаков. Письмо в редакцию	174

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ.

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 4.

(Год издания десятый).

Сдано в набор 30/VI 1967 г. Подписано к печати 25/VIII 1967 г. Форм. бум. 70 × 108^{1/16}.
Печ. л. 15,4 + 2 вклейки. Физич. л. 11 + 2 вклейки. Уч.-изд. л. 14,98.
Тираж 1700. Сл. 00855. Заказ № 2696. Цена 1 руб.

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

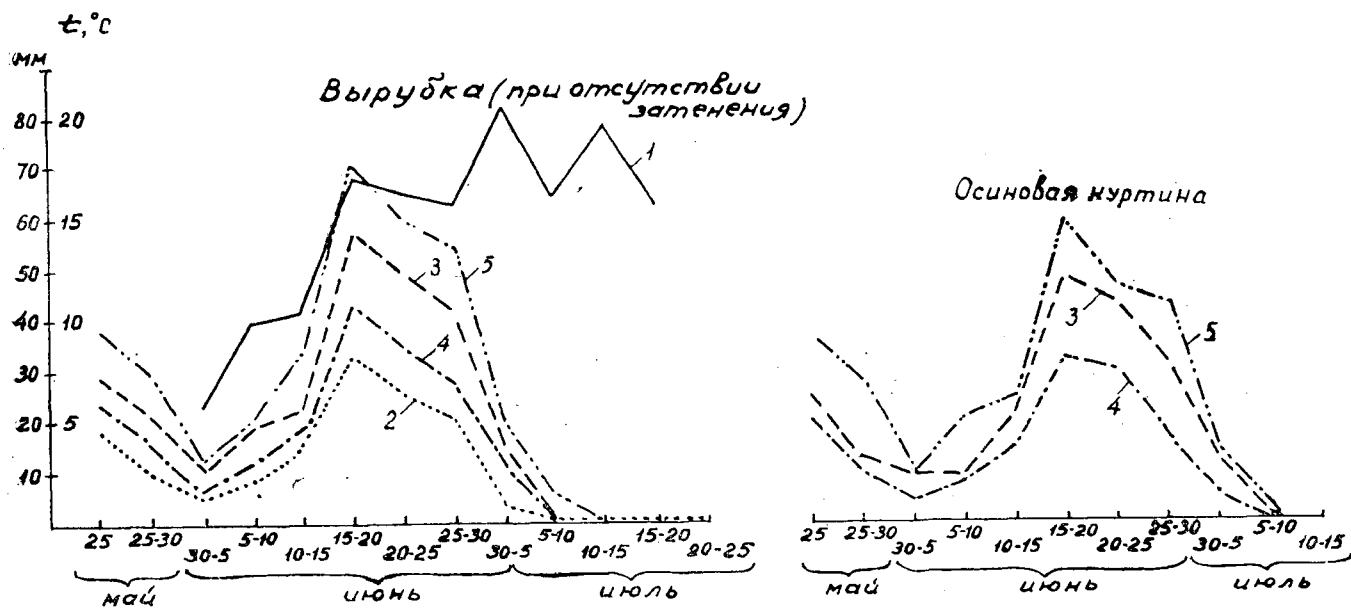


Рис. 1. Прирост подроста сосны по высоте и средняя температура воздуха по пятидневкам в 1964 г.
 1 — среднесуточная температура воздуха; 2 — высота подроста 0,5 — 1,0 м; 3 — 1,51 — 2,0 м; 4 — 1,1 — 1,5 м; 5 — 2,1 — 3,0 м.

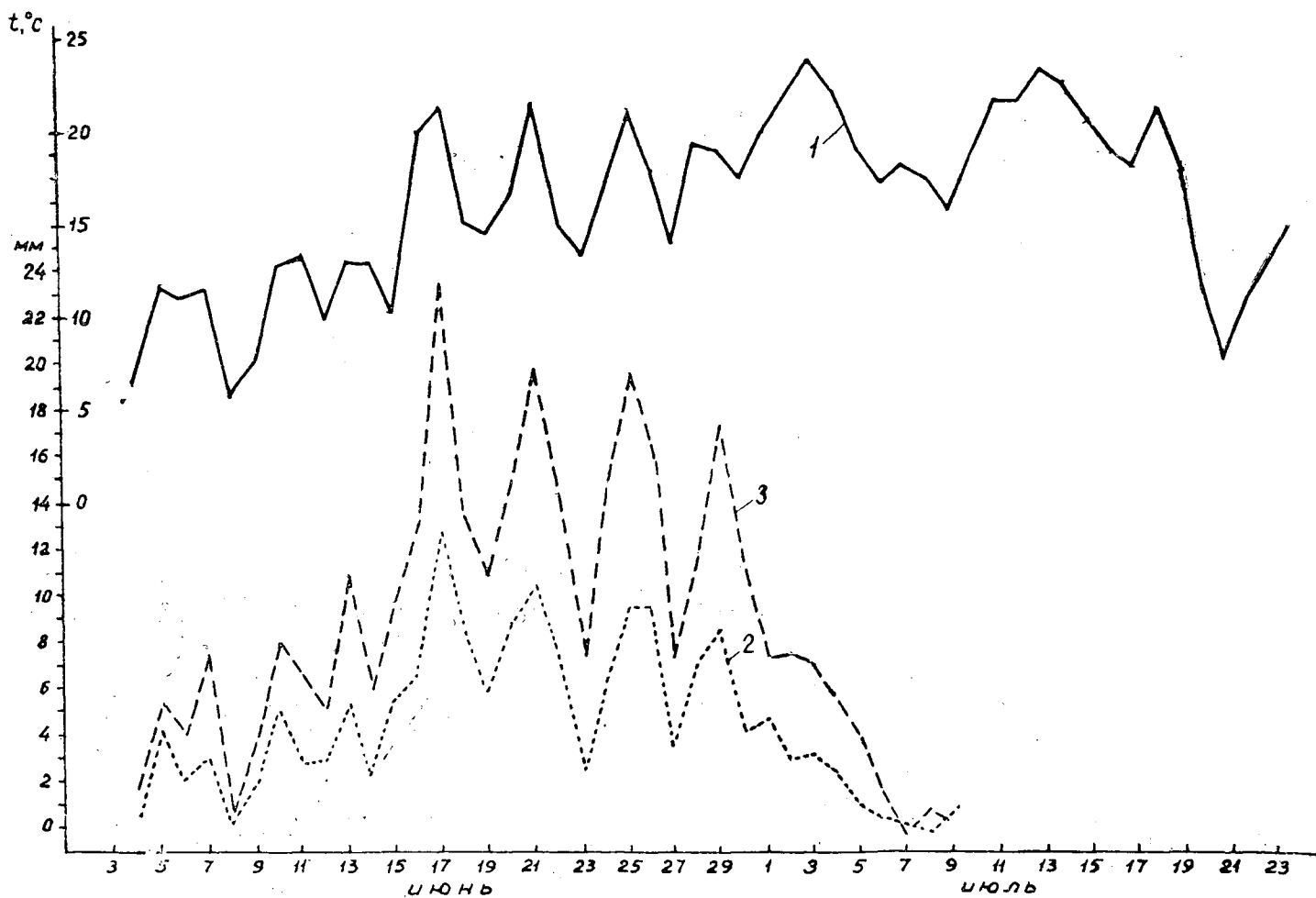
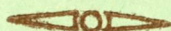


Рис. 2. Суточный прирост подроста сосны и температура воздуха на вырубке (данные 1964 г.).
 1 — среднесуточная температура воздуха; 2 — высота подроста 1,1 — 1,5 м; 3 — 2,1 — 3 м.

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».