

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ДЕСЯТЫЙ

6

1967

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. **И. М. Боховкин** (отв. редактор), доц. **П. И. Войчалъ** (зам. отв. редактора), доц. **Е. С. Романов** (зам. отв. редактора), доц. **Н. М. Белая**, проф. **Г. А. Вильке**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **А. Э. Грубе**, проф. **М. Л. Дворецкий**, доц. **Д. С. Добровольский**, проф. **И. П. Донской**, доц. **Г. Л. Дранишников**, проф. **М. И. Зайчик**, проф. **Ф. И. Коперни**, 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 595.764.1 : 634.0.221

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

**ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ И ВОЗРАСТА ВЫРУБОК
НА ЗАРАЖЕННОСТЬ ПОЧВЫ ВОСТОЧНЫМ МАЙСКИМ ХРУЩОМ
В ЛЕСАХ МАРИЙСКОЙ АССР*****И. С. АВЕРКИЕВ**

Профессор, доктор биологических наук

(Поволжский лесотехнический институт)

В ряде районов страны за последние десятилетия наблюдается массовое размножение восточного майского хруща. Применявшийся на больших площадях авиационный метод борьбы с майским хрущом не обеспечивает полной ликвидации его очагов. Совершенно очевидно, что наряду с использованием этого метода в годы массового лёта жука в широких масштабах должны применяться также и другие, в частности лесохозяйственные, преследующие профилактические цели.

В лесах Марийской АССР образовались большие очаги майского хруща на концентрированных вырубках, по обширным гарям разных лет, в местах скопления хвоегрызущих вредителей и буреломах.

При выборе способов рубок и размеров лесосек следует учитывать, что майский хрущ предпочтительно поселяется на открытых площадях.

Многие энтомологи и лесоводы, в том числе Г. Ф. Морозов, оценивая лесосеки разной ширины по зараженности их личинками майского хруща, указывали на целесообразность и возможность применения в сосняках средней полосы европейской части СССР узколесосечных или постепенных и выборочных рубок, имеющих профилактическое значение.

Мы приводим результаты некоторых исследований по вопросу влияния размеров и возраста вырубок на степень зараженности почвы майским хрущом в условиях Марийской АССР. Исследования были проведены в 1961 г. и частично в последующие годы в типах свежий и сухой бор, где зараженность почвы майским хрущом наибольшая, частично — в типе влажный бор.

Возраст обследованных вырубок в основном от 4 до 20 лет; ширина их — от 100 до 500 м, иногда более. Период работы — с 1 августа по 5 сентября. Обследование проводили методом раскопок почвы. В Козиковском и Волжском леспромхозах всего обследовано 69 вырубок.

* В работе принимали участие студенты-дипломники Поволжского лесотехнического института В. А. Лаптев и В. В. Мартыненко.

*Степень зараженности почвы майским хрущом на вырубках
разной ширины*

Для выяснения этого вопроса использованы не только собранные нами данные, но и некоторые материалы лесоустройства. Результаты наших исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Ширина вырубок, м	Число обследованных вырубок	Число жуков	Средняя зараженность, шт./м ²
Сухой бор			
100 (50—150)	2	9	1,6
250 (200—300)	8	80	3,2
500 (400—500 и более)	6	38	1,5
Влажный бор			
100 (50—150)	2	16	0,7
250 (200—300)	2	20	2,1
500 (400—500 и более)	1	6	1,1
Свежий бор			
100	8	61	2,4
150	4	35	4,0
200	5	45	4,7
250	8	103	4,9
300	5	50	4,7
350	2	20	4,2
400	1	10	3,9
450	2	20	4,2
500	6	51	3,0
550 и более	8	12	2,4

С увеличением ширины вырубок до 250 м зараженность почвы во всех обследованных типах леса (сухой, свежий, влажный бор) заметно возрастает, однако затем она вновь падает и при ширине 550 м и более становится почти стабильной.

К такому выводу приводят также результаты наших обследований очагов майского хруща в Кокшайском и Куярском лесхозах.

Основной причиной указанной закономерности в расселении майского хруща является постепенное улучшение условий его обитания по мере увеличения ширины вырубок до известных пределов (250 м). Это связано, очевидно, с усилением прогреваемости почвы на более широких вырубках и наличием здесь достаточного количества корма для личинок.

По мере дальнейшего расширения вырубок эти условия несколько ухудшаются в связи с недостатком корма для личинок хруща и отсутствием лиственных деревьев для подкормки самих жуков, поэтому степень зараженности почвы уменьшается.

Необходимо, однако, отметить, что концентрированные вырубки шириной 500 м и более, хотя и меньше заражены, чем узкие лесосеки, все же представляют собой опаснейшие очаги майского хруща, так как общее число вредителей на них огромно.

Степень зараженности почвы майским хрущом в разных типах леса

Известно, что личинки майского хруща находят оптимальные условия для развития и роста при влажности почвы 6—7% и температуре 17—20°; при увеличении влажности плотность заселения уменьшается. Поэтому можно ожидать, что степень зараженности почвы в разных типах леса должна быть различной, поскольку гигротермические (и иные) условия в них неодинаковы.

Как видно из данных табл. 1, в пределах трех обследованных типов леса наиболее заражены почвы в условиях свежего бора, где при ширине вырубок 250 м количество личинок на 1 м² составляет 4,9 шт.; значительно слабее зараженность в сухом бору, еще меньше — во влажном. Такую зависимость мы отмечали и ранее.

Степень зараженности почвы майским хрущом на вырубках разного возраста

С увеличением давности рубок на лесосеках существенно изменяются лесорастительные условия, а также условия для размножения и расселения майского хруща. Полученные нами данные по заселению почв свежего бора приведены в табл. 2.

Таблица 2

Возраст вырубок, лет	Свежий бор		
	число обследованных вырубок	число ям	средняя зараженность, шт./м ²
До 5	7	47	4,0
6—10	18	149	4,0
11—20	18	154	3,5

Из таблицы следует, что в этом типе леса с увеличением возраста вырубок от 5—10 до 20 лет степень зараженности почвы майским хрущом несколько уменьшается.

Как известно, с течением времени вырубки во многих случаях начинают в той или иной мере зарастать. В связи с этим представляет практический интерес выяснение вопроса о степени зараженности почвы майским хрущом в зависимости от наличия на вырубках древесной растительности и полноты молодняков. Сообщений по этому вопросу в литературе немало. Собранный нами материал приведен в табл. 3.

Таблица 3

Полнота культур и молодняков	Число обследованных вырубок	Общая площадь вырубок, га	Число ям	Средняя зараженность, шт./м ²
0,3—0,5	9	394	84	3,4
	16	618	151	4,9
0,6—0,8	5	300	39	1,5
	3	62	36	1,0

Примечание. В числителе — данные для сухого бора; в знаменателе — для свежего.

Данные таблицы показывают, что с увеличением полноты молодняков зараженность почвы майским хрущом уменьшается. Такая

зависимость установлена нами в последние годы в ряде лесхозов и лес-промхозов Марийской АССР.

Интересно отметить, что майский хрущ встречается в молодняках и культурах и при значительной их полноте. Это бывает в таких местах, где в почву было отложено много яиц в период разомкнутого стояния деревьев и к началу их смыкания хрущ не успел еще освободить почву, или в тех случаях, когда хрущ в дни с высокой температурой откладывает яйца в почву культур и молодняков более или менее значительной полноты.

На основании изложенного можно прийти к следующим выводам.

1. В районах, где майский хрущ поселяется на открытых местах (вырубки, гари, пустыри и пр.), сплошные вырубки сосновых насаждений (особенно концентрированные) в типах леса свежий и сухой бор являются местами массового размножения хруща. В этих условиях значительную роль в ограничении развития очагов вредителя может иметь прекращение сплошных рубок сосновых насаждений*, а также замена их постепенными или выборочными. Однако последние могут быть эффективными лишь в том случае, если будут созданы лучшие условия для лесовозобновления под пологом и в то же время сохранены неблагоприятные условия для размножения хруща.

Сокращение до минимума ширины вырубок также может оказывать ограничивающее влияние на расселение майского хруща.

2. На лесосеках, где не ожидается успешное естественное возобновление, следует производить лесные культуры в первые же годы после рубки, пока площади не заселились майским хрущом.

3. Для локализации и ликвидации существующих очагов хруща и предотвращения образования новых недостаточно применение лишь отдельных мер борьбы. Необходимо осуществлять комплекс разработанных мероприятий (лесохозяйственных, физико-механических, химических и биологических), умело сочетая их виды и учитывая конкретные условия.

* В Марийской АССР, по решению Совета Министров РСФСР от 2 июля 1965 г., в очагах майского хруща и в трехкилометровой полосе вокруг очагов с 1966 г. рубка сосновых насаждений должна быть прекращена.

УДК 581.54 : 634.0.221

ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОКЛИМАТА БУКОВЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА В СВЯЗИ СО СПОСОБАМИ РУБСК

Г. Т. БЕЛЕНКО

Научный сотрудник

(Северо-Кавказская ЛОС)

Изменения микроклимата мы изучали в мае—сентябре 1962—1963 гг. на лесосеках сплошной, группово-выборочной и постепенной рубок в буковых лесах Псебайского леспромхоза (Краснодарский край). Опытные участки расположены на пологом склоне северной экспозиции на высоте 900—1000 м над уровнем моря.

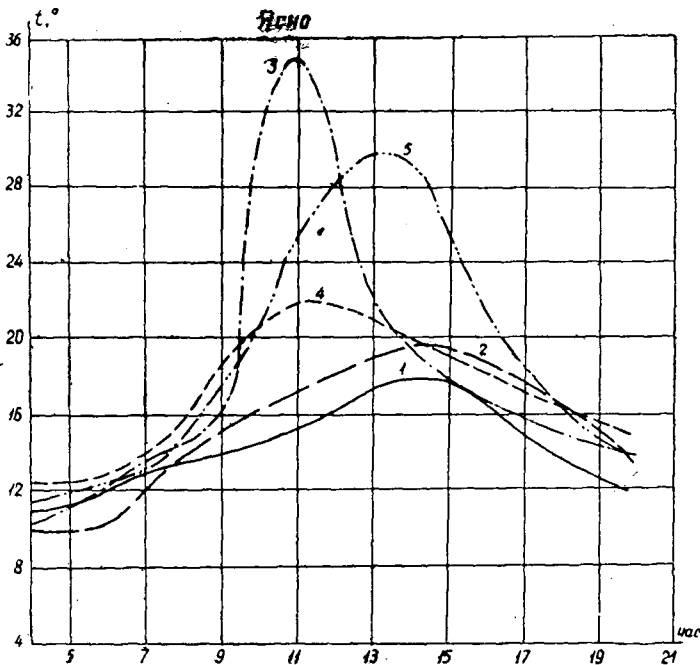


Рис. 1. Графики изменения дневных температур.

1 — под пологом равномерно изреженного древостоя; 2 — в окне диаметром 40 м с крупным подростом; 3 — на узкой лесосеке с редким травяным покровом; 4 — на узкой лесосеке с густым покровом из ожины и папоротников; 5 — на сплошной лесосеке с травяным покровом средней густоты.

Место проведения наблюдений	Год проведения наблюдений	Температура воздуха (на высоте 10 см от поверхности)			
		средние			
		на участках с умеренным зарастанием травами		на участках с густым травяным покровом	
		за весь период	в ясные дни	за весь период	в ясные дни
Сплошная лесосека шириной 200 м	1962	23,9	25,7	20,8	21,3
	1963	—	19,0	—	—
Узкая лесосека шириной 30—40 м	1962	24,1	25,8	21,6	21,7
	1963	17,0	17,8	15,8	16,2
Окно без подроста, диаметр 50 м	1962	22,7	23,4	19,4	19,6
	1963	—	—	15,6	16,1
Окно с подростом, диаметр 40 м	1962	20,0	19,6	—	—
	1963	15,7	16,1	—	—
Равномерно изреженный древостой до полноты 0,37	1962	21,0	21,5	—	—
	1963	—	—	—	—
Равномерно изреженный древостой до полноты 0,45—0,50	1962	19,2	17,6	—	—
	1963	15,7	16,2	—	—

Температуру и относительную влажность воздуха в 7, 13 и 19 час. измеряли на высоте 10 см от поверхности почвы (в условиях развития самосева) в наиболее характерных точках опытных делянок. Влажность воздуха определяли аспирационным психрометром, температуры — срочными, максимальными термометрами и термографом. Влажность почвы устанавливали три раза за сезон (в начале, середине и конце периода наблюдений), после наступления устойчивой погоды, на глубине 5 и 20 см в тех же точках, где измеряли температуру и влажность воздуха.

Замеры освещенности производили в пятидесяти точках каждой пробной площади (учетных площадках для учета самосева и мелкого подроста) люксметром в безоблачные дни, в период от 11 до 13 час. на высоте 10 см и 1,5 м от поверхности почвы. Кроме этого, делали не менее трех измерений освещенности на открытом месте (в начале, середине и конце периода наблюдений). Определяли следующие показатели: полноту древостоя, сомкнутость древесного полога и процент покрытия почвы травами.

По условиям погоды 1962 и 1963 гг. резко различны. Результаты наших наблюдений за температурами и влажностью воздуха приведены в табл. 1 и на рис. 1.

Из таблицы видно, что показатели температур и относительной влажности воздуха неодинаковы на лесосеках различных способов рубок. Эти различия особенно резко проявились в засушливое лето 1962 года.

Результаты изучения освещенности помещены в табл. 2.

На основании результатов исследований микроклимата в буковой зоне можно заключить следующее. Микроклимат площадей, пройденных различными способами рубок, существенно изменяется. Весьма неблагоприятные для всходов бука условия температур, влажности воздуха и почвы создаются на сплошных лесосеках. Элементы микроклимата (свет, тепло, влага) меньше всего подвержены изменению и наиболее благоприятны для накопления и развития подроста бука под пологом насаждений, равномерно изреженных постепенными рубками до полноты не ниже 0,4 (сомкнутость 0,45—0,50).

Таблица 1

поверхности почвы)		Влажность воздуха (на высоте 10 см от поверхности почвы)			
в полдень 31 мая (ясно)	макси- мальная	средняя, ‰		минимальная, ‰	
		на участках с умеренным зарастанием травами	в местах с густым травя- ным покровом	на участках с умеренным зарастанием травами	в местах с густым травя- ным покровом
—	49,0	73	79	30	50
—	—	—	—	—	—
31,0	—	71	79	50	51
—	—	79	90	50	69
—	—	74	83	43	59
—	—	—	93	—	62
21,7	47,5	76	—	39	—
—	—	90	—	59	—
—	—	76	—	34	—
—	—	—	—	—	—
16,0	40,2	—	85	—	55
—	—	83	—	50	—

Таблица 2

Способ рубки (объект изучения освещенности)	Полнота древостоя	Сомкнутость древесного полога	Покрытие почвы травами, %	Освещенность, % от освещен- ности открытого места	
				на высоте 1,5 м от поверхности почвы	на высоте 10 см от поверхности почвы
		после рубки			
Узкая лесосека шириной 30—40 м	—	—	79	88	30
Сплошная лесосека шири- ной 200 м, осветленных деревьев 80 шт. на 1 га	0,15	0,20	71	55	29
Окно группово-выбороч- ной рубки без подроста диаметром 40 м	—	—	100	58	20
Постепенная двухприемная (после первого приема)	0,37	0,40	75	31	11
	0,43	0,58	55	27	19

Поступила в редакцию
10 августа 1965 г.

УДК 634.0.566 : 674.031.623.22

**ТАБЛИЦЫ ХОДА РОСТА ТАЛЬНИКОВЫХ ЗАРОСЛЕЙ
НИЖНЕЙ ВОЛГИ****И. И. ЛЕВИЦКИЙ**

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Башкирская ЛОС)

Из-за отсутствия таблиц хода роста ивняков их таксация осуществляется довольно примитивно без указания видов ивы, без приведения в описаниях важных таксационных элементов: среднего диаметра, средней высоты, полноты. Запас обычно занижается в несколько раз.

Это обстоятельство побудило нас произвести специальное изучение хода роста тальниковых зарослей. Исследования проводили в 1931, 1937 и 1953 гг. в пойме Волги: в Хвалынском, Саратовском, Энгельском, Волгоградском и Астраханском лесхозах, а также в дельте — в Икрянинском, Красноярском и Камызякском лесничествах. Пробные площади закладывали в тальниках, начиная с 2-летнего и кончая 8—12-летним возрастом. В наибольшем числе случаев возраст ивы 6 лет (в это время получается самый ценный сортимент — астраханский кол). Среди тальников Нижней Волги видное место принадлежит белоталу (30%). Он занимает самые низкие местоположения с близким уровнем грунтовых вод (от 1 м), а также селится по берегам затонов, озер на влажных, хорошо дренированных иловато-песчаных плотных почвах. Чернотал — еще более распространенный вид ивы (48% по площади) и занимает приподнятые плато с уровнем грунтовых вод от 2 до 3 м. Селится на свежих рыхлых супесчано-глинистых почвах. Встречается в чистых и смешанных насаждениях вместе с белоталом, ветлой. Красная шелюга занимает прирусловые песчаные дюны, обычно с очень слабо развитым травяным покровом. Селится в условиях недостаточного увлажнения в массовом количестве и одиночными кустами.

Для настоящей работы было взято несколько тысяч модельных стволиков, из которых 129 подверглось анализу хода роста по высоте и диаметру на высоте груди.

Половина взятых анализов приходится на долю белотала, около одной трети — на чернотал и остальная часть — на красную шелюгу.

Пробные площади закладывались: а) для изучения хода роста основных таксационных признаков: высоты, диаметра, площади поперечного сечения и запаса каждого основного вида ивы; б) для характеристики выхода сортиментов из тальниковых зарослей различного возраста, полноты и состояния.

Величина пробных площадей варьировала от 50 до 5000 м² в зависимости от возраста и полноты исследуемого древостоя.

После отбивки и остолбения на пробных площадях делали перечень стволиков по ступеням толщины в 0,5 см с разделением на деловые

и дровяные. Диаметры измеряли на высоте груди маленькой мерной вилочкой с точностью 1 мм; высоты — рулеткой с точностью 1 см.

После перече́та все стволыки на пробной площади срубали и в зависимости от длины и толщины хлыста раскладывали по отдельным кучам. От каждой кучи брали до 10% моделей, по нижнему срезу которых подсчитывали возраст, определяли высоту и диаметр на середине стволика для определения объема модели.

По измеренным высотам и диаметрам находили среднюю высоту и диаметр стволика каждой кучи; из моделей пробы выбирали господствующий по высоте стволык для анализа по отрезкам длиной 0,5 м; таксационный диаметр измеряли, как обычно, на высоте груди.

После измерения высот и диаметров стволыки каждой кучи разделяли на сортименты (астраханский кол, мебельная палочка, цементный кол, табачная шнурка и др.); фаутные (больные) стволыки учитывали отдельно. Объем каждой кучи определяли в плотной и складочной мере.

Пробные площади для определения выхода сортиментов закладывали в насаждениях со средним составом, характерным для ивняковых зарослей (на островах и в пойме) разных возрастов, полнот и состояний. Результатом нашей работы явились таблицы хода роста и динамики товарности тальников по каждой группе возраста для белотала (*Salix triandra* L.), чернотала (*Salix viminalis* L.) и красной шелюги (*Salix acutifolia* Willd.). В основу построения таблиц положен аналитический способ. Пробные площади на ход роста были заложены в чистых, наиболее полных насаждениях. Таких проб оказалось 34, в том числе: на белотал — 20, из них Iв класса бонитета — 7, I—7 и II — 6; на чернотал — 14, из них Iв класса — 7, Ia — 7; на красную шелюгу — 4 (в малополнотных насаждениях в возрасте 2, 3, 10 и 12 лет).

В совокупности все отобранные площади каждого вида и класса бонитета ивняков представляют один естественный ряд развития насаждений.

Мы проверили принадлежность проб к одному естественному ряду на основании изучения хода роста по высоте наибольших стволыков,

Таблица 1

№ проб	Лесхоз	Изменение высоты, м, с возрастом, лет							
		1	2	3	4	5	6	7	8
3	Хвалынский	2,3	3,3	—	—	—	—	—	—
3	"	2,3	3,15	—	—	—	—	—	—
97	"	1,7	3,25	4,15	—	—	—	—	—
5	"	1,75	3,0	4,4	5,2	6,0	—	—	—
94	"	1,0	3,6	4,2	5,0	—	—	—	—
90	Саратовский	1,5	2,75	4,6	5,5	6,2	6,6	—	—
19	"	1,7	3,8	4,8	4,9	5,7	6,3	6,5	—
92	Волгоградский	1,5	3,3	4,45	5,1	5,3	6,3	6,5	6,7
23	Энгельский	1,9	4,0	4,6	5,4	5,8	6,0	6,2	6,3
Среднее арифметическое		1,7	3,3	4,4	5,2	5,8	6,3	6,4	6,5
Среднее квадратическое отклонение		0,52	0,5	0,28	0,24	0,39	0,42	0,17	0,28
Вариационный коэффициент, %		30	15	6	5	7	7	3	4
Средняя высота насаждений проб		—	2,9	4,0	5,0	5,7	6,2	6,4	6,5
№ проб		—	3	97	94	5	90	19	23 и 92

Ход роста бело

Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов на 1 га, тыс. шт.	Сумма площадей сечений на 1 га, м ²	Видовое число, 0,001	Запас, м ³	Изменение запаса	
							среднее, м ³	текущее, м ³
Iв класс								
1	1,6	0,5	136	2,7	—	9	9,0	—
2	2,9	1,2	60	6,3	1000	19	9,5	10
3	4,0	2,0	44	12,4	850	35	11,7	16
4	5,0	2,7	32	16,0	720	58	14,5	23
5	5,7	3,2	24,5	17,7	630	65	13,0	7
6	6,2	3,6	19	17,6	575	63	10,5	—
7	6,4	3,7	15	16,3	535	57	8,1	—
8	6,5	3,7	13	13,0	517	49	6,1	—
I класс								
1	0,8	—	412	1,2	—	7,0	7,0	—
2	1,6	0,8	117	3,6	—	13,0	6,5	6,0
3	2,4	1,3	97	8,2	875	20,5	6,8	7,5
4	3,0	1,9	71	13,3	700	27,0	6,7	6,5
5	3,6	2,4	50	16,1	598	33,5	6,7	6,5
6	4,1	2,9	33	17,8	534	39,0	6,5	5,5
7	4,4	3,3	27	18,2	500	42,0	6,0	3,0
8	4,6	3,4	23	17,6	494	40,0	5,0	—
II класс								
1	0,7	—	1617	2,2	—	8,0	8,0	—
2	1,5	0,4	895	6,0	—	17,0	8,5	9,0
3	2,1	0,8	339	9,5	1000	27,0	9,0	10,0
4	2,6	1,2	200	13,0	970	35,0	8,8	8,0
5	3,0	1,6	110	15,5	844	39,5	7,9	4,5
6	3,2	1,9	70	16,5	758	40,0	6,7	0,5
7	3,2	2,3	52	16,6	680	31,5	4,5	—

Ход роста черно

Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов на 1 га, тыс. шт.	Сумма площадей сечений на 1 га, м ²	Видовое число, 0,001	Запас, м ³	Изменение запаса	
							среднее, м ³	текущее, м ³
Iв класс								
1	1,5	0,7	170	3,4	—	8,0	8,0	—
2	2,9	1,3	58	7,4	774	16,5	8,2	8,5
3	4,2	1,9	47	11,6	695	33,0	11,0	16,5
4	5,0	2,4	38,5	15,6	670	54,0	13,5	21,0
5	5,6	2,8	33	17,5	652	64,0	12,8	10,0
6	5,9	3,1	29	17,9	634	67,0	11,1	3,0
7	6,1	3,3	25	17,6	630	67,0	9,6	—
8	6,1	3,3	22	16,6	621	66,0	8,2	—
Iа класс								
1	1,0	—	226	—	—	7,0	7,0	—
2	1,9	0,9	100	4,5	—	13,5	7,0	6,5
3	2,8	1,4	74	8,7	797	21,0	7,0	7,5
4	3,6	1,8	56	12,5	623	28,0	7,0	7,0
5	4,3	2,1	45	14,1	578	35,0	7,0	7,0
6	4,6	2,4	38	14,8	570	39,5	6,6	4,5
7	4,9	2,6	33	14,9	570	42,0	6,0	2,5
8	5,0	2,7	30	13,7	570	43,0	5,4	1,0

Таблица 2

таловых зарослей

Выход сортиментов с 1 га, м ³							
астраханский кол	цементный кол	помидорный кол	мебельный прут	плетневый прут, фашинник	корзиночный прут	всего деловых	дрова
бонитета							
—	—	—	—	0,2	3,6	8,8	0,2
—	—	—	—	8,6	9,5	18,1	0,9
—	1,7	—	5,3	21,3	1,8	30,1	4,9
—	3,5	5,8	12,8	31,9	—	54,0	4,0
8,4	13,7	3,3	8,4	23,4	—	57,2	7,8
18,9	10,1	0,6	3,2	12,6	—	45,4	17,6
16,5	5,7	—	—	6,8	—	29,0	28,0
6,9	2,0	—	—	2,0	—	10,9	38,1
бонитета							
—	—	—	—	0,2	6,6	6,8	0,2
—	—	—	—	0,3	12,5	12,8	0,2
—	—	—	—	9,2	10,3	19,5	1,0
—	1,4	—	4,1	16,5	1,4	23,4	3,6
—	2,0	3,4	7,4	18,4	—	31,2	2,3
5,1	8,2	2,0	5,1	14,0	—	34,4	4,6
8,8	8,0	1,3	3,8	11,8	—	33,7	8,3
8,8	2,8	—	—	3,2	—	14,8	25,2
бонитета							
—	—	—	—	—	7,8	7,8	0,2
—	—	—	—	0,5	16,2	16,7	0,3
—	—	—	—	16,4	6,8	23,2	3,8
—	2,1	3,5	5,5	19,2	—	30,3	4,7
—	2,0	5,1	—	18,2	—	25,3	14,2
—	3,0	3,8	—	15,0	—	21,8	18,2
—	4,0	3,3	—	10,0	—	17,3	14,2

Таблица 3

таловых зарослей

Выход сортиментов с 1 га, м ³							
астраханский кол	цементный кол	помидорный кол	мебельный прут	плетневый прут, фашинник	корзиночный прут	всего деловых	дрова
бонитета							
—	—	—	—	0,2	7,6	7,8	0,2
—	—	—	—	7,4	8,3	15,7	0,8
—	1,6	—	5,0	20,1	1,7	28,4	4,6
—	3,2	5,4	11,9	29,7	—	50,2	3,8
8,3	13,4	3,2	8,3	23,0	—	56,2	7,8
20,1	10,7	0,7	3,4	13,4	—	48,3	18,7
19,4	6,7	—	—	8,0	—	34,1	32,9
9,2	2,6	—	—	2,6	—	14,4	51,6
бонитета							
—	—	—	—	0,2	6,6	6,8	0,2
—	—	—	—	6,1	6,8	12,9	0,6
—	—	—	—	9,4	10,5	19,9	1,1
—	1,4	—	4,2	17,1	1,4	24,1	3,9
—	1,8	—	5,3	21,4	1,8	30,3	4,7
—	2,4	4,0	8,7	21,7	—	36,8	2,7
2,9	5,5	3,4	7,6	18,9	—	38,3	3,7
3,0	5,6	3,4	7,7	19,3	—	39,0	4,0

Таблица 4

Ход роста зарослей красной шелюги

Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов на 1 га, шт.	Сумма площадей сечений на 1 га, м ²	Видовое число, 0,001	Запас м ³	Изменение запаса, м ³		Выход сортиментов с 1 га, м ³				
							среднее	текущее	помидорный кол	плетневый прут, фашинник	корзиночный прут	всево деловых	дрова

I класс бонитета

1	1,5	—	109	—	—	3,1	3,1	—	—	—	3,1	3,1	—
2	2,3	—	78	—	—	9,0	4,5	5,9	—	0,3	8,5	8,8	0,2
3	3,0	1,2	54	8,4	578	14,6	4,9	5,6	3,0	8,9	0,7	12,6	2,0
10	5,5	3,3	10	6,9	487	18,5	1,9	0,6	8,3	5,4	—	13,7	4,8
12	6,7	4,4	6,7	6,4	357	15,3	1,3	—	6,3	1,5	—	7,8	7,5

срубленных на этих пробах, что подтверждается данными табл. 1 для белотала Iв класса бонитета. Графически выравненные таксационные признаки (высоты, диаметры, запасы, площади сечений, число стволиков, видовые числа) вписаны в таблицы хода роста (табл. 2, 3 и 4).

Производительность белотала и чернотала одного и того же класса бонитета одинакова. Для белотала с семилетнего возраста она падает, насаждение начинает разрушаться (табл. 2), для чернотала резко возрастает до 5 лет, затем рост замедляется (табл. 3).

Медленный рост (II класс бонитета) белотала в дельте объясняется засоленностью почв и укороченностью вегетационного периода в низовье Волги из-за длительности половодья (у Астрахани 2,5—3 месяца). На плодородных почвах самоизреживание насаждений наступает в более раннем возрасте и проходит интенсивнее.

Принимая во внимание различие в развитии насаждений, мы составили бонитировочную шкалу высот для таксации белотала, чернотала и красной шелюги по высоте и возрасту (табл. 5).

Таблица 5

Класс бонитета	Высота, м, в возрасте, лет											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Чернотал

Iв	1,5	2,9	4,2	5,0	5,6	5,9	6,1	6,1	—	—	—	—
Iа	1,0	1,9	2,8	3,6	4,3	4,6	4,9	5,0	—	—	—	—

Белотал

Iв	1,6	2,9	4,0	5,0	5,7	6,2	6,4	6,5	—	—	—	—
I	0,8	1,6	2,4	3,0	3,6	4,1	4,4	4,6	—	—	—	—
II	0,7	1,5	2,1	2,6	3,0	3,2	3,2	—	—	—	—	—

Красная шелюга

I	1,6	2,3	3,0	3,5	3,8	4,0	4,5	4,9	5,1	5,9	6,2	6,7
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Хочется надеяться, что с помощью бонитировочной шкалы и таблиц хода роста учет запасов и приростов тальниковых зарослей значительно улучшится, а хозяйство в них будет поставлено на должную высоту.

УДК 634.0.114.351

ВЛИЯНИЕ ВЫДЕЛЕНИЙ РАЗЛАГАЮЩИХСЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ НА РАЗВИТИЕ СОСНЫ И ТРАВ В ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

Н. М. МАТВЕЕВ

Ассистент

(Днепропетровский государственный университет)

Несмотря на значительное количество работ, посвященных исследованию действия летучих и водорастворимых выделений разлагающихся растительных остатков (миазмины и сапролины [3]) в лесных фитоценозах [9], [10], [5], [8], [2], [6], этот вопрос все еще остается слабо изученным. О химической природе этих выделений известно очень мало. Экологическая роль их в природе часто остается неясной.

По нашим наблюдениям, вегетативная масса, образуемая ежегодно травянистыми растениями в молодых лесонасаждениях в степи, при отсутствии прополки может достигать 120 т/га (в сыром весе). При ее разложении выделяется большое количество физиологически активных веществ, которые могут оказывать определенное действие на развитие древесных пород. По мере увеличения возраста и сомкнутости древостоя под пологом лесонасаждения накапливается все большая масса лесной подстилки, достигающая в сомкнутых насаждениях 21,5 т/га [7]. Выделения разлагающейся подстилки могут также влиять на развитие растений, произрастающих под пологом леса. Наблюдения, проведенные в лаборатории, показали, что водные вытяжки из воздушно-сухих вегетативных частей травянистых растений, собранных в ноябре 1963 г. в 4-летнем сосновом насаждении, оказывают ингибирующее действие на прорастание семян и рост сеянцев сосны обыкновенной, высеянной в чашках Петри на фильтровальной бумаге.

Действие миазминов разлагающихся остатков травянистых растений на прорастание семян и рост проростков сосны, а также влияние миазминов сосновых корней и подстилки на развитие травянистых видов мы изучали в лаборатории следующим образом. В бюкс объемом 70 см³ помещали воздушно-сухую навеску вегетативной массы соответствующего травянистого вида, подстилки или корней сосны на слой песка 5 см. Растительную массу увлажняли дистиллированной водой и далее поддерживали определенный уровень влажности, требуемый по условиям опыта. Бюкс обтягивали стерильным бинтом, на который высевали по 50 семян сосны или соответствующего травянистого вида. После этого бюкс помещали в крышку от чашки Петри, куда наливали дистиллированную воду, и накрывали стеклянным колпаком объемом 350 или 500 см³. Прорастающие семена увлажнялись водой, поднимающейся по бинту из чашки Петри. В контрольных вариантах

Таблица 1

Продолжительность опыта	Название травянистого вида	Части травянистых растений	Влажность растительной массы, %	Среднее отклонение всхожести семян, длины стебля и корня от среднего контрольного значения, %		
				всхожесть семян	длина стебля	длина корня

Навеска 2 г на объем воздуха 280 см³

1. X — 25. XI-1964 г.	Синяк обыкновенный (<i>Echium vulgare</i> L.)	1	40	-62,5	-94,0	-96,3
		2	40	-74,6	-90,0	-83,0
	Икотник серый (<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.)	1	40	-93,7	-98,0	-96,6
		2	40	-84,3	-96,0	-96,6
		80	-43,3	-56,0	-49,6	
	Льнянка дреколистная (<i>Linaria genistaeifolia</i> (L.) Mill.)	1	40	-100,0	-100,0	-100,0
		2	40	-78,1	-98,0	-96,6
			80	-90,6	-98,0	-96,6
	Тысячелистник Гербера (<i>Achillea Gerberi</i> M. B.)	1	40	-84,3	-94,0	-96,3
		2	40	-75,0	-94,0	-96,6
			80	-37,5	-86,0	-89,7
	Цмин песчаный (<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) DC.)	1	40	-100,0	-100,0	-100,0
		2	80	-6,2*	-70,0	-52,1
			40	-46,8	-80,0	-74,0
	Полынь Маршалла (<i>Artemisia Marshalliana</i> Spreng.)	1	40	-81,2	-96,0	-96,6
		2	40	-59,3	-80,0	-83,0
			80	-56,2	-74,6	-44,2

Навеска 1 г на объем воздуха 430 см³

6. X — 30. X-1964 г.	Полынь Маршалла	1	40	-2,5*	-95,4	-95,0
		2	40	+45,0	-37,8	+10,8*
	Тысячелистник Гербера	1	40	0	-82,4	-40,8
		2	40	+150,0	-30,5	-6,4*
	Цмин песчаный	1	40	-30,0	-69,4	-11,3*
		2	40	+50,5	-61,8	-43,3
	Икотник серый	1	40	+135,0	-64,1	-76,3
		2	40	+60,0	-45,8	-13,7*
	Синяк обыкновенный	1	40	+45,0	-73,2	-50,7
		2	40	+35,5*	-42,7	-26,1

Примечание. Знак минус означает угнетение всхожести и роста проростков; знак плюс — стимуляцию; во всех случаях, за исключением цифр со звездочкой — статистически достоверные отклонения с вероятностью 99%. 1 — действие надземных; 2 — подземных частей травянистых растений.

растительную массу в боксы не помещали. Повторность опытов трехкратная. Из табл. 1 видно, что миазмины разлагающихся частей травянистых растений оказывают подавляющее действие на прорастание семян и рост проростков сосны. Эффект действия этих веществ в каждом случае выше при 40%-ной влажности растительной массы, чем при 80%-ной (верхняя часть табл. 1). Снижение концентрации миазминов в камере (при уменьшении навески растительной массы и увеличении объема камеры) приводит к ослаблению эффекта их действия.

Наши наблюдения [4] показали, что водорастворимые выделения сосновой подстилки угнетают развитие большинства травянистых растений, широко распространенных в травостое до смыкания насаждений. Миазмины разлагающихся сосновых корней и подстилки, как показали лабораторные опыты, также снижают всхожесть семян, рост стеблей и травянистых растений.

Летом 1965 г. результаты, полученные в лаборатории, были проверены путем постановки опытов в искусственных сосновых насаждениях.

Таблица 2

Продолжительность опыта	Название травянистого вида	Вид мульчи	Дата учета	Среднее отклонение всхожести семян, длины стебля и корня от среднего контрольного значения, %		
				всхожесть семян	длина стебля	длина корня
3.VI—16.IX-1965 г.	Рожь дикая (<i>Secale silvestre</i> Host.)	1	27.VI-1965 г.	-1,5*	-1,4*	—
		2		+1,0*	+0,7*	—
		3		-81,9	-78,7	—
	"	1	16.IX-1965 г.	-1,5*	-3,3*	+5,9
		2		—	—	—
		3		—	-69,6	-55,5
	Ослинник двулетний (<i>Oenothera biennis</i> L.)	1	27.VI-1965 г.	+6,5*	+4,5*	—
		2		+2,1*	+12,7	—
		3		-72,1	-71,8	—
	"	1	16.IX-1965 г.	—	-4,9	+10,0
		2		—	—	—
		3		—	-45,0	-59,3
	Пулавка русская (<i>Anthemis ruthenica</i> M. B.)	1	27.VI-1965 г.	+15,7	-5,8*	—
		2		+8,2	+5,8*	—
		3		-82,6	-58,8	—
	"	1	16.IX-1965 г.	—	+3,5*	-10,5*
		2		—	—	—
		3		—	-42,1	-61,5
Стоколос кровельный (<i>Zerna tectorum</i> (L.) Panz.)	1	27.VI-1965 г.	+0,2*	+10,5	—	
	2		-8,5	-9,5	—	
	3		-96,9	-65,0	—	
"	1	16.IX-1965 г.	—	-0,2*	-4,2*	
	2		—	—	—	
	3		—	-52,0	-55,7	

1 — мульчирующее действие ваты; 2 — бумаги; 3 — выделений сосновой подстилки.
* — см. примечание к табл. 1.

ях Кочережского лесничества на Днепропетровщине на песчаной почве в суховатом типе увлажнения П₁ [1]. В 5-летнем сосновом насаждении изучалось действие выделений разлагающихся остатков травянистых растений на прорастание семян, формирование проростков и рост 1-летних и 5-летних растений сосны, а в 25-летнем — действие выделений подстилки на развитие травянистых видов. Семена сосны (по 300 шт.) или соответствующего травянистого вида (по 500 шт.) высевали на площадке (0,5 × 0,5 м), на которых предварительно удаляли все растения и их остатки, а почву перекапывали на глубину 25 см. Первый вариант был контрольным. Для учета мульчирующего и затеняющего действия на развитие сеянцев сосны и травянистых растений во втором варианте семена после посева накрывали сверху слоем стерильной ваты толщиной 3 см, а в третьем — двумя листами фильтровальной бумаги. В четвертом варианте в качестве мульчи для семян сосны использовали измельченные перегнивающие частицы травянистых растений, собранных на земле в 5-летнем сосновом насаждении с площади 0,25 м² (толщина слоя 1,5 см), а для семян травянистых растений — сосновую подстилку с равной площади в 25-летнем насаждении (толщина слоя 2,0 см). В опытах с 1- и 5-летними растениями сосны второй и третий варианты отсутствовали. Повторность опытов трехкратная. За 25 дней (с 3 по 28 июня) на площадке, накрытой растительными остатками, всхожесть семян сосны была на 80,6%, а длина стебля и корня на 75,1 и 75,0% ниже, чем в контроле. На площадках, накрытых ватой и бумагой, всхожесть семян и рост проростков сосны не отличались от контрольных показателей. Правда, на

площадке, накрытой бумагой, проростки не могут принять вертикального положения и стелются по земле. Содержание питательных веществ в почве на всех площадках было одинаковым, а влажность почвы в опытных вариантах все время была на 10—15% выше, чем в контроле. Следовательно, задержку развития сеянцев сосны на площадке, накрытой перегнивающими растительными остатками, нельзя объяснить ни недостатком питательных веществ, ни иссушением почвы (так же как в случае применения ваты и бумаги). Решающим фактором следует считать угнетающее действие выделений разлагающейся растительной массы. Опыты с 1- и 5-летними растениями сосны показали, что за период с 4 июня по 16 сентября прирост стебля 1-летних саженцев сосны в опытном варианте был на 75,2%, прирост корня, вес стебля и корня соответственно на 33,2; 41,1 и 16,9% ниже, чем в контроле. Развитие 5-летних растений сосны в опытном варианте не отличалось от контрольных показателей. Как видно из табл. 2, выделения сосновой подстилки также сильно подавляют прорастание семян, формирование всходов и рост травянистых растений.

Таким образом, можно констатировать, что выделения перегнивающих остатков травянистых растений, широко представленных в травостое молодых сосновых насаждений в степи, оказывают негативное воздействие на рост саженцев сосны, прорастание ее семян и формирование всходов. Это подчеркивает необходимость тщательной прополки и очистки молодых лесокультур от травянистых растений. С другой стороны, задерживающее действие выделений подстилки на развитие травянистых видов, которые являются антагонистами древесных пород в борьбе за свет, влагу и питательные вещества, требует создания таких конструкций лесонасаждений, которые формировали бы мощную и постоянную лесную подстилку.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Л. Бельгард. Введение в типологию искусственных лесов степной зоны. В кн. «Искусственные леса степной зоны Украины», изд-во Харьковского госуниверситета, Харьков, 1960. [2]. Г. Б. Гортинский. Аллелопатический фактор и его роль в возобновительном процессе еловых лесов южной тайги. Автореферат кандидатской диссертации. Л., 1964. [3]. А. М. Гродзинский. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Изд-во «Наукова думка», Киев, 1965. [4]. Н. М. Матвеев. Некоторые данные по аллелопатическим взаимоотношениям между древесными и травянистыми видами в условиях степи. В кн. «Физиолого-биохимические основы взаимного влияния растений в фитоценозе», изд-во «Наука», М., 1966. [5]. Е. В. Рунов, Е. С. Кудрина. Влияние лесных насаждений на микрофлору черноземов сухой степи. Труды Института леса АН СССР, т. 23, 1954. [6]. Ю. В. Титов. О биохимическом влиянии лесных злаков на хвойные растения. Тезисы докладов первого всесоюзного симпозиума по физиолого-биохимическим основам формирования фитоценозов, изд-во «Наука», М., 1965. [7]. А. П. Травлеев. Лесная подстилка как структурный элемент лесного сообщества в степи. Кандидатская диссертация, Днепропетровск, 1961. [8]. В. С. Шумаков. Влияние водных экстрактов из злаков на прорастание сосны и ели. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1962. [9]. W. Bublitz. Über die keimhemmende Wirkung der Fichtenstreu. Die Naturwissenschaften, 40. Jahrgang, H. 9, 1953. [10]. A. G. Winter, W. Bublitz. Über die keim- und entwicklungshemmende Wirkung der Buchenstreu. Die Naturwissenschaften, 40. Jahrgang, H. 15, 1953.

УДК 634.0.56

ТЕКУЩИЙ ПРИРОСТ ЧИСТЫХ СОСНОВЫХ И ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЛИТОВСКОЙ ССР

В. В. АНТАНАЙТИС

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

П. ЯКАС

Аспирант

(Литовская сельскохозяйственная академия)

На кафедре экономики лесного хозяйства и лесоустройства Литовской сельскохозяйственной академии и в Литовском «Леспроекте» с 1958 г. изучаются некоторые особенности текущего прироста чистых насаждений, а именно: изменчивость текущего прироста; связь текущего прироста по запасу с полнотой; разработка таблиц текущего прироста чистых насаждений.

Для решения этих вопросов использованы данные 137 пробных площадей с 1456 модельными деревьями и 77 проб, на которых процент текущего прироста установлен по таблицам В. В. Антанайтиса [1] в сочетании с более точным определением запасов. Пробные площади заложены в чистых сосновых и еловых насаждениях разного возраста и полноты, произрастающих в наиболее распространенных типах условий местопроизрастания B_2 — B_3 и C_2 — C_3 (по типологии П. С. Погребняка).

Таксационные материалы обрабатывали при помощи электронной вычислительной машины БЭСМ-2М, используя упрощенные алгоритмы, составленные К. Е. Никитиным.

Основными методами работы по изучению закономерностей текущего прироста были графоаналитический и математическо-статистический.

Изменчивость текущего прироста насаждений

Нами найдены коэффициенты вариации текущего прироста по запасу однородных насаждений, установленному по 1-, 2-, 3-, 5- и 10-летним периодам в пределах одного десятилетия. Средний коэффициент вариации прироста по запасу однородных насаждений 50—80-летнего возраста, в зависимости от продолжительности периода, оказался следующим: по 10-летним периодам $\pm 16,3\%$; по 5-летним — $\pm 22,1\%$; по 3-летним — $\pm 26,3\%$; по 1—2-летним — $\pm 28,9\%$. Но когда годичный и периодический текущий приросты совокупности насаждений определяются за период более длительный, чем одно десятилетие, то в связи с влиянием на текущий прирост меняющихся климатических факторов

коэффициент вариации соответственно повышается до $\pm 40—50\%$ (годового прироста) и $\pm 20—25\%$ (периодического). Величина коэффициента вариации периодического текущего прироста ($\pm 20—25\%$) обуславливает точность его определения по составленным нами таблицам [1].

Изучение изменчивости текущего прироста насаждений показывает, что: 1) годичный и периодический текущий приросты — величины различные и их нужно разграничивать; 2) при составлении таблиц текущий прирост отдельных насаждений надо определять за 10-летний период; 3) при необходимости следует исключать влияние климатических факторов на изучаемые закономерности текущего прироста, например, при выявлении связи прироста с полнотой текущий прирост отдельных насаждений надо определять за одинаковый период времени.

Влияние полноты насаждений на текущий прирост по запасу

Собранный в лесах Литвы экспериментальный материал показывает, что в чистых сосновых и еловых насаждениях с увеличением относительной и абсолютной полноты текущий прирост по запасу повышается.

Однако при снижении полноты насаждений он уменьшается не прямо пропорционально. Характер связи текущего прироста с полнотой в некоторой степени зависит от породы, класса бонитета и возраста насаждений. Но при расчетах текущего прироста совокупностей сосновых и еловых 40—80-летних насаждений высших классов бонитета (I—III) рекомендуется применять единые формулы по породам, без учета возраста и класса бонитета:
для сосновых насаждений

$$Z_T = Z_n (1,2 - 0,2 P) P;$$

для еловых

$$Z_T = Z_n (1,4 - 0,4 P) P,$$

где Z_T — текущий прирост таксированных насаждений;
 Z_n — текущий прирост нормально полных насаждений;
 P — относительная полнота.

Величина процента текущего прироста в насаждениях старше 80 лет остается практически постоянной при различных полнотах. Следовательно, текущий прирост насаждений со сниженной полнотой, начиная с этого возраста, надо устанавливать прямым редуцированием прироста нормально полных насаждений на полноту таксированных.

Текущий прирост по запасу чистых сосновых и еловых насаждений

Анализ накопленных данных и разных литературных источников подтверждает, что величина текущего прироста насаждений зависит от ряда факторов: биологических особенностей древесных пород, наследственных свойств, происхождения, условий местопроизрастания, возраста, полноты, характера распределения деревьев по ступеням толщины и классам роста, наличного запаса, лесохозяйственных мероприятий, климатических факторов, санитарного состояния насаждений; плодоношения и стихийных причин. Таблицы, построенные с учетом всех факторов, предопределяющих величину текущего прироста,

должны давать наиболее точные результаты. Но такие таблицы составить практически невозможно.

Опыт показал, что при определении текущего прироста по запасу наилучшие результаты дают таблицы, построенные с учетом ширины годовых слоев [1]. Однако не всегда представляется возможным определять их ширину. Поэтому таблицы более простого построения также заслуживают внимания. Для чистых сосновых и еловых насаждений составили два типа таких таблиц: 1) с учетом породы, возраста, класса бонитета и полноты; 2) с учетом породы, возраста, класса бонитета и сумм площадей сечения.

Таблицы с учетом полноты используются для камеральных расчетов прироста. Текущий прирост в них указывается в относительных (%) и в абсолютных (m^3 на 1 га) величинах. Процентные таблицы в Литве получили более широкое применение. Это объясняется тем, что они учитывают фактический запас и тем самым способствуют повышению точности расчетов.

Таблицы второго типа рекомендуется применять во время уточненной таксации.

При определении периодического текущего прироста отдельных насаждений в 68 случаях из 100 таблицы первого типа обеспечивают точность $\pm 20-25\%$, второго — $\pm 15-20\%$.

Для нахождения годового текущего прироста такие таблицы непригодны, так как ввиду влияния на величину прироста комплекса климатических факторов ошибки достигают $\pm 40-50\%$. Этим целям могут служить только таблицы, построенные с учетом ширины годовых слоев [1].

Следует отметить, что таблицы второго типа пригодны лишь для определения величины текущего прироста. Проследить по ним разные закономерности (например, время кульминации текущего прироста) не представляется возможным, так как сумма площадей сечений насаждения с возрастом меняется.

Нами составлены таблицы для усредненных данных текущего прироста однородных в таксационном отношении древостоев. Но в лесах Литовской ССР нередко встречаются сосновые и еловые насаждения более высокой производительности. В настоящее время мы проводим изучение прироста таких насаждений в сочетании с исследованиями лесных почв.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. В. Антанайтис. Таблицы таксации текущего прироста отдельных насаждений. Каунас, 1964.

Поступила в редакцию
29 ноября 1966 г.

УДК 634.0.56 : 634.0.524.38

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ХОДА РОСТА
СМЕШАННЫХ ЕЛЬНИКОВ ЛИПНЯКОВЫХ
ПО МАТЕРИАЛАМ ГЛАЗОМЕРНОЙ ТАКСАЦИИ ***

В. М. ГРАЧЕВ

Аспирант

(Поволжский лесотехнический институт)

Смешанные еловые леса Приветлужского лесорастительного района Горьковской области изучены недостаточно, местные таблицы хода роста отсутствуют. Для изучения особенностей роста наиболее распространенных ельников липняковых сделали 595 выписок из таксационных описаний — по 40 на каждый класс возраста (от 10 до 150 лет) и вычислили для последних средние: состав, высоту, диаметр, запас наличного древостоя и относительную полноту; выявили связь указанных таксационных показателей с возрастом (табл. 1).

Возраст, лет	Коэффициент состава ели			Высота		
	средний	С, %	Px, %	средняя	С, %	Px, %
10	0,20	47,4	7,50	3,60	32,2	5,1
20	0,38	49,0	7,80	5,20	30,0	4,6
30	0,47	30,4	6,47	9,30	19,7	3,1
40	0,50	24,9	3,90	12,9	6,2	0,94
50	0,53	—	—	15,7	—	—
60	0,58	27,8	4,41	17,6	7,5	1,19
70	0,58	—	—	20,5	—	—
80	0,59	24,7	3,92	21,2	5,3	0,85
90	0,56	—	—	22,7	—	—
100	0,60	20,8	3,30	24,0	6,8	1,10
110	0,62	—	—	24,8	—	—
120	0,66	16,7	2,65	26,2	8,0	1,27
130	0,63	—	—	26,9	—	—
140	0,69	16,6	2,64	27,5	5,6	0,89
150	0,71	—	—	28,8	—	—
<i>r</i>	0,60			0,94		
<i>m_r ±</i>	0,026			0,004		
<i>t_r</i>	>3			>3		

Примечание. С, % — коэффициент изменчивости; Px, % — точность опыта, или М. Л. Дворецкого «Практическое пособие по вариационной статистике». Йошкар-Ола,

* Работа выполнена под руководством проф. М. Л. Дворецкого.

Оказалось, что связь с возрастом: коэффициента состава ели — прямая значительная ($r = 0,60 \pm 0,026$); высоты и диаметра — прямая очень высокая ($r = 0,94 \pm 0,004$); запаса на 1 га — прямая высокая ($r = 0,84 \pm 0,01$); относительной полноты — обратная умеренная ($r = -0,42 \pm 0,03$). С возрастом относительная полнота уменьшается от 0,74 в 40 лет до 0,51 в 150 лет.

Вычисленные коэффициенты изменчивости по десятилетиям для каждого признака показывают, что у всех основных показателей наибольшая изменчивость значений проявляется в молодых древостоях и с возрастом уменьшается до умеренной (табл. 1). Лишь относительная полнота с возрастом меняется незначительно (в пределах 13—21%).

В результате обработки материалов была составлена таблица значений таксационных показателей ельников липняковых по десятилетиям (табл. 2).

В этой таблице приведены выравненные графически значения средних высот и диаметров, запасы на 1 га — общие.

От 70 до 120 лет береза выше ели на 1,2—0,4 м, а со 130 лет ель перерастает березу; средние диаметры ели и березы близки в возрасте ели от 70 до 110 лет, а со 120 лет больше у ели. Липа по высоте ниже ели на 2—7 м, по диаметру тоньше на 2—12 см, с возрастом эти различия увеличиваются.

В возрасте 70 лет ель и пихта на 20—10 лет старше лиственных, в 150 лет — на 80—40.

Доля участия хвойных пород в составе увеличивается в среднем от 4 в 30 лет до 8 в 150 лет, а лиственных уменьшается соответственно от 6 до 2.

Абсолютную и относительную полноты мы вычисляли через запас, по стандартной таблице.

Относительная полнота, полученная как средняя взвешенная по числу участков и вычисленная через запас, неодинаковы по величине (табл. 3).

Таблица 1

Диаметр			Запас			Относительная полнота		
средний	С, %	Рх, %	средний	С, %	Рх, %	средняя	С, %	Рх, %
2,50	60,0	9,6	17	61,4	9,8	0,60	20,0	3,2
5,80	26,0	4,1	40	38,5	6,1	0,67	21,3	3,4
9,60	23,4	3,7	82	40,5	6,5	0,71	17,7	2,8
13,8	8,1	1,3	125	16,5	2,6	0,74	13,1	2,1
17,4	—	—	142	—	—	0,67	—	—
19,5	10,9	1,7	168	21,8	3,4	0,68	17,1	2,7
21,8	—	—	199	—	—	0,65	—	—
24,0	7,9	1,3	207	16,5	2,6	0,63	15,6	2,5
26,1	—	—	226	—	—	0,62	—	—
27,5	8,0	1,3	222	18,1	2,9	0,58	16,1	2,6
29,2	—	—	233	—	—	0,59	—	—
30,5	9,1	1,5	235	17,6	2,8	0,55	19,5	3,1
31,9	—	—	229	—	—	0,54	—	—
33,6	8,3	1,3	241	21,5	3,4	0,52	21,2	3,4
33,8	—	—	252	—	—	0,51	—	—
0,94			0,84			-0,42		
0,005			0,01			0,03		
>3			>3			>3		

процент ошибки наблюдения. Обозначения приняты в соответствии с рекомендациями 1961.

Таблица 2

Возраст, лет	Состав, %	Порода	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов	Полнота		Запас наличного дростоя, м³	Среднее изменение запаса	
						абсолютная, м³	относительная		общее	периодическое
									абсолютное	%
10	20Е3Пх53Б7/Лп17Ос	Е	3,2	2,5	11200	5,6	0,60	17	1,7	—
20	35Е5Пх40Б6/Лп14Ос	"	6,0	5,8	3700	9,7	0,67	40	2,0	2,3
30	45Е5Пх32Б6/Лп12Ос	"	9,3	9,6	2040	14,7	0,72	80	2,7	4,0
40	51Е5Пх28Б6/Лп10Ос	"	12,9	13,8	1230	18,5	0,73	125	3,1	4,5
50	55Е5Пх26Б6/Лп8Ос	"	15,2	17,0	890	20,2	0,72	154	3,1	3,9
60	58Е5Пх24Б6/Лп7Ос	"	17,9	19,5	680	20,2	0,65	175	2,9	2,1
70	59Е6Пх24Б6/Лп5Ос (50—60)	Б	20,0	21,8	—	—	—	192	2,7	1,7
		Лп	21,1	21,5	540	20,1	0,61	—	—	—
		Е	18,0	18,0	—	—	—	—	—	—
		Лп	24,0	24,0	—	—	—	—	—	—
80	60Е7Пх23Б6/Лп4Ос (50—70)	Б	21,5	24,2	430	19,4	0,58	203	2,5	1,1
		Лп	22,6	20,2	—	—	—	—	—	—
		Е	19,5	20,2	—	—	—	—	—	—
90	61Е8Пх22Б6/Лп3Ос (60—80)	Б	23,0	26,1	360	19,4	0,54	213	2,4	1,0
		Лп	24,2	26,2	—	—	—	—	—	—
		Е	20,4	21,2	—	—	—	—	—	—
100	62Е8Пх22Б5/Лп3Ос (60—90)	Б	24,0	27,5	330	19,4	0,53	222	2,2	0,9
		Лп	25,2	28,0	—	—	—	—	—	—
		Е	20,8	21,8	—	—	—	—	—	—
110	63Е9Пх21Б4/Лп3Ос (60—90)	Б	25,1	29,2	290	19,4	0,51	230	2,1	0,8
		Лп	25,0	29,0	—	—	—	—	—	—
		Е	21,0	22,0	—	—	—	—	—	—
120	64Е9Пх21Б4/Лп2Ос (70—90)	Б	26,0	30,5	265	19,4	0,50	235	2,0	0,5
		Лп	26,4	29,6	—	—	—	—	—	—
		Е	21,2	22,0	—	—	—	—	—	—
130	66Е9Пх20Б3/Лп2Ос (70—100)	Б	26,9	31,9	240	19,3	0,49	240	1,9	0,5
		Лп	26,5	30,0	—	—	—	—	—	—
		Е	21,2	22,0	—	—	—	—	—	—
140	68Е9Пх18Б3/Лп2Ос (70—110)	Б	27,5	33,4	220	19,2	0,48	245	1,8	0,5
		Лп	26,8	30,2	—	—	—	—	—	—
		Е	21,2	22,0	—	—	—	—	—	—
150	70Е9Пх16Б3/Лп2Ос (70—110)	Б	28,5	33,8	210	18,9	0,46	250	1,7	0,5
		Лп	26,8	30,4	—	—	—	—	—	—
		Е	21,2	22,0	—	—	—	—	—	—

Примечание. В первой графе показан возраст хвойных пород, в скобках под формулами состава во второй графе — лиственных.

Таблица 4

№ пробы	Класс возраста	Состав	Средний возраст, лет	Порода	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов	Полнота		Запас наличного дростоя, м³	Среднее изменение запаса		
								абсолютная, м³	относительная		общее	периодическое	абсолютное
7	VI	9Е1ПхБ, ед. Ос, Лп	55	Е	20,0	21,0	906	29,58	0,91	297	5,4	8,8	3,0
4а	VI	5Е1Пх, ед.Б, Лп 3Е1Пх(100)	57	Е	17,0 20,2	16,0 21,0	661	29,59	0,86	305	4,4	9,6	3,1
8	VII	7Е2Б+Пх, ед. Лп, К 1Е(120)	64	Е	19,0 22,0	19,6 20,5	845	37,20	1,00	370	5,5	—	—
4	VII	6Е1Пх3Б+Ос	65	"	18,5	18,7	874	24,80	0,84	236	3,6	—	—
25	VII	7Е1Пх1Ос1Б	66	"	19,8	17,8	1016	26,60	0,87	272	4,1	4,9	1,8
23	IX	7Е1Пх1Ос1Б, ед. Лп	83	"	22,5	24,5	558	27,40	0,83	305	3,7	3,8	1,2
8к	IX	4Е1Пх2Ос1Б1Лп 1Е (160)	83	"	21,5 22,5	22,0 21,5	935	36,34	1,07	384	4,6	6,6	1,7
6	IX	3Е1Пх1Б1Ос	85	Ос	26,0	32,5	—	—	—	—	—	—	—
4к	X	3Е1Пх(160) 8Е + Пх2Б, ед. Лп	100	Е	22,4 26,0	23,0 36,0	501	30,78	0,9	356	4,2	—	—
1	X	7Е1Пх1Б1Лп	95	Е	28,0	28,0	—	—	—	—	—	—	—
5	X	8Е2Пх, ед. Б, Ос	97	Е	27,0 25,0	28,7 29,0	501	32,66	0,82	394	3,9	—	—
4	XI	8Е2Б + Пх	91	"	25,0	28,2	491	27,00	0,77	285	1,9	4,3	1,5
29	XI	8Е2Пх, ед. К, Лп	109	"	23,3 23,0	25,0 25,0	578	27,20	0,81	292	3,0	—	—
9	XI	4Е4Е2Ос, ед. Лп	102	"	25,8	28,1	342	20,90	0,58	253	2,3	—	—
1с	XIV	5Е3Пх2Лп + К	131	"	24,5	29,5	226	19,10	0,55	224	2,2	—	—
8	XIV	6Е1Пх2Б1Лп	136	"	26,6 28,0	35,3 32,1	—	25,40 25,20	0,65 0,62	312 327	2,4 2,4	—	—

Примечание. Возраст в скобках следует отнести к более старому возрастному поколению ели и пихты.

Таблица 3

Возраст, лет	Относительная полнота, вычисленная	
	по числу участков	через запас
10	0,60	0,60
20	0,67	0,67
30	0,71	0,72
40	0,74	0,73
50	0,67	0,72
60	0,68	0,65
70	0,65	0,61
80	0,63	0,58
90	0,62	0,54
100	0,58	0,53
110	0,59	0,51
120	0,55	0,50
130	0,54	0,49
140	0,52	0,48
150	0,51	0,45

Эти расхождения обусловлены различием в способах вычисления. Относительные полноты близки в возрасте до 40 лет; относительная полнота, вычисленная через запас, в 50 лет ниже полученной через число участков в 70 лет в общем на 0,04—0,06.

Сопоставляя показатели глазомерной таксации (табл. 2) с данными пробных площадей (табл. 4), можно сделать вывод, что они увязываются между собой, однако пробные площади заложены в более полных насаждениях с большим участием ели в составе. Средние диаметры основного элемента леса на них меньше, а число стволов на 1 га больше.

Из сопоставления хода роста по высоте нормальных еловых насаждений Ленинградской области (таблицы Воргаса де Бедемара) со средними значениями высот, полученных по материалам глазомерной таксации, следует, что последние до 80 лет больше табличных, в 80 лет близки, а в более высоком возрасте меньше. Это позволяет сделать заключение, что ход роста по высоте в еловых насаждениях Горьковской области иной, чем в насаждениях Ленинградской области.

Поступила в редакцию
10 ноября 1966 г.

УДК 634.0.232 : 674.032.475.4

СТРОЕНИЕ СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКОВ ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

И. ГРИГАЛЮНАС

Аспирант

(Литовская сельскохозяйственная академия)

Некоторые закономерности строения сосновых молодняков искусственного происхождения мы изучали на основании данных 54 пробных площадей, заложенных в чистых высокополнотных насаждениях, имеющих возраст от 6 до 40 лет и не подвергавшихся рубкам ухода.

Типы условий местопроизрастания — свежий бор и свежая простая суборь. Каждая пробная площадь охватывала 350—400 деревьев. Перечет деревьев по диаметру произведен по 1-сантиметровым ступеням толщины. Высоту измеряли у 5—6 деревьев в каждой ступени толщины. Средний диаметр насаждений колебался в пределах 3,0—12,0 см. Усохшие деревья не учитывались. Таксационные показатели для обоих типов условий местопроизрастания вычислены отдельно. В основу исследования положена методика проф. А. В. Тюрина [5], [6]. Результаты обработаны статистически.

Для изучения влияния среднего диаметра молодняков на распределение числа деревьев по ступеням толщины все пробные площадки группировали по средним диаметрам насаждений с интервалами в 2 см. Для каждой группы построены кривые распределения (рис. 1). В более старших насаждениях деревья распределяются по закону, близкому к закону нормального распределения. Это обстоятельство вызывает вопрос о характере изменения распределения числа деревьев в центральных ступенях толщины. Для решения этой задачи деревья отдельных пробных площадей в пределах групп толщины графическим

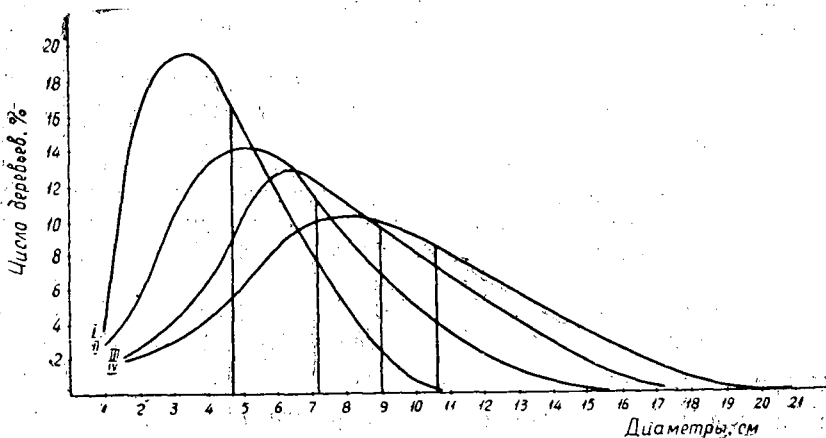


Рис. 1. Распределение числа деревьев отдельных групп по ступеням толщины (условия местопроизрастания — свежая простая суборь).

I — 4—6 см; II — 6,1—8 см; III — 8,1—10 см; IV — 10,1—12 см.

Тип условий местопрораста- ния	Группы тол- щины	Число деревьев (%) по естес									
		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
A ₂	I	2,2	2,8	8,8	9,0	9,2	8,5	9,5	8,2	7,3	7,0
	II	3,5	4,3	4,7	5,5	8,9	10,2	9,5	9,6	9,8	7,2
	III	0,9	2,3	3,8	7,8	11,7	11,5	10,0	8,0	7,5	7,5
B ₂	I	1,9	2,4	5,3	9,6	9,8	11,3	10,8	8,1	7,4	6,4
	II	—	1,0	2,0	5,8	12,0	12,4	11,3	11,0	9,5	8,5
	III	0,7	1,3	4,2	9,8	11,2	11,6	10,0	9,4	9,3	8,3
	IV	—	—	4,5	7,0	9,5	11,2	11,6	10,5	9,7	9,2
Общий ряд распреде- ния		1,6	2,2	4,3	7,5	10,2	10,8	10,4	9,6	8,7	7,6

способом были распределены по естественным ступеням толщины. Выяснилось, что с увеличением среднего диаметра насаждения число естественных ступеней толщины постоянно уменьшается, но процентное число деревьев в центральных ступенях (0,4—1,6) изменяется незначительно и непропорционально (табл. 1).

Коэффициент вариации v в ступенях 0,5—0,8 не превышает $\pm 20\%$, а в ступенях 0,9—1,3 уменьшается до $\pm 14\%$. При этом закономерного изменения коэффициентов вариации с увеличением среднего диаметра в отдельных группах толщины не наблюдается. Зависимость распределения числа деревьев по ступеням толщины от условий типа местопрорастания установить не удалось. О том же говорят и другие исследователи [2], [4], [5]. Сказанное позволяет утверждать, что сосновые молодняки искусственного происхождения с диаметрами в пределах 3,0—12,0 см имеют одинаковое распределение деревьев по естественным ступеням толщины. В табл. 1 приведен графически выравненный среднеарифметический вариационный ряд распределения деревьев по естественным ступеням толщины. Для более объективного выравнивания данных мы пробовали использовать функцию Шарлье ряда распределения типа A , однако положительных результатов из-за значительной левой асимметрии не получили.

Составленный ряд распределения лучше всего может отобразить только одна из кривых Пирсона. Заметим, что встречаются насаждения, в которых деревья по диаметру распределяются по кривой, имеющей только правую ветвь. С увеличением среднего диаметра насаждения положительная асимметрия (A) постепенно уменьшается: если в I группе толщины $A = +0,638 \pm 0,054$, то в IV — $A = +0,435 \pm 0,057$. Положение среднего по толщине дерева в насаждении не устойчиво. При точности исследования $p = \pm 0,6\%$ оно характеризуется следующими статистическими показателями: среднее квадратическое отклонение $\sigma = \pm 2,32$, коэффициент вариации $v = 3,8\%$ (амплитуда колебания 4,6%).

В литературе указывается [1], [3], что при резкой левой асимметрии в молодняках (густота выше 24 000 шт./га) устанавливать параметры среднего дерева через соотношение $\frac{\Sigma G}{N}$ не следует, так как запас насаждения, вычисленный по формуле $M = V_{cp} \cdot N$, снижается на 30—40%. Средний диаметр, вычисленный через соотношение $\frac{\Sigma G}{N}$, уменьшается из-за большой концентрации стволов в наименьших ступенях толщины. Тем самым понижается и средняя высота. Это положе-

Таблица 1

в естественным ступеням толщины												
1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
5,7	5,3	4,3	3,0	3,0	1,7	1,5	1,2	0,8	0,5	0,3	0,1	0,1
6,7	5,2	4,4	3,5	2,9	1,3	1,2	0,8	0,7	—	—	—	—
6,5	6,3	5,4	3,9	2,5	1,7	1,3	0,7	0,5	0,1	0,1	—	—
5,7	5,3	4,5	3,8	2,7	2,0	1,0	0,8	0,4	0,4	0,3	0,1	—
6,3	5,4	4,8	2,8	2,5	2,2	1,3	0,7	0,3	0,1	0,1	—	—
7,2	5,5	4,5	2,8	1,8	1,1	0,7	0,5	0,1	—	—	—	—
8,0	6,0	4,7	3,2	2,0	1,1	0,7	0,5	0,3	0,2	—	—	—
6,7	5,6	4,7	3,5	2,6	1,7	1,1	0,7	0,5	—	—	—	—

ние в молодняках, не подвергавшихся рубкам ухода, при числе деревьев до 11 000 шт./га не подтверждается. Данные о запасе каждой из восьми пробных площадей, вычисленные по средним модельным деревьям, близки к данным, определенным по модельным деревьям, подобранным для каждой ступени толщины пропорционально ступенчатому методу. Точность определения среднего диаметра в молодняках мы изучали, исходя из того, что средний диаметр насаждения в среднем в два раза меньше диаметра самого толстого дерева. Средняя квадратическая ошибка при этом $\pm 9,4\%$, а систематическая $+ 2,3\%$. На каждой из 54 пробных площадей абсолютная величина отклонения диаметра от среднего в наибольшем числе случаев встречается в пределах 0,4—0,6 см. Избежать этих ошибок невозможно, так как диапазон распределения числа деревьев по диаметру в насаждениях неравномерен (см. табл. 2).

Таблица 2

Наивысшие естественные ступени толщины	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
Распределение 54 пробных площадей	3	7	4	11	15	8	6

Для изучения распределения деревьев по высоте использованы кривые высот и данные распределения числа деревьев по ступеням толщины в отдельных группах. Контролем служили данные сплошного измерения высот на трех пробных площадях (1027 деревьев). В результате исследования составлен вариационный ряд распределения деревьев по естественным ступеням высоты для насаждений II—IV классов возраста (табл. 3).

Вариационный ряд распределения деревьев по высоте для сосняков 6—10-летнего возраста изучали на 12 пробных площадях со сплошным измерением высот (4762 дерева). Установлено, что деревья, независимо от возраста насаждения, по высоте распределяются по закону, близкому к закону нормального распределения. Анализ показал, что диапазон естественных ступеней высоты с увеличением возраста уменьшается: если для I класса возраста заселены средние крайние ступени 1,9 (A_2) и 1,6 (B_2); то для II—IV классов — только 1,4 (A_2 , B_2). Это усложняет расчет средней высоты насаждения.

Среднее по диаметру дерево в насаждении является также средним и по высоте, так как между ними существует высокий коэффициент корреляции r и корреляционное отношение η (в свежих борах

Тип условий местопрозра- стания	Асимметрия А	Эксцесс Е	Ранг среднего дерева, %	Распределение деревьев		
				0,4	0,5	0,6
A ₂	+0,005	-0,586	61,7	1,6	3,9	7,4
B ₂	+0,043	-0,528	58,4	—	1,4	4,4

$r = 0,84 \pm 0,009$; $\gamma = 0,841 \pm 0,009$). То же самое показывают кривые редукционных чисел по высоте, диаметру и объему, пересекающиеся в одной точке на месте среднего по толщине дерева. Эта тесная связь между D_{cp} и H_{cp} дает возможность установить среднюю высоту насаждения.

Для установления H_{cp} насаждения была использована закономерность распределения деревьев по высоте. Применялось соотношение между средней H_{cp} и наибольшей H_6 высотами (коэффициент вариации наименьшей относительной высоты $v = 21\%$, а наибольшей — $v = 9,5\%$). Если точность связи между H_{cp} и H_6 в типе A₂ равна $\pm 8,6$, а в типе B₂ — $\pm 4,4\%$, инструментальная погрешность определения высоты $\pm 5\%$ и коэффициент вариации высоты в наибольших ступенях толщины $\pm 10\%$, то при измерении высот у пяти самых крупных деревьев средняя высота насаждения в типе A₂ устанавливается с точностью $\pm 6,3$, а в типе B₂ — с точностью $\pm 5,4\%$. В насаждениях I класса возраста высотой до 4 м при измерении 10 наибольших деревьев средняя высота определяется с точностью $\pm 6,0\%$.

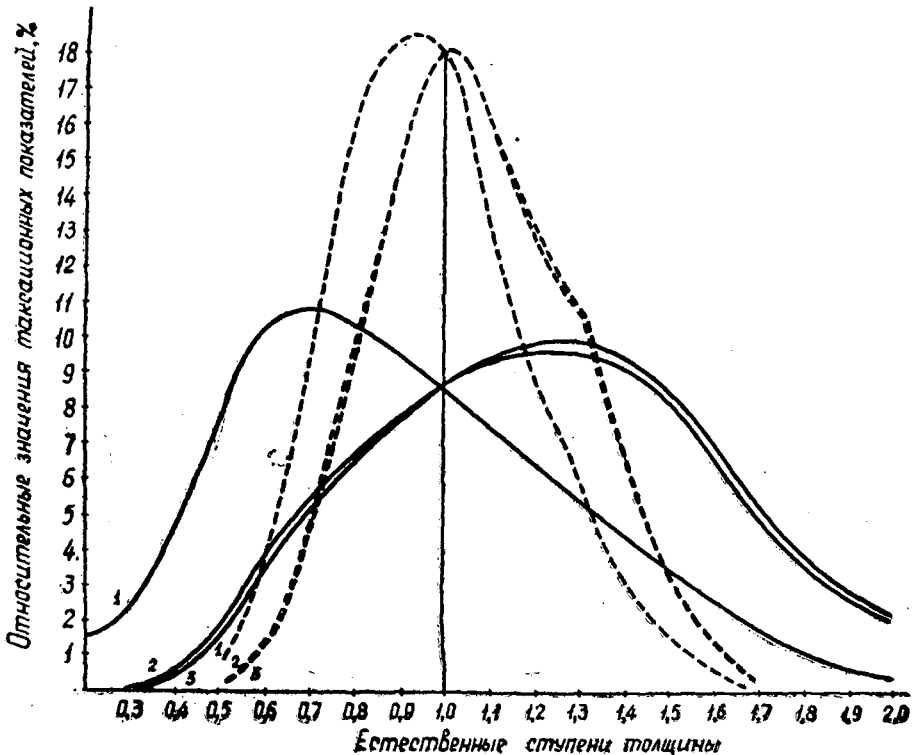


Рис. 2.

1 — число деревьев, 2 — сумма площадей сечений; 3 — запас; сплошной линией обозначены наши данные; пунктирной — данные А. В. Тюрина.

Таблица 3

(% по естественным ступеням толщины)

0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
11,3	14,3	15,6	15,3	13,3	9,7	5,6	2,0
9,6	15,0	18,5	19,0	15,8	10,3	5,0	1,0

Наши работы показали, что средняя высота тесно связана с видовыми числами: они обратно пропорциональны высоте. Это дает право на рассуждение, что видовые числа в молодняках распределяются по закону нормального распределения.

Исследования, проведенные в сосновых молодняках, позволили выяснить распределение суммы площадей сечения ΣG и запаса M по естественным ступеням толщины (табл. 4 и рис. 2).

Таблица 4

Естественные ступени толщины	Относительная высота	Относительное видовое число	Естественные ступени толщины	Относительная высота	Относительное видовое число
0,2	0,53	1,200	1,2	1,08	0,950
0,3	0,59	1,180	1,3	1,12	0,930
0,4	0,65	1,150	1,4	1,16	0,910
0,5	0,71	1,120	1,5	1,19	0,890
0,6	0,77	1,100	1,6	1,22	0,870
0,7	0,83	1,070	1,7	1,26	0,850
0,8	0,89	1,050	1,8	1,29	0,840
0,9	0,94	1,020	1,9	1,31	0,820
1,0	1,00	1,000	2,0	1,34	0,800
1,1	1,04	0,970			

Из рисунка и таблицы видны следующие положения: а) запас M , как и сумма площадей сечения ΣG , по естественным ступеням толщины распределяется по закону, близкому к закону нормального распределения ($A = 0,00$; $E = -0,62$); б) в ступенях от 0,8 до 2,0 относительные видовые числа почти равнозначны и близки к единице, поэтому в диапазоне этих ступеней между ΣG и M наблюдается прямолинейная связь; в) распределение ΣG указывает на то, что при измерительно-перечислительной таксации следует обращать внимание не только на густоту насаждения, но и на распределение деревьев по толщине; г) наибольший процент запаса в молодняках составляют более толстые деревья, которые при рубках ухода надо всемерно беречь.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. М. Иванюта. Измерительная таксация леса. М., 1964. [2]. В. И. Левин. К вопросу о строении сосняков Архангельской области. Труды АЛТИ, Архангельск, 1949. [3]. А. А. Макаренко. К вопросу о влиянии густоты древостоя на его таксационные показатели. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1965. [4]. Р. Г. Синельщиков. Рост, строение и возрастная структура еловых насаждений Кировской области. Автореферат, Воронеж, 1959. [5]. А. В. Тюрин. Нормальная производительность насаждений сосны, березы и ели. М.—Л., 1931. [6]. А. В. Тюрин. Таксация леса. М., 1938.

Поступила в редакцию
19 сентября 1966 г.

УДК 634.0.56 : 674.031.623.23 : 634.0.114.445

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРИРОСТА ТОПОЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ ЛЕСОСТЕПНОГО ЗАУРАЛЯ

Г. Г. ВИБЕ

Аспирант

(Уральский лесотехнический институт)

При изучении роста тополей на засоленных почвах лесостепного Зауралья мы столкнулись с фактами, когда изменчивость прироста не могла быть объяснена ни засоленностью почвы, ни ее влажностью. Это побудило нас более тщательно изучить влияние различных факторов на изменчивость прироста.

П. Л. Богданов [1] и Н. А. Коновалов [3] указывали на тесную связь между изменчивостью прироста тополей и метеорологическими условиями.

Мы изучали изменчивость прироста на тополях (табл. 1), растущих на сортоиспытательном участке Троицкого учебно-опытного лесхоза Пермского госуниверситета (Троицкий район Челябинской области) в течение вегетационного периода 1965 г.

Участок расположен на слегка волнистой равнине. Почвы — различной степени засоления солонцы и солончаковатые, богатые гумусом. Грунтовые воды слегка солоноватые. Весной 1965 г. они находились на глубине 0,8—1,0 м, а осенью — 1,4—1,6 м. Тополя, в основном гибридных форм, были посажены черенками в июне 1964 г. Таким образом, мы изучали прирост во второй период вегетации. Наблюдения проводили от начала роста побегов до его прекращения через каждые 6—7 дней. Измеряли длину одного наиболее развитого побега у 10—20 экземпляров данной формы тополя. При обработке материала вычисляли среднесуточный прирост за учетный период, то есть за число дней со дня последнего замера. В день замера почвенным термометром-щупом определяли температуру почвы на глубинах 5, 10, 15, 20 и 25 см. Влажность почвы измеряли один раз в месяц в 10-сантиметровых слоях до глубины 0,5 м и три раза за лето — до глубины 1 м. Ниже приведены метеорологические данные по Троицкому учлесхозу, где за 1965 г. выпало только 200 мм осадков (среднее многолетнее количество 310 мм). Летом было несколько суховейных дней. Несмотря на это, тополя не испытывали острого недостатка во влаге, так как их корни находились в пределах капиллярной каймы. Таким образом, изменчивость прироста тополей рассматривается при достаточной влажности почвы.

Исследования показали, что прирост тополей, наступление периода максимального прироста и его распределение в течение вегетационного периода неодинаковы у различных форм. Тем не менее выявились и периоды с одинаковой реакцией преобладающего большинства тополей на какие-то факторы. Например, периоды общей задержки увеличения прироста, и даже его снижения, приходятся на 27 мая, 9 и 21 июня и 27 июля, а периоды максимального прироста — после 21 июня и 27 июля. Эту изменчивость нельзя объяснить количеством осадков, так же как и влажностью почвы, которая в течение всего вегетационного периода не была ниже 29% в слое 10—20 см. Зато температура воздуха, почвы и влажность воздуха колебались в больших пределах. Оказалось, что одинаковая реакция прироста хорошо объ-

Таблица 1

Наименование тополей	Средняя продолжительность роста, дн.	Наименование тополей	Средняя продолжительность роста, дн.
Ленинградский	95	Осокорь × душистый × бальзамический	121
Бальзамический местный	95	Осокорь × душистый × канадский	121
Краснонервный	109	Бальзамический × серый	121
Осина × бальзамический	109	Московский × берлинский × краснонервный № 1436	121
Душистый	109	Московский × краснонервный № 1174	121
Осокорь × бальзамический	109	Бальзамический (Башкирская лесная опытная станция)	121
Белый × Болле	121	Осокорь × берлинский	121
Осина × пирамидальный	121	Лавролистный × душистый × пирамидальный	121
Осина × канадский	121		
Максимовича	121		
Бальзамический × пирамидальный	121		
Белый местный	121		
Пирамидальный × осокорь	121		
Канадско-душистый № 10	121		
Душистый × пирамидальный	121		
Осокорь × пирамидальный	121		

ясняется колебаниями максимальной температуры воздуха днем, разницей между максимальной дневной и минимальной ночной температурами воздуха (температурная разница), изменением относительной влажности воздуха в 14 час. и температурой почвы на глубине 20 см. Для иллюстрации в табл. 2 метеорологические данные и величина прироста приведены как среднесуточные за учетный период, а температура почвы — на день замера. Анализ факторов, обусловивших почти полное прекращение прироста к 27 мая, показал, что в этот период влажность воздуха была достаточной, зато очень низкими были максимальная дневная температура воздуха, температурная разница и температура почвы. Температурная разница здесь не должна иметь решающего значения, так как на 27 августа при небольшой ее величине многие тополя росли хорошо. Очевидно, причиной уменьшения прироста было понижение максимальной температуры воздуха до 13° и почвы до 8°, то есть интенсивный рост побегов происходит при температурах воздуха и почвы, превышающих указанные. Б. В. Гроздов [2] отмечал подобное явление для ели и лиственницы, у которых рост побегов начинался при температуре почвы более 7—10°.

В учетные периоды 9, 21 июня и 27 июля также наблюдалось уменьшение прироста почти у всех тополей и понижение максимальной температуры воздуха, почвы и температурной разницы. Здесь сказалось суммарное влияние этих факторов.

Естественно было бы ожидать наибольший прирост 9 июля при максимальном значении указанных факторов, чего, однако, не случилось. Это можно объяснить снижением относительной влажности воздуха до 30%. У большинства форм прирост оказался наибольшим при максимальной температуре воздуха 26—28° и температуре почвы 18—22°, но подобное же соотношение было и за другие периоды (15 июня, 15 и 21 июля). Если меньший прирост на 15 июня вполне объясняется снижением относительной влажности воздуха до 21%, то 15 и 21 июля все эти факторы были вполне благоприятны для максимального прироста. Здесь, по-видимому, решающее значение имела температурная разница, которая в эти периоды упала до 10—11°. П. Крамер [4], изучавший это явление на сеянцах сосны ладанной, нашел, что «рост был наилучшим при самой большой разнице между тем-

Таблица 2

Даты наблюдений	Температура		Относительная влажность воздуха в 14 час.	Температурная разница	Влажность почвы, %	Среднесуточный прирост, см		
	воздуха максимальная	почвы				тополь бальзамический местный	осокорь × тополь пирамидальный	осокорь × тополь бальзамический
21.V	23,1	17	33,0	14,8		0,5	0,5	0,5
27.V	13,1	8	34,1	9,2	38,1	0,2	0,1	0,1
2.VI	26,4	15	22,5	15,7		0,6	0,3	0,5
9.VI	19,2	13	36,3	12,6		0,5	0,3	0,3
15.VI	25,2	18	20,7	15,6	40,1	0,9	0,9	0,7
21.VI	21,2	14	50,7	10,8		0,7	0,5	0,6
27.VI	26,5	18	33,5	14,2		1,2	1,2	0,9
2.VII	28,6	22	33,8	14,0		0,7	1,1	0,8
9.VII	32,3	23	30,4	15,9		0,9	1,2	0,8
15.VII	26,0	20	51,0	10,8	35,2	1,1	1,4	0,7
21.VII	26,0	19	65,0	11,2		1,0	1,4	0,8
27.VII	20,2	16	67,1	10,3		0,5	1,1	0,8
2.VIII	25,3	21	46,3	12,7	32,0	0,5	1,7	0,9
7.VIII	26,5	20	39,0	13,6		0,3	1,9	0,9
13.VIII	21,8	18	64,3	10,0		0,2	1,8	0,6
19.VIII	22,0	17	58,7	11,2		0	1,2	0,4
27.VIII	16,1	—	63,2	8,8		0	0,5	0,2
9.IX	23,1	—	32,4	14,4	29,0	0	0,2	0

пературами дня и ночи, а самым худшим — когда ночи были такими же теплыми, как и дни». Не случайно, поэтому, все периоды общего снижения прироста сопровождались уменьшением температурной разницы. Этим можно объяснить и тот факт, отмеченный еще П. Л. Богдановым, что периоды максимального прироста следуют за периодами похолоданий, так как ночи после них бывают сравнительно холодными, несмотря на теплые дни.

Нужно отметить, что в оба периода максимального прироста экологические факторы были примерно одинаковыми, а наступление этого максимума произошло у разных форм в разное время. Различна и продолжительность роста, которая приведена в табл. 1 с точностью до одной недели. Эту изменчивость прироста следует объяснять биологическими особенностями каждой формы тополя.

Между засоленностью почвы (при слабом засолении) и изменчивостью прироста не удалось установить определенной связи. Замечено лишь, что на участках с сильно засоленной почвой, где тополя угнетены, прирост прекращается немного раньше, листья быстрее буреют и опадают.

В заключение нужно сказать, что из экологических факторов снижение прироста чаще всего вызывается неблагоприятным сочетанием температур воздуха. Низкая относительная влажность воздуха отмечается реже, следовательно, ее отрицательное влияние меньше.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. Л. Богданов. Закономерности роста побегов тополей в течение вегетационного периода. Труды ЛТА, № 61, 1949. [2]. Б. В. Гроздов. Дендрология. Гослесбумиздат, 1960. [3]. Н. А. Коновалов. Уральские пирамидальные тополя. Труды Института биологии. УФАН СССР, Свердловск, 1959. [4]. П. Крамер, Т. Козловский. Физиология древесных растений. Гослесбумиздат, М., 1963.

Поступила в редакцию
10 ноября 1966 г.

УДК 634.0.232.4 : 674.031.632.15

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ГУСТОТЫ НА РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЧЕРНООЛЬХОВЫХ КУЛЬТУР В ПОЛЕСЬЕ УССР

Е. Г. ПОЛЯКОВ

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Полесская агролесомелиоративная опытная станция УкрНИИЛХА)

Многие исследователи [1], [3], [4] отмечают, что начальная густота древостоя оказывает значительное влияние на рост, общую продуктивность, сортность сортиментов и товарную структуру насаждений.

Наши исследования влияния густоты черноольховых культур на рост и продуктивность проведены путем закладки пробных площадей в Костопольском лесхоззаге Ровенской области по общепринятым методам. На пробах произведены пересчет, обмер высот, рубка моделей (6—7 на каждой) с последующей разделкой и анализом хода роста по однометровым отрубкам. В год исследования посадок были отчетливо сохранившимися не только ряды в двух взаимно перпендикулярных направлениях, но и посадочные места выпавших деревьев, что дало возможность точно определить начальную густоту. Почва во всех случаях подготовлена путем нарезки борозд, посадка произведена в гребень борозды. Подрост чаще всего отсутствует, в подлеске редко крушина ломкая. Почвы дерново-слабоподзолистые различной степени оглеения на мелкозернистых песках. Тип условий местопроизрастания — сырой груд (D₄). Рубки ухода не проводились. Разница в возрасте подобранных древостоев не превышала двух лет. Ольха обладает энергичным ростом, имеет гонкие и полнодревесные стволы (табл. 1). Культуры с различной начальной густотой в одинаковой мере хорошо очищаются от сучьев. Разработка моделей показала, что у всех деревьев древесина хорошего качества. Высокая полнота посадок ольхи (табл. 1) является следствием значительно большего количества деревьев на единице площади и более энергичного роста, по сравнению с исчисленными по таблицам хода роста для естественных семенных черноольховых насаждений (М. В. Давидова).

Показатели роста исследуемых культур по высоте, диаметру и запасу древесины приведены к одному возрасту с помощью текущих приростов. Данные роста по высоте и диаметру, обработанные методом вариационной статистики, выявили, что начальная густота культур (табл. 2) черной ольхи оказывает значительное влияние на рост и продуктивность древостоев. Наибольшую продуктивность древостой ольхи имеют при густой культуре. Текущий прирост с начальной густотой 5000 шт./га значительно выше, чем в посадках с густотой 1666 шт./га. Это свидетельствует о том, что имеющаяся незначительная разница в запасах древесины будет увеличиваться по крайней мере в ближайшие годы, то есть с повышением начальной густоты (в данном

№ пробной площади	Состав	Размещение посадочных мест, м	Начальная густота, шт./га	Возраст, лет	Средние	
					высота, м	диаметр, см
2	10 Ол.ч	1 × 1	10 000	25	14,3	11,3
4	10 Ол.ч	2 × 1	5 000	23	14,5	11,5
3	10 Ол.ч	3 × 2	1 666	23	15,4	14,3

Примечание. Классы бонитета и полноты определены по таблицам хода роста

случае до 5000 шт./га) продуктивность ольховых посадок возрастает. Начальная густота культур (табл. 2) оказывает существенное влияние на величину отпада деревьев. С повышением густоты понижается процент сохранности и увеличивается абсолютное количество прижившихся стволов. Различие в густоте посадок не оказало существенного влияния на рост по высоте (табл. 2). Коэффициент достоверности сравниваемых величин во всех случаях оказался меньше трех.

Начальная густота древостоев черной ольхи оказывает сильное влияние на рост по диаметру. Имеющаяся разница в показателях древостоев по толщине с начальной густотой 10 000 и 5000 шт./га, с одной стороны, и 1666 шт./га, с другой, достоверна ($t > 3$). Различная начальная густота древостоев практически не оказывала влияния на ход роста по высоте (рис. 1), небольшое отставание наблюдалось в посадках с наибольшей густотой. Рост же культур по диаметру оказался различен. При начальной густоте 10 000 шт./га в течение всего времени он оставался наиболее слабым. До 10 лет культуры ольхи с густотой 5000 и 10 000 шт./га растут по толщине с одинаковой энергией. Далее рост по диаметру в более густых культурах начинает ослабевать, однако несущественно. Самым энергичным ростом по толщине (рис. 1) обладают ольховые культуры с начальной густотой 1666 шт./га.

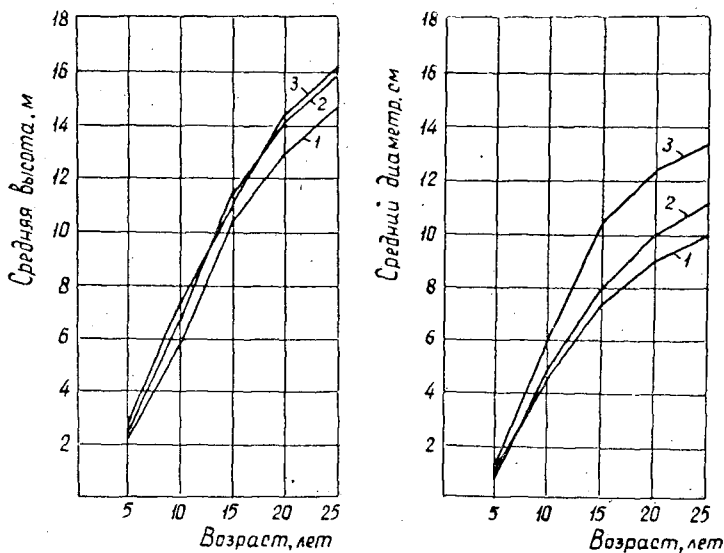


Рис. 1. Рост культур черной ольхи по высоте (слева) и диаметру (справа) с начальной густотой растений на 1 га: 1 — 10 000 шт.; 2 — 5 000 шт.; 3 — 1 666 шт.

Таблица 1

Количество деревьев, шт./га	Класс бонитета	Полнота	Сумма площадей сечения, м ² /га	Запас стволовой древесины, м ³ /га	Средний прирост, м ³ /га	Текущий прирост за последнее пятилетие, м ³ /га
3730	Ia	1,85	37,1	278,8	11,1	15,5
2360	16,5	1,18	24,4	191,3	8,3	15,2
1522	16,3	1,18	24,3	185,8	8,1	10,5

для естественных семенных насаждений черной ольхи (М. В. Давидова).

Таблица 2

№ пробной площади	Начальная густота, шт./га	Количество сохранившихся деревьев, шт./га	Средний диаметр, см	Коэффициент достоверной разницы t по диаметру	Средняя высота, м	Коэффициент достоверной разницы t по высоте	Запас стволовой древесины, м ³ /га	Средний прирост, м ³ /га
2	10000	3730	10,7		14,0		247,8	10,8
4	5000	2360	11,5	0,53	14,5	0,50	191,3	8,3
3	1666	1522	14,3	3,10	15,4	1,00	185,8	8,1

При густой культуре (табл. 1 и 2) продуктивность черной ольхи максимальная, благодаря большой полноте посадок. С другой стороны, лучший рост древостоя, особенно по диаметру, отмечен в культурах с меньшей начальной густотой.

Результаты исследований показывают, что оптимальная начальная густота ольховых культур в типе местопроизрастания D₄ находится между 5000 и 10 000 шт./га. Исходя из величины текущих приростов, показателей роста и продуктивности обследованных насаждений, мы можем предположить, что она близка к 6000—8000 шт. сеянцев на 1 га. Таким образом, начальная густота древостоев черной ольхи оказывает существенное влияние на рост этой породы (особенно по диаметру) и накладывает свой отпечаток на общую продуктивность насаждений. Следовательно, выбору густоты культур должно предшествовать решение вопроса о назначении создаваемых посадок.

При целевой направленности на максимальную продуктивность она должна быть, исходя из имеющегося опыта, не менее 10 000 шт./га. В таких культурах проводятся только санитарные рубки.

Черноольховые культуры, выращиваемые для получения крупномерных сортиментов, в целях быстреего смыкания должны иметь начальную густоту не менее 5000 шт./га. Однако, когда чрезмерная густота начинает угнетающе влиять на прирост древостоев по толщине, ее уменьшают путем рубок ухода. При этом следует пользоваться придержками, предложенными М. В. Давидовым [2].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. П. Георгиевский. Рубки ухода за лесом. Гослесбуиздат, 1957.
 [2]. М. В. Давидов. Черная вильха Европейской части СССР. Издательство УАСГН, Киев, 1960. [3]. В. Ф. Лебков. О влиянии начальной густоты на сортиментную структуру и возраст технической спелости сосновых древостоев. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1962. [4]. В. П. Тимофеев. Влияние густоты насаждений на их продуктивность. Доклады ТСХА, вып. XXXI, 1957.

УДК 634.0.232.4

**РЕЗУЛЬТАТЫ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПОСАДОК СОСНЫ
В УСЛОВИЯХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ *****В. Е. КИЗЕНКОВ**

Старший преподаватель

В. В. МАСЛЕЦОВ

Ассистент

Е. И. ЧУБАРОВ

Инженер

(Архангельский лесотехнический институт)

Опыта механизированной посадки леса в условиях нераскорчеванных вырубок и гарей Архангельской области до последнего времени не было. Впервые посадка сосны лесопосадочной машиной ЛМД-1 нами была проведена в 1965 г. на площадях, охарактеризованных в табл. 1.

При эксплуатации лесопосадочной машины проводили наблюдения за работой сошника с отвалами, заделывающих клиньев, высаживающего аппарата и прикатывающих катков.

Для оценки качества работы сошника изучали забиваемость его порубочными остатками, залипание почвой, профиль щели.

К показателям, характеризующим работу посадочного аппарата, относились: повреждаемость семян зажимами, сохранение вертикального положения семян.

Работу прикатывающих катков оценивали по степени уплотнения почвы у корневой системы семян.

Данные наблюдений по посадке семян ЛМД-1 в различных условиях вырубок и гарей приведены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что на слабо захламленных вырубках и гарях с песчаными почвами заделка семян лесопосадочной машиной ЛМД-1 в основном соответствовала лесокультурным требованиям. При раскопке семян в указанных лесорастительных условиях пустот около корневых систем и деформации последних не отмечено.

Общий вид лесокультурной площади в Ровдинском лесхозе показан на рис. 1.

В Пуксоозерском лесхозе из-за сильной завалуненности почвы посадка ЛМД-1 была недоброкачественной. При наезде сошника на валуны опорно-приводные колеса не входили в зацепление с почвой и не вращали посадочный аппарат. Так, на пробной площади 0,25 га при

* Работа выполнена под руководством канд. сельскохозяйственных наук А. С. Синникова.

Таблица 1

Наименование лесхозов	Категория площади	Бывший тип леса	Почвы	Степень захламленности, % на 1 га	Количество пней на 1 га, шт. средний диаметр, см	Условия посадки
Вельский	В 1960 г. по насаждению прошел пожар. Заготовку древесины производили в 1961 г.	Бор вересковый	Маломощный песчаный подзол на связанном песке	Слабая (до 10)	$\frac{300}{14}$	В дно плужных бороз, образованных плугом ПКЛ-70
Ровдинский	Вырубка 1952 г.	Бор-беломошник	Сильноподзолистая песчаная на рыхлом песке	Слабая (до 5)	$\frac{250}{16}$	Без подготовки почвы В дно плужных бороз, образованных плугом ПКЛ-70
Пуксоозерский	Вырубка 1958 г., пройденная пожаром в 1961 г.	Свежий ельник-черничник	Сильноподзолистая легко-суглинистая на карбонатном суглинке	Слабая (до 10)	$\frac{750}{28}$	Без предварительной подготовки почвы
Шоноцкий	Вырубка 1961 г.	"	Сильноподзолистый пылеватый суглинок	Сильная (до 40)	$\frac{1100}{36}$	В дно плужных бороз, образованных плугом ПЛП-135
"	1962 г.	Ельник-черничник	Сильноподзолистая легко-суглинистая	Сильная (40-50)	$\frac{900}{32}$	Без предварительной подготовки почвы

Таблица 2

Наименование лесхозов	Всего высажено сеянцев на 1 га	В том числе			
		нормально высаженные	с заглублением корневой шейки более 2 см	с расположением корневой шейки выше поверхности почвы	
				на 2—3 см	более 3 см
Вельский	$\frac{2440}{100}$	$\frac{1990}{81,5}$	$\frac{170}{7,0}$	$\frac{170}{7,0}$	$\frac{110}{4,5}$
Ровдинский	$\frac{3850}{100}$	$\frac{3460}{89,7}$	$\frac{70}{1,9}$	$\frac{175}{4,6}$	$\frac{145}{3,8}$
Пуксоозерский	$\frac{1650}{100}$	$\frac{965}{58,5}$	$\frac{185}{11,4}$	$\frac{285}{17,8}$	$\frac{215}{12,3}$
Шоношский	$\frac{2120}{100}$	$\frac{1470}{69,5}$	$\frac{100}{4,6}$	$\frac{138}{6,5}$	$\frac{412}{19,4}$

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



Рис. 1. Механизированная посадка сосны в дно плужных борозд, образованных плугом ПКЛ-70 (Ровдинский лесхоз).

общей протяженности борозд 695 м это произошло 113 раз, в связи с чем при шаге посадки 0,75 м на пробной площади было высажено только 414 сеянцев (1656 шт. на 1 га).

При посадке сеянцев вблизи валунов прикатывающие катки недостаточно уплотняли почву, поэтому у корневых систем на глубине 7—10 см наблюдались пустоты.

В Шоношском лесхозе на сильно захламленной вырубке, на которой почва была предварительно подготовлена ПЛП-135, в 30% случаев были нарушены требования посадки, главным образом, когда высаживались сеянцы с длиной надземной части менее 5 см, так как при этом происходил обрыв хвои вместе с верхушкой стволика, вследствие чего такие сеянцы неправильно подавались в посадочную щель.

В октябре 1965 г. в Вельском и Ровдинском лесхозах мы провели инвентаризацию культур сосны, которая показала хорошую их сохранность. Гибель молодняка в год посадки составила 8—9%.

В Пуксоозерском лесхозе здоровых сеянцев сохранилось всего лишь 61,2%. Из-за плохой заделки при посадке в условиях сильной завалуненности почвы погибших сеянцев насчитывалось 21,7%. Обращает на себя внимание большой процент сеянцев (17,1) категории сомнительных.

В Шоношском лесхозе приживаемость культур сосны также оказалась низкой (71,5%). Погибших сеянцев насчитывалось 16,6%. Основной причиной усыхания культур явилась недоброкачественная посадка двухлетних сеянцев, имевших стволик длиной менее 5 см. В категории сомнительных отмечались сеянцы, пораженные шютте.

Средняя производительность машины ЛМД-1 при посадке леса на незахламленных вырубках и гарях с песчаными почвами оказалась: в Вельском лесхозе — 2,9 га, в Ровдинском — 2,6 га за смену. В Шоношском лесхозе на вырубках с предварительной подготовкой почвы плугом ПЛП-135 средняя производительность составила 2,4 га.

На основе первых однолетних исследований по эксплуатации ЛМД-1 можно сделать некоторые предварительные рекомендации.

А. Лесопосадочную машину ЛМД-1 можно применять для посадки двух- трехлетних сеянцев в следующих условиях Архангельской области:

1) на старых незахламленных беломошных и вересковых вырубках и гарях с песчаными и супесчаными почвами — без предварительной подготовки почвы;

2) на слабо захламленных (до 10 м³ валежника на 1 га) незадернелых вырубках и гарях с супесчаными и легкосуглинистыми почвами — без предварительной подготовки почвы;

3) на нераскорчеванных слабо захламленных (до 15 м³ на 1 га) задернелых вырубках и гарях с дренированными почвами при количестве здоровых пней до 800—900 шт. на 1 га — с посадкой в плужные борозды, подготовленные плугом ПКЛ-70;

4) на средне и сильно захламленных вырубках с дренированными почвами и количеством здоровых пней до 1000 шт. на 1 га — с посадкой в плужные борозды, подготовленные лесным плугом ПЛП-135;

5) во всех указанных лесорастительных условиях вырубок и гарей при механизированной посадке следует использовать посадочный материал с длиной надземной части не менее 6—7 см.

Б. Лесопосадочную машину ЛМД-1 не следует применять на посадке леса:

1) на вырубках и гарях с сильной завалуненностью почвы, где машина не обеспечивает доброкачественной посадки.

2) на вырубках и гарях с захламленностью свыше 15 м³ на 1 га без предварительной очистки лесосек или же плужной подготовки почвы.

УДК 531 : 634.0.5

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

О ПОВЕДЕНИИ ДЕРЕВА
НА ОПОРЕ МЕЖДУ ПЕРВЫМ И ВТОРЫМ УДАРАМИ

А. А. ДЕБЕРДЕЕВ

Доцент

(Ленинградская лесотехническая академия)

При изучении повала дерева на машину обычно рассматривают последовательно два этапа процесса: свободное падение (поворот) дерева и удар о первую опору *A*; дальнейшее падение (поворот) вокруг опоры *A* и второй удар о две опоры *A* и *B* (рис. 1).

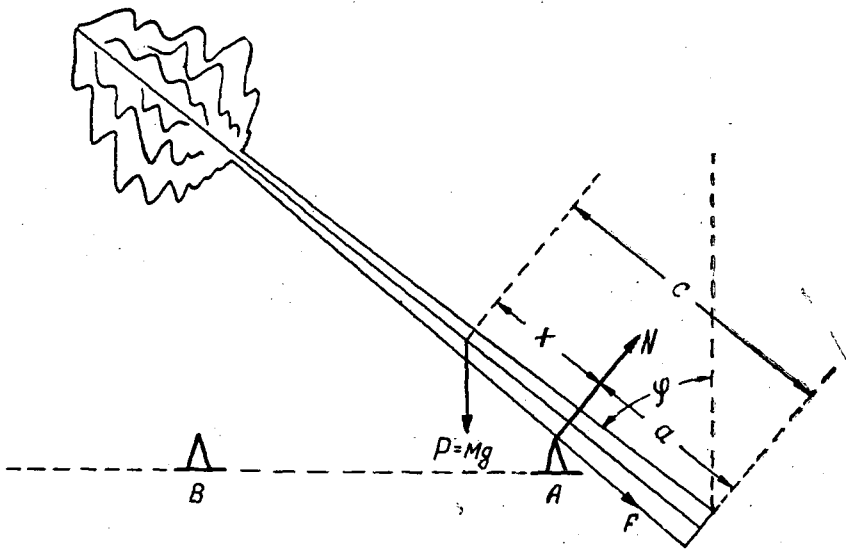


Рис. 1.

При этом обычно принято считать, что в промежутке между первым и вторым ударами дерево сохраняет устойчивость на первой опоре (то есть не имеет осевого перемещения по опоре *A*) *.

В настоящей статье этот вопрос рассматривается более подробно и устанавливаются некоторые границы и условия, при выполнении кото-

* В дальнейшем под термином «устойчивость дерева» будем понимать именно отсутствие осевого перемещения дерева по опоре (вперед или назад).

рых не происходит осевого перемещения дерева по опоре, а также выясняется, как велики могут быть эти перемещения дерева по опоре вне указанных границ и в случае невыполнения требуемых условий.

Полученные результаты могут быть полезными при проектировании и эксплуатации лесных машин, так как помогут судить о том, при каких углах целесообразнее вести повал деревьев на машину, каковы границы безопасности лесовалочных работ, разнокомелицы пакета и т. д.

* * *

Составим дифференциальные уравнения движения дерева на опоре A , считая ее неподвижной.

Как показали экспериментальные исследования Г. И. Старкова [4], а также теоретические исследования автора [2], сопротивление воздуха оказывает на падение дерева со средне развитой кроной не слишком сильное влияние (уменьшая угловую скорость дерева примерно на 5—7% в середине падения и на 9—11% — в конце), поэтому им пренебрегаем. Кинетическая энергия дерева T и элементарная работа сил δA (рис. 1)

$$\left. \begin{aligned} T &= \frac{1}{2} M (\dot{x}^2 + x^2 \dot{\varphi}^2) + \frac{1}{2} I^c \dot{\varphi}^2 \\ \delta A &= (\pm F - Mg \cos \varphi) \delta x + Mg x \sin \varphi \delta \varphi, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где φ — угол, образуемый деревом с вертикалью (первая обобщенная координата дерева);

x — расстояние центра тяжести дерева от опоры A (вторая обобщенная координата дерева);

M, I^c — масса и центральный момент инерции дерева;

g — ускорение силы тяжести;

F — сила трения скольжения дерева об опору A , причем $+F$ берется в случае $\dot{x} < 0$ (то есть при перемещении дерева назад по опоре) и $-F$ — при $\dot{x} > 0$ (вперед по опоре).

Из системы (1) при помощи уравнений Лагранжа получаем следующие дифференциальные уравнения движения дерева на опоре A^* .

$$\left. \begin{aligned} M\ddot{x} - Mx\dot{\varphi}^2 &= \pm F - Mg \cos \varphi \\ (I^c + Mx^2)\ddot{\varphi} + 2Mx\dot{x}\dot{\varphi} &= Mg x \sin \varphi. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Из первого уравнения системы (2) следует, что перемещения дерева по опоре не будет (то есть $\dot{x} = \ddot{x} = 0$) при выполнении следующего условия:

$$Mx\omega^2 \pm F - Mg \cos \varphi = 0, \quad (3)$$

где $\omega = \dot{\varphi}$ — угловая скорость дерева.

Увеличивая F до возможных максимальных значений силы трения $F_{max} = fN$, из условия (3) получаем

$$\left. \begin{aligned} Mx\omega^2 - fN - Mg \cos \varphi &\leq 0 \\ Mx\omega^2 + fN - Mg \cos \varphi &\geq 0, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где f — статический коэффициент трения скольжения дерева об опору;

N — нормальная реакция опоры.

* Эти дифференциальные уравнения были получены нами ранее [1].

Из уравнения изменения кинетического момента относительно центра тяжести дерева имеем (рис. 1)

$$I^{\ddot{\varphi}} = Nx. \quad (5)$$

Подставляя сюда из второго уравнения системы (2) значение $\ddot{\varphi}$ при $x = 0$, получаем

$$N = \frac{I^c Mg}{I^c + Mx^2} \sin \varphi. \quad (6)$$

После подстановки выражения (6) в систему (4), получаем условия устойчивости дерева на опоре при продолжающемся повороте его на этой опоре

$$\left. \begin{aligned} \frac{x}{g} \omega^2 - \frac{fI^c}{I^c + Mx^2} \sin \varphi - \cos \varphi &\leq 0 \\ \frac{x}{g} \omega^2 + \frac{fI^c}{I^c + Mx^2} \sin \varphi - \cos \varphi &\geq 0, \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

где φ — текущее значение угла поворота дерева на опоре;
 ω — значение угловой скорости дерева при этом угле.

Кроме того, известно, что угловая скорость дерева после первого удара определяется из соотношения [1]

$$\omega_0^2 = \left(\frac{I^c + Mcx}{I^c + Mx^2} \right)^2 \frac{2Mcg}{I^c + Mc^2} (1 - \cos \varphi_0), \quad (8)$$

где φ_0 — угол, при котором произошел удар;
 ω_0 — угловая скорость дерева после этого удара.

Подставляя формулу (8) в систему (7), получаем основные условия, при выполнении которых дерево сохраняет устойчивость на опоре A после первого удара (то есть непосредственно после удара перемещения дерева по опоре отсутствуют) *

$$\left. \begin{aligned} A - B \sin \varphi_0 - (A + 1) \cos \varphi_0 &\leq 0 \\ A + B \sin \varphi_0 - (A + 1) \cos \varphi_0 &\geq 0, \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

где обозначено

$$A = \left(\frac{I^c + Mcx}{I^c + Mx^2} \right)^2 \frac{2Mcx}{I^c + Mc^2}; \quad B = \frac{fI^c}{I^c + Mx^2}. \quad (10)$$

Принимая коэффициент трения $f = 0,62$ [4], а также момент инерции и высоту центра тяжести дерева $I = 0,244 \text{ Мл}^2$, $c = 0,365 \text{ л}$, $I^c = 0,111 \text{ Мл}^2$, получаем следующие значения для коэффициентов A и B :

$$A = 2,99 \left(\frac{0,111 + 0,365\zeta}{0,111 + \zeta^2} \right)^2; \quad B = \frac{0,069}{0,111 + \zeta^2}, \quad (10a)$$

где введено обозначение $\zeta = \frac{x}{l}$, причем l — высота дерева.

Из неравенств (9) методом линейной интерполяции получены границы устойчивости углов удара φ_{\min} и φ_{\max} для дерева, приведенные в табл. 1. На рис. 2 показаны области устойчивых и неустойчивых значений угла φ_0 для дерева, построенные по данным табл. 1.

* Вопрос о возможности появления таких перемещений по мере дальнейшего поворота дерева на опоре рассматривается дальше

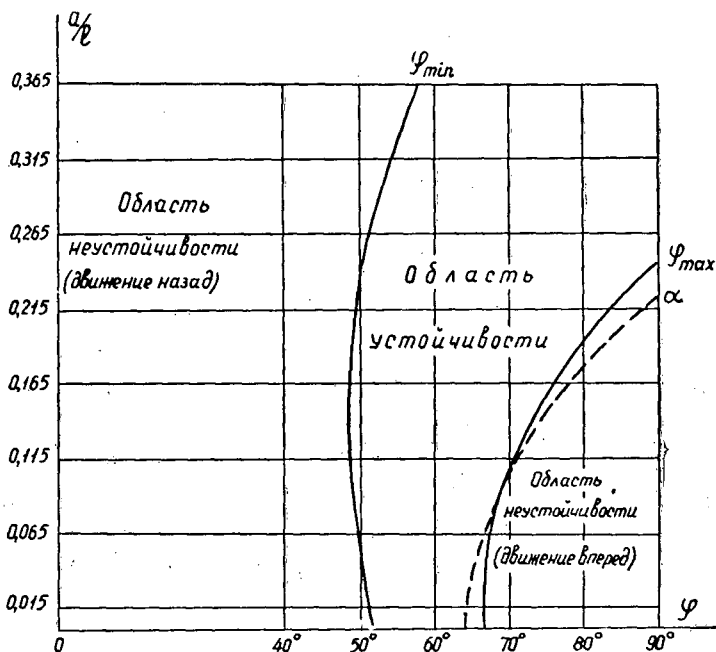


Рис. 2.

Таблица 1

$\frac{a}{l}$	$\varphi_{min}, ^\circ$	$\varphi_{max}, ^\circ$	$\alpha, ^\circ$
0,015	51	67	64,5
0,065	50	67,5	67
0,115	49,5	71,5	71
0,165	48	76,5	78
0,215	50	84	88,5
0,265	51,5	95	—
0,315	55	—	—
0,365	58	—	—

Отсюда следует, что при углах удара, меньших или больших граничных, определяемых кривыми φ_{min} и φ_{max} , дерево после удара сразу же приходит в движение по опоре в ту или другую сторону.

Однако это еще не значит, что при соблюдении указанных границ дерево не будет иметь перемещений по опоре A во все время дальнейшего падения, вплоть до удара по второй опоре B (или о землю). Следует иметь в виду, что в процессе дальнейшего падения, из-за нарастающей угловой скорости и соответственно центробежных сил инерции, дерево при некоторых значениях угла поворота α потеряет устойчивость и начнет перемещаться вперед по опоре.

Найдем эти критические значения угла α , если первый удар дерева об опору A произошел при некотором угле φ_0 , отвечающем условиям устойчивости (9), то есть если угол φ_0 находился внутри области устойчивости (рис. 2).

Общее условие устойчивости (7) для α , являющегося ее границей, имеет вид

$$\frac{x}{g} \omega_\alpha^2 - \frac{fI^c}{I^c + Mx^2} \sin \alpha - \cos \alpha = 0, \tag{11}$$

где ω_α — угловая скорость дерева в положении $\varphi = \alpha$, определяется так [1]:

$$\omega_\alpha^2 = \omega_0^2 + \frac{2Mgx}{I^c + Mx^2} (\cos \varphi_0 - \cos \alpha), \tag{12}$$

ω_0 — угловая скорость дерева после первого удара, находится по формуле (8).

Подставляя все это в выражение (11), получаем уравнение (13), определяющее значения угла α , до которых дерево сохраняет устойчивость после первого удара, происшедшего под углом φ_0 , отвечающим условиям устойчивости после первого удара (9),

$$A + (C - A) \cos \varphi_0 - (C + 1) \cos \alpha - B \sin \alpha = 0, \quad (13)$$

где A и B — те же, что и в формулах (10) или (10а);

$$C = \frac{2Mx^2}{Ic + Mx^2} = \frac{2\zeta^2}{0,111 + \zeta^2}.$$

Значения угла α , вычисленные по уравнению (13) для различных углов первого удара ($\varphi_0 = 50^\circ$, $\varphi_0 = 55^\circ$, $\varphi_0 = 60^\circ$), настолько близки, что практически совпадают. Они приведены в табл. 1, а график α представлен на рис. 2 пунктирной линией.

Отсюда следует, что областью устойчивости дерева на опоре A как непосредственно после первого удара, так и при последующем повороте дерева на опоре является область, заключенная между кривыми для φ_{min} и α (рис. 2).

Теперь остается выяснить, каковы могут быть перемещения дерева по опоре, когда после первого удара дерева (происшедшего, по нашему предположению, под некоторым углом φ_0 , отвечающим условиям устойчивости) и при дальнейшем его повороте на опоре угол φ выходит за пределы границы устойчивости α (рис. 2).

Перейдя в уравнениях (2) от независимой переменной t (время) к независимой переменной φ через известные соотношения замены переменных в дифференциальных выражениях

$$\dot{x} = \omega \frac{dx}{d\varphi}; \quad \ddot{x} = \omega^2 \frac{d^2x}{d\varphi^2} + \omega \frac{d\omega}{d\varphi} \cdot \frac{dx}{d\varphi}, \quad \text{где } \omega = \dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{dt},$$

а затем для удобства интегрирования уравнений от старых искомым переменных x , ω к новым ζ , Ω , по соотношениям

$$\zeta = \frac{x}{l}; \quad \Omega = \omega \sqrt{l}, \quad (14)$$

а также используя формулу (5), получаем следующие дифференциальные уравнения поворота и осевых перемещений дерева по опоре вперед:

$$\left. \begin{aligned} \zeta \Omega^2 \frac{d^2\zeta}{d\varphi^2} + \zeta \Omega \frac{d\Omega}{d\varphi} \frac{d\zeta}{d\varphi} + fD\Omega \frac{d\Omega}{d\varphi} - \zeta^2 \Omega^2 + 9,81\zeta \cos \varphi &= 0 \\ (D + \zeta^2) \Omega \frac{d\Omega}{d\varphi} + 2\zeta \Omega^2 \frac{d\zeta}{d\varphi} - 9,81\zeta \sin \varphi &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

где обозначено $D = \frac{Ic}{Ml^2} = 0,111$.

Уравнения (15) описывают дальнейший поворот и осевое перемещение дерева по опоре вперед в зависимости от угла $\varphi \geq \alpha$ и являются универсальными, так как не зависят ни от веса, ни от высоты дерева.

Начальные условия для дифференциальных уравнений (15), естественно, определяются теми значениями величин φ , x , $\frac{dx}{d\varphi}$ и ω , при которых у дерева начинается осевое перемещение по опоре вперед:

$$\text{при } \varphi = \alpha \quad \zeta = \zeta_0; \quad \frac{d\zeta}{d\varphi} = 0; \quad \Omega = \Omega_0, \quad (16)$$

где α — предельное значение угла φ , при котором нарушается устойчивость дерева на опоре (рис. 2);

ζ_0 — значение ζ при $\varphi = \varphi_0$ (так как значения x и ζ от φ_0 до α не изменяются);

Ω_α — значение угловой скорости дерева в положении α , определяемое, согласно выражениям (8) и (12), по формуле

$$\Omega_\alpha = \sqrt{\frac{9,81}{\zeta_0} [A + (C - A) \cos \varphi_0 - C \cos \alpha]}. \quad (17)$$

Если во втором уравнении системы (15) членом, содержащим $\frac{d\zeta}{d\varphi}$, пренебречь, считая $\zeta = \zeta_0 = \text{const}$ (то есть если пренебречь влиянием изменения ζ на Ω), то это уравнение интегрируется

$$\Omega = \sqrt{\Omega_\alpha^2 + \frac{19,6\zeta_0 (\cos \alpha - \cos \varphi)}{D + \zeta_0^2}}. \quad (18)$$

Тогда первое уравнение (15), после подстановки выражения (18), примет вид

$$\frac{d^2\zeta}{d\varphi^2} + \frac{9,81}{\Omega^2} \left(\frac{\zeta_0}{D + \zeta_0^2} \sin \varphi \frac{d\zeta}{d\varphi} + \frac{fD\zeta_0}{D + \zeta_0^2} \frac{\sin \varphi}{\zeta} + \cos \varphi \right) - \zeta = 0. \quad (19)$$

Начальные условия для уравнения (19), согласно (16):

$$\text{при } \varphi = \alpha \cdot \zeta = \zeta_0, \quad \frac{d\zeta}{d\varphi} = 0.$$

Аналогично из системы (15) можно получить дифференциальное уравнение осевых перемещений дерева по опоре назад, если первый удар произошел при углах $\varphi_0 < \varphi_{\min}$ (рис. 2)

$$\frac{d^2\zeta}{d\varphi^2} + \frac{9,81}{\Omega^2} \left(\frac{\zeta_0}{D + \zeta_0^2} \sin \varphi \frac{d\zeta}{d\varphi} - \frac{fD\zeta_0}{D + \zeta_0^2} \frac{\sin \varphi}{\zeta} + \cos \varphi \right) - \zeta = 0. \quad (20)$$

Начальные условия, согласно (16):

$$\text{при } \varphi = \varphi_0 \quad \zeta = \zeta_0, \quad \frac{d\zeta}{d\varphi} = 0.$$

Уравнения (19) и (20) в первом приближении дают перемещения дерева по опоре соответственно вперед и назад, причем значения входящей в них величины Ω даются для уравнения (19) формулой (18), а для уравнения (20) — формулой

$$\Omega = \sqrt{\frac{9,81}{\zeta_0} [A + (C - A) \cos \varphi_0 - C \cos \varphi]}. \quad (21)$$

Решая уравнения (19) и (20) численными методами по способу Рунге — Кутты [3], мы вычислили (табл. 2):

а) перемещения дерева вперед при угле удара $\varphi_0 = 55^\circ$, $\zeta = \frac{x_0}{l} = 0,25$ (что соответствует $\frac{a}{l} = 0,115$). Согласно табл. 1 и формуле (17), этим данным отвечают значения $\alpha = 71^\circ = 1,24 \text{ рад}$ и $\Omega_\alpha = 4,87$;

б) перемещения дерева назад при угле удара $\varphi_0 = 40^\circ$, $\zeta_0 = 0,25$. Согласно формуле (21), этим данным соответствует значение $\Omega_0 = 3,03$;

в) перемещения дерева назад при угле удара $\varphi_0 = 30^\circ$, $\zeta_0 = 0,25$. Согласно уравнению (21), имеем $\Omega_0 = 2,3$.

Во всех случаях шаг вычислений взят $h = 0,1 \text{ рад}$ и значение коэффициента трения дерева о сталь $f = 0,62$.

Таблица 2

φ			ζ		
град	рад		град	рад	
Перемещения вперед			Перемещения назад		
71	1,24	0,250	при $\varphi_0 = 30^\circ$		
77	1,34	0,250	30	0,52	0,250
83	1,44	0,250	36	0,62	0,246
88	1,54	0,250	42	0,72	0,237
Перемещения назад			47	0,82	0,226
при $\varphi_0 = 40^\circ$			53	0,92	0,215
40	0,70	0,250	59	1,02	0,206
46	0,80	0,249	65	1,12	0,199
52	0,90	0,247	70	1,22	0,194
57	1,00	0,245	76	1,32	0,192

Из табл. 2 видно, что общее перемещение дерева вперед по опоре составляет $\Delta\zeta = 0$, а назад — при $\varphi_0 = 40^\circ$ $\Delta\zeta = 0,005$ и при $\varphi_0 = 30^\circ$ $\Delta\zeta = 0,058$, что для дерева высотой 30 м равно соответственно 15 и 174 см.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. А. Дебердеев. Некоторые вопросы динамики повала дерева. Труды ЛТА, вып. 83, 1959. [2]. А. А. Дебердеев. Определение угловой скорости свободно падающего дерева. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1967. [3]. Л. Коллатц. Численные методы решения дифференциальных уравнений. ИЛ, М., 1953. [4]. Г. И. Старков. К вопросу экспериментального определения силы сопротивления воздушной среды, действующей на дерево в период повала. Труды ЦНИИМЭ, выпуск № 49, 1964.

Поступила в редакцию
13 апреля 1965 г.

УДК 621.31 : 621.85 : 634.0.377.44

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ НАГРУЗОЧНЫХ РЕЖИМОВ ТРАНСМИССИИ ТРЕЛЕВОЧНЫХ ТРАКТОРОВ

Г. М. АНИСИМОВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Для исследования в производственных условиях нагрузочных режимов трансмиссии новый трелевочный трактор ТДТ-55 был оснащен электроизмерительным оборудованием*.

Для автономности испытаний все электроизмерительное оборудование размещали в легкой кабине оператора, установленной на тракторе (рис. 1), что позволило проводить испытания трактора в различных производственных условиях без ограничения в работе на всех фазах рабочего цикла.

Требования, предъявляемые к измерительному оборудованию, размещенному на испытуемой машине, изложены в ряде работ [1], [2], [3]. Наиболее важное требование для наших условий — вибростойкость аппаратуры, позволяющая производить записи процессов без искажений.

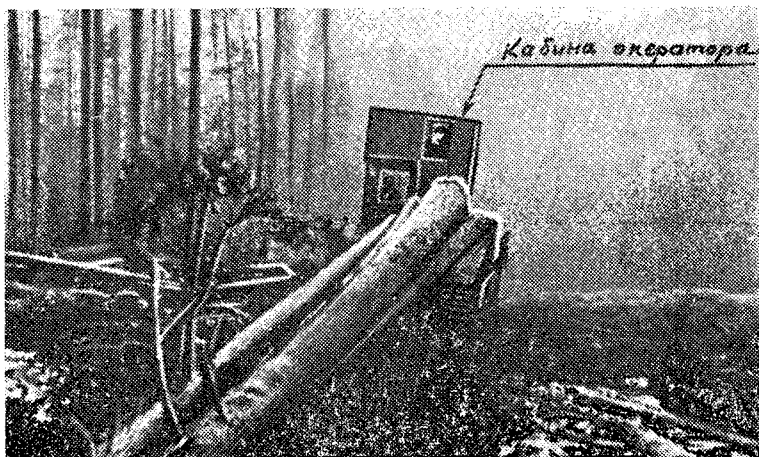


Рис. 1. Трактор на волоке во время испытаний.

* В испытаниях принимали участие работники Онежского тракторного завода.

Хорошей вибростойкостью обладают авиационные осциллографы, рассчитанные на работу при вибрационных ускорениях до 3 *g*.

Из тензометрических усилителей рекомендуется применять усилитель 8АНЧ-7М, который надежно работает в условиях вибраций с частотой до 40—50 *гц* и вибрационных ускорениях до 1,5 *g*, а также при временных перегрузках до 3 *g*.

На рис. 2 приведена принципиальная электрическая измерительная схема.

Крутящий момент замеряли на первичном валу коробки перемены передач и на ведомых валах бортовых передач. Замер в трех точках позволял вести оценку входного момента в трансмиссию со стороны первичного вала и внешнего — со стороны волюка. Проволочные преобразователи П₁—П₃ для замера момента имели базу 300 *мм*, сопротивление 400 *ом* и коэффициент чувствительности 1,8. Снятие сигнала с проволочных преобразователей, при вращении валов, производили с помощью ртутного токосъемника концевой типа. Токосъемники имеют по 12 дорожек. Каждая точка измерительного полумоста соединена с четырьмя включенными параллельно дорожками токосъемника. В качестве тензометрического усилителя применяли усилитель 8АНЧ-7М 3. С него через магазин сопротивлений 16 сигнал подается на вибратор осциллографа К-9-21 15. Вибраторы III группы допускают регистрацию процессов с частотой до 150 *гц* и имеют чувствительность 2 *мм/ма*. В первичном валу напряжения достигают небольшой величины (большой диаметр), поэтому сигнал с преобразователя после усиления недостаточно отклонял вибратор этой группы. Чувствительность схемы была увеличена, благодаря повышению напряжения питания преобразователей до 14 *в*. С преобразователей ведомых валов бортовых передач сигнал после усиления при нормальном напряжении питания (7 *в*) отклонял вибратор на требуемую величину.

Замер скорости вращения коленчатого и первичного валов позволял анализировать изменения оборотов в процессе трогания трактора и на некоторых переходных процессах. Для замера скорости вращения валов применяли тахогенераторы постоянного тока ТГП-1 12, 13 с малой постоянной времени и высокой точностью. После подбора фильтра для сглаживания коллекторной частоты постоянная времени существенно не изменилась. В измерительную схему скорости вращения коленчатого вала, кроме вибратора осциллографа 14, включены два вибростойких стрелочных прибора типа ПМ-70 7, 11.

Отметки верхней мертвой точки (ВМТ) и угла поворота звездочки облегчат нахождение источников возбуждения нагрузок в трансмиссии и позволят найти связь между динамическими нагрузками, скоростью вращения коленчатого вала и количеством звеньев гусеницы, проходящих через звездочку в единицу времени.

Для отметки верхней мертвой точки и углов поворота звездочек применяли контактные преобразователи П₄—П₆. Преобразователь отметки верхней мертвой точки имеет одноламельный диск, по которому скользит щетка. Импульс с преобразователя посылается в измерительную цепь при положении поршня в верхней мертвой точке.

Преобразователь отметки угла поворота звездочки отличается от преобразователя ВМТ количеством ламелей на ламельном диске, которое равно числу зубьев звездочки (11 ламелей). Каждая ламель диска установлена напротив зуба звездочки.

Замер перемещения педалей муфты сцепления позволял определять влияние темпа включения муфты на динамические нагрузки в трансмиссии трактора и темпы включения сцепления при рядовой экс-

плуатации трактора. Для замера перемещения педалей муфты сцепления применяли реостатный преобразователь Π_9 .

Выделение начала и окончания работы бортовых фрикционов производили концевыми выключателями Π_7, Π_8 .

Отметка времени протекания процессов обеспечивалась электро часами МЧ-62 и отметчиками времени осциллографов. Время отмечалось через 0,002; 0,01; 0,1; 1,0; 5,0 сек.

Преобразователи $\Pi_1 - \Pi_9$ и тензометрический усилитель 3 получают питание от щелочной аккумуляторной батареи B_3 емкостью 88 а-ч и напряжением 26 в. Преобразование напряжения для питания тензометрического усилителя производилось полупроводниковым преобразователем 1. Хорошая внутренняя стабилизация преобразователя и большая емкость аккумуляторной батареи обеспечивают стабильное питание усилителя 3 и необходимую точность регистрации процессов при длительном исследовании.

Два осциллографа К-9-21 14, 15 получают питание от двух аккумуляторных батарей (B_1, B_2) 6СТМ-128 Д, включенных последовательно, и генератора Г-12Б 9 с реле-регулятором РР-24 8. Генератор обеспечивал подзарядку аккумуляторных батарей B_1, B_2 во время испытаний. Для этого генератор с реле-регулятором был отрегулирован на напряжение 28 в.

Управление всей аппаратурой, ведется оператором с пульта управления (на рис. 2 приборы пульта выделены пунктиром).

На рис. 3 приведена схема размещения тахогенератора и преобразователя отметки верхней мертвой точки двигателя на носке коленчатого вала. В резьбу храповика 1 завернут свертыш 2, на который посажен ламельный диск 10 контактного преобразователя отметки ВМТ двигателя. По ламельному диску скользит щетка 11. Кронштейн 6, для крепления тахогенератора 5, размещен на передней трубе 7 рамы трактора. В кронштейн 6 установлен тахогенератор 5 и закрыт крышкой 4. К кронштейну крепится уголок 8 со щеткодержателем 9. Якорь тахогенератора 5 тросиком 3 соединен с свертышем.

На рис. 4 показано размещение преобразователей и токосъемника на коробке передач. На первичном валу 1 наклеены проволочные преобразователи для замера крутящего момента. Провода от проволочных преобразователей выводятся по сверлениям в первичном и верхнем 2 валах. Для подвода проводов к токосъемнику 6 и его привода к верхнему валу крепится грибок 3. С токосъемником 6 грибок соединяется поводком 5. Токосъемник установлен в кронштейн 9, который закреплен на уголке 10. Уголок уложен на лонжероны 11 рамы трактора. Грибок через шестерни 13, 4 и вал 12 приводит во вращение тахогенератор 8. Вал 12 с ведомой шестерней 13 на подшипниках установлен в опорной плите 14 и закрыт крышкой 15. К этой же крышке крепится корпус тахогенератора.

На рис. 5 показано размещение проволочных преобразователей, токосъемника и преобразователя отметки угла поворота звездочки на ведомом валу бортовой передачи.

На ведомом валу 1 бортовой передачи наклеены проволочные преобразователи для замера крутящего момента. В конце ведомого вала сделана резьба и завернут свертыш 2, который через поводок 3 вращает токосъемник 14. Провода от проволочных преобразователей к токосъемнику проходят по сверлениям в ведомом валу и свертыше. Корпус токосъемника вставлен в диски 4, 5 и закреплен хомутом 13. Диски 4, 5 центрируют токосъемник в защитном стакане 6. Установка стакана через подшипник 8 на проточенной ступице звездочки 9 обеспечивает

центрирование токосъемника по отношению оси ведомого вала. На ввертыш посажен и застопорен ламельный диск 12 контактного преобразователя угла поворота звездочки, по которому скользит графитовая щетка. Щеткодержатель 10 со щеткой через угольник 11 крепится к защитному стакану, который закрыт крышкой 7.

На рис. 6 показана осциллограмма динамических нагрузок в трансмиссии при движении трактора на III передаче по пасечному волоку с пакетом 6 пл. м³.

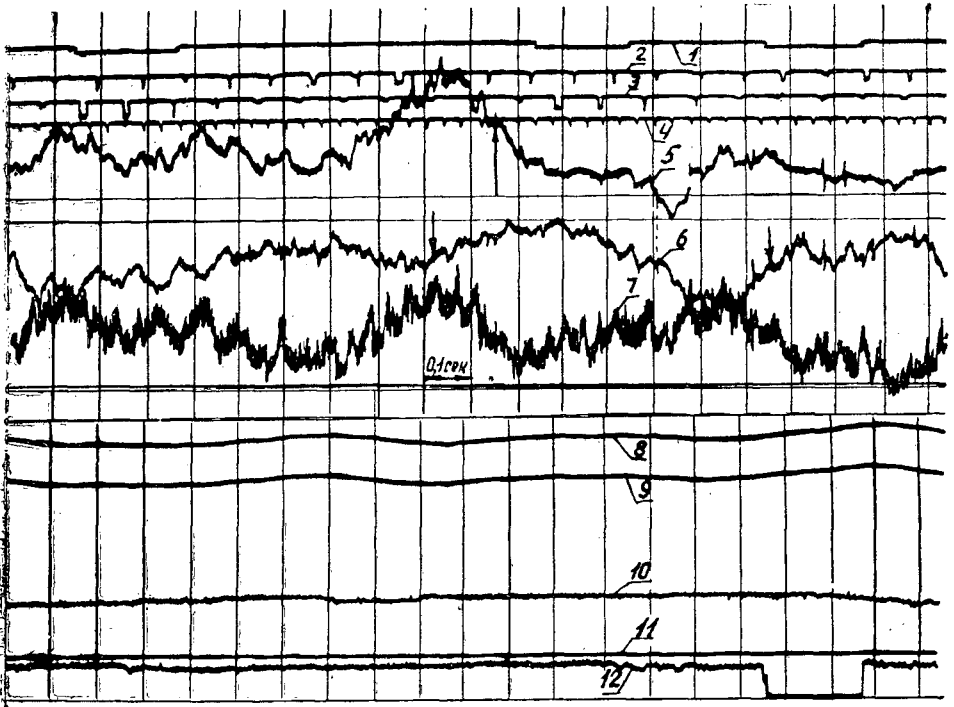


Рис. 6.

1 — время протекания процессов; 2 и 3 — отметки угла поворота звездочек; 4 — отметка верхней мертвой точки двигателя; 5 — момент на ведомом валу правой бортовой передачи; 6 — момент на ведомом валу левой бортовой передачи; 7 — момент на первичном валу коробки передач; 8 — скорость вращения коленчатого вала; 9 — скорость вращения первичного вала коробки передач; 10 — положение рейки топливного насоса; 11 — положение педали муфты сцепления; 12 — отметка работы бортовых фрикционов.

В табл. 1 в качестве примера приведены данные о максимальных нагрузках в трансмиссии при трогании трактора с места резким включением сцепления на пасечном волоку, с нагрузкой на щите 4,5 т.

Таблица 1

№ передачи	Крутящий момент, кгм			
	на первичном валу коробки перемены передач	на ведомых валах бортовых передач		
		правом	левом	сумма
I	68 ± 73	1520 ± 1640	1480 ± 1520	3040 ± 3160
II	82 ± 86	1400 ± 1600	1320 ± 1440	2760 ± 3040
III	84 ± 92	1000 ± 1400	1240 ± 1280	2240 ± 2560
IV	90 ± 108	680 ± 1200	840 ± 1000	1680 ± 1760
V	90 ± 108	360 ± 640	280 ± 640	840 ± 1120

Проведенные испытания трактора в производственных условиях позволяют сделать следующие выводы.

1. Размещение электроизмерительной аппаратуры и источников питания непосредственно на испытуемом тракторе позволило регистрировать динамические нагрузки на всех фазах производственного цикла работы трелевочного трактора.

2. Применение аппаратуры, надежно работающей при значительных вибрациях и вибрационных ускорениях, обеспечило проведение испытаний в трудных производственных условиях.

3. Использование выбранных преобразователей, токосъемников, измерительных схем дало возможность получить опытные данные для анализа нагрузок в трансмиссии на различных режимах работы трактора.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. А. Бухарин, В. К. Голяк. Испытание автомобилей с использованием электрических методов измерения. Машгиз, 1962. [2]. А. В. Васильев, Д. М. Раппопорт. Тензометрирование и его применение в исследованиях тракторов. Машгиз, 1963. [3]. Н. И. Воронцова и др. Тензометрирование деталей автомобиля. Машгиз, 1962.

Поступила в редакцию
6 марта 1967 г.

УДК 634.0.339

СОПРОТИВЛЕНИЕ ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ
НЕЛИКВИДНЫХ СУЧЬЕВ НА ВОЛОКНА

С. ИОНАЙТИС

Кандидат технических наук

(Институт строительства и архитектуры Госстроя Литовской ССР)

Сучья и другие древесные отходы все в больших масштабах используются для производства древесноволокнистых плит. В связи с этим представляет интерес исследование процесса первоначального разделения неликвидных сучьев на волокна. Мы проводили это исследование на специальном аппарате (рис. 1).

Кусочки древесины 6 вкладывали между верхней 5 и нижней 7 ячейками, соответствующими элементарной рабочей части оборудования для разделения на волокна древесины (дефибратора, рафинера, ролла и т. д.). Усилие и деформация в горизонтальном направлении при расщеплении кусочков сучьев определялись с помощью индикатора 8 и эллиптической пружины 9, а в вертикальном — индикатором 1 и гирями или свинцовой дробью, всыпанной в жестяную воронку, прикрепленную на конце стержня 4. Удельное усилие первоначального разделения определяли по формуле

$$\tau = \frac{Q}{D \cdot L},$$

а удельную работу — по формуле

$$r = \frac{R}{D \cdot L},$$

где Q — усилие расщепления кусочков сучьев, $н$;

D — ширина расщепляемой плоскости, $м$;

L — длина расщепляемой плоскости, $м$ (обычно 0,02 $м$);

R — работа, используемая для расщепления, $дж$ (определяется графическим методом).

Как видно из табл. 1, сопротивление при первоначальном разделении на волокна дубовых и еловых сучьев наибольшее, а сосновых и белоольховых — наименьшее. Для березы и осины оно почти одинаково.

При расщеплении узких кусочков сучьев (рис. 2; кривая 2) удельное усилие увеличивается, при ширине кусочка от 0,02 $м$ и более сопротивление почти не изменяется. При расщеплении вдоль волокон удельное усилие еловых сучьев значительно больше (кривая 1).

Рис. 3 показывает, что при меньшей ширине кусочков сучьев удельная работа резко уменьшается.

Заметно сократится сопротивление первоначальному разделению на волокна щепы неликвидных сучьев при косом положении ячейки (косость ячейки регулировалась поворотом пластинки 13, шарнирно соединенной с фундаментальным диском 14). При расщеплении древесины еловых сучьев, если угол косости ячейки равен 7° , удельное усилие уменьшается в два раза, а удельная работа — в 2,9 раза. При температуре древесины еловых сучьев $+433^\circ К$, нагреваемых в течение 120 $сек$, удельное усилие ее расщепления уменьшается в 1,5 раза.

Таблица 1

Порода	Число вариантов n	Средняя арифметическая $M \cdot 10^4$ (в числителе — $n/м^2$, в знаменателе — $дж/м^2$)	Среднее квадратическое отклонение $\sigma \cdot 10^4$	Средняя ошибка $m \cdot 10^4$	Кoeffициент вариации $V, \%$	Показатель точности $P, \%$
Ель	16	308	133,00	33,20	43,2	10,80
	15	13,4	6,91	1,78	51,7	13,20
Сосна	16	152	26,50	6,62	17,4	4,37
	16	10,4	2,33	0,582	22,4	5,60
Дуб	8	410	99,00	35,00	24,1	8,50
	9	15,4	4,65	1,55	30,1	10,00
Береза	34	185	60,80	10,40	32,8	5,63
	34	11,7	4,22	0,725	36,1	6,20
Осина	10	200	50,00	15,80	25,0	7,90
	10	11,6	4,24	1,33	36,4	11,40
Ольха белая	10	135	39,00	12,40	28,8	9,17
	10	7,6	2,42	0,765	31,8	10,00

Примечание. В числителе — удельное усилие; в знаменателе — удельная работа первоначального разделения неликвидных сучьев на волокна ($D = 0,01$ м, $W = 60\%$, $\alpha = 0^\circ$).

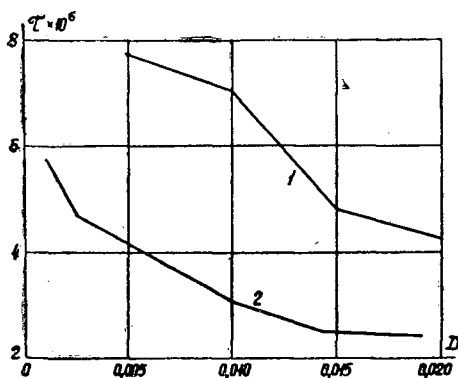


Рис. 2. Связь удельного усилия τ ($н/м^2$) и ширины кусочка еловых сучьев D (м).

1 — вдоль волокон; 2 — поперек волокон.

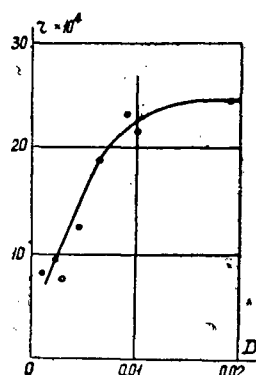


Рис. 3. Связь удельной работы r ($дж/м^2$) и ширины кусочка еловых сучьев D (м).

По данным удельной работы (рис. 3), можно подсчитать удельную энергию R ($дж/м^2$), расходуемую на первоначальное разделение на волокна $0,000001$ м³ древесины сучьев. Удельная энергия первоначального разделения на волокна еловых неликвидных сучьев диаметром $0,01$ м выражается формулой

$$R = 397 \cdot 10^6 \cdot \lg F - 1228 \cdot 10^6.$$

Например, при разделении 1 м³ древесины еловых сучьев диаметром $0,01$ м на частицы шириной $0,00045$ м, когда удельная поверхность F равна 18610 м²/м³, теоретический расход энергии составит $465 \cdot 10^6$ дж.

УДК 634.0.361.0

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ НАДРЕЗАЮЩЕГО КОРУ УСТРОЙСТВА НА КОРООБДИРОЧНЫХ СТАНКАХ

В. В. ХАРИТОНОВ

Доцент, кандидат технических наук

(Московский лесотехнический институт)

Окорка древесины — одна из важных и необходимых технологических операций в лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности. В настоящее время широкое применение получили два способа окорки: трением и резанием. Наиболее целесообразна и экономически выгодна окорка трением*. Поэтому научная и техническая мысль последних лет работала над усовершенствованием и созданием станков, позволяющих производить окорку древесины этим способом. Выпускаемые в настоящее время корообдирочные станки ОК-1 и ОК-2 заслуживают удовлетворительной оценки. Однако в ряде случаев при высокопроизводительной работе станков невозможно получить хорошее качество окорки. На наш взгляд, это объясняется некоторым несовершенством конструкции механизма окорки, а именно, отсутствием механизма надрезания коры. Проведенный нами теоретический анализ внутренних силовых факторов, сопровождающих процесс окорки древесины, доказывает необходимость наличия такого механизма.

Изучая процесс окорки древесины тупыми короснимателями, можно установить, что отделение коры от древесины может произойти под действием только скалывающих сил (рис. 1, а) или сил сцепления короснимателя с корой (рис. 1, б).

Рассмотрим напряженное состояние в точке O (рис. 1, в). Согласно теории плоского напряженного состояния, главные напряжения выражаются так:

а) напряжение сжатия

$$\sigma_c^{\pm} = \frac{(-\sigma_x) - \sqrt{\sigma_x^2 + 4\tau_{xy}^2}}{2}; \quad (1)$$

б) напряжение растяжения

$$\sigma_p^{\pm} = \frac{(-\sigma_x) + \sqrt{\sigma_x^2 + 4\tau_{xy}^2}}{2}. \quad (2)$$

* В. В. Харитонов. Эффективность оборудования для механизации окорки древесины. Журн. «Механизация и автоматизация производства» № 10, 1959.

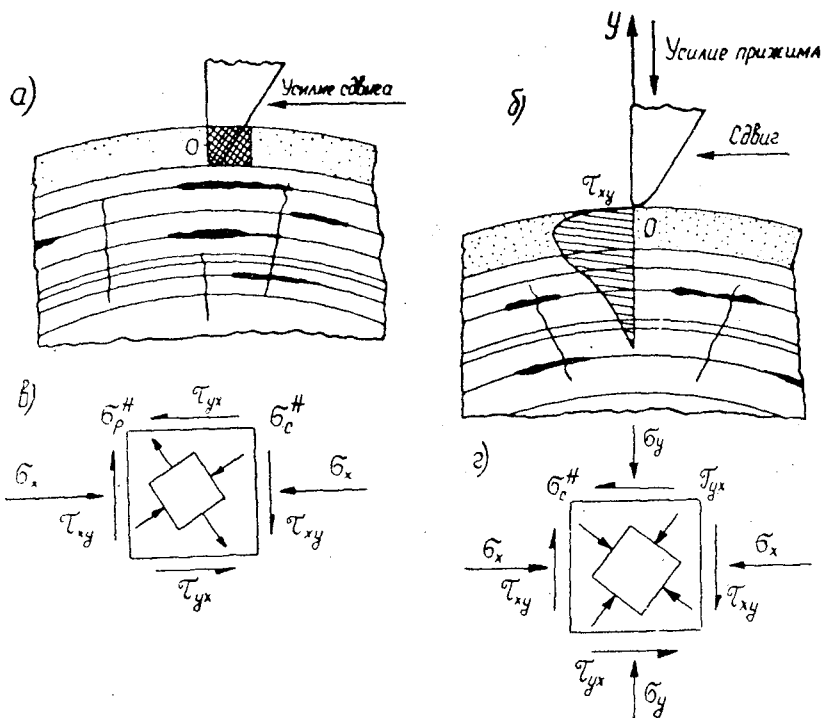


Рис. 1.

Учитывая анизотропные свойства древесины, можно предположить, что отделение коры от древесины в этом случае (рис. 1, а и в) будет происходить в результате действия главных растягивающих напряжений, так как

$$\sigma_p^* < \tau^* < \sigma_{сж}^* \tag{3}$$

Таким образом, несущая способность камбиального слоя определяется временным напряжением растяжения древесины поперек волокон.

Однако для взаимодействия короснимателя с корой наиболее характерен второй случай (рис. 1, б), когда отделение коры от древесины производится благодаря силе сцепления короснимателя с корой.

Главные сжимающие напряжения в наиболее опасном месте камбиального слоя (рис. 1, г)

$$\sigma_{max/min}^* = \frac{(\sigma_x + \sigma_y) \pm \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}}{2} \tag{4}$$

Можно предположить, что в этом случае отделение коры от древесины происходит только под действием касательных напряжений, так как

$$\tau^* < \sigma_{сж}^* \tag{5}$$

Рассматривая этот случай, мы видим, что качество окорки древесины будет зависеть от толщины коры, так как возникающие временные касательные напряжения являются переменной величиной,

определяемой различной толщиной коры. Из теории упругости известно, что плоское напряженное состояние характеризуется следующими уравнениями:

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} = 0; \quad (6)$$

$$\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} = 0. \quad (7)$$

Изменение приращения касательного напряжения по вертикальной оси y — формула (6) — составит (рис. 1, б)

$$\partial \tau_{xy}^{\pm} = - \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} dy. \quad (8)$$

Анализируя полученные результаты — уравнения (2), (3), (5), (8) —, можно сделать следующий основной вывод.

Отделение коры от древесины при действии на кору только скалывающих сил (рис. 1, а) наиболее благоприятно как с точки зрения величин прикладываемых усилий, так и качества окорки. Поэтому необходимо надрезать кору вдоль волокон (на рис. 1, а эта часть заштрихована). В этом случае рабочая кромка короснимателя будет находиться вблизи плоскости сдвига, где возникнут экстремальные растягивающие и касательные напряжения, разрушающие камбиальный слой.

Рассмотренный процесс отделения коры представляет собой частный случай. В действительности окорка сопровождается более сложными явлениями сдвига по плоскостям, различно ориентированным в пространстве. На рис. 2, а приведена примерная модель процесса окорки древесины. Условно волокна луба приняты в виде прямоугольных балочек. Под действием короснимателя волокна луба деформируются. В главной и боковой плоскостях скалывания возникают временные касательные напряжения τ^{\pm} , которые отделяют кору от древесины по наименее прочному камбиальному слою. Отделение же образующейся стружки от общей массы коры может произойти или путем разрыва луба вдоль волокон при их изгибе (σ_B^{\parallel}), или их срезом в торец (τ^{\perp}). Очевидно, что второй случай наиболее оптимален с точки зрения прикладываемых к короснимателю усилий, так как временные напряжения среза в торец значительно меньше временных сопротивлений разрыва от изгиба

$$\tau_B^{\perp} < \sigma_B^{\parallel}.$$

Рассматривая процесс стружкообразования принятой модели, видим, что общее усилие сдвига

$$P = P_1 + P_2 + P_3,$$

здесь P_1 — усилие сдвига поперек волокон в главной плоскости, расположенной непосредственно перед короснимателем;

P_2 — усилие сдвига поперек волокон в боковой плоскости;

P_3 — усилие среза волокон в торец.

Очевидно, что

$$P_1 + P_2 = \int_0^{\infty} \tau^{\pm}(y) dy \quad \text{и} \quad P_3 = \int_0^{\infty} \tau^{\perp}(y) dy.$$

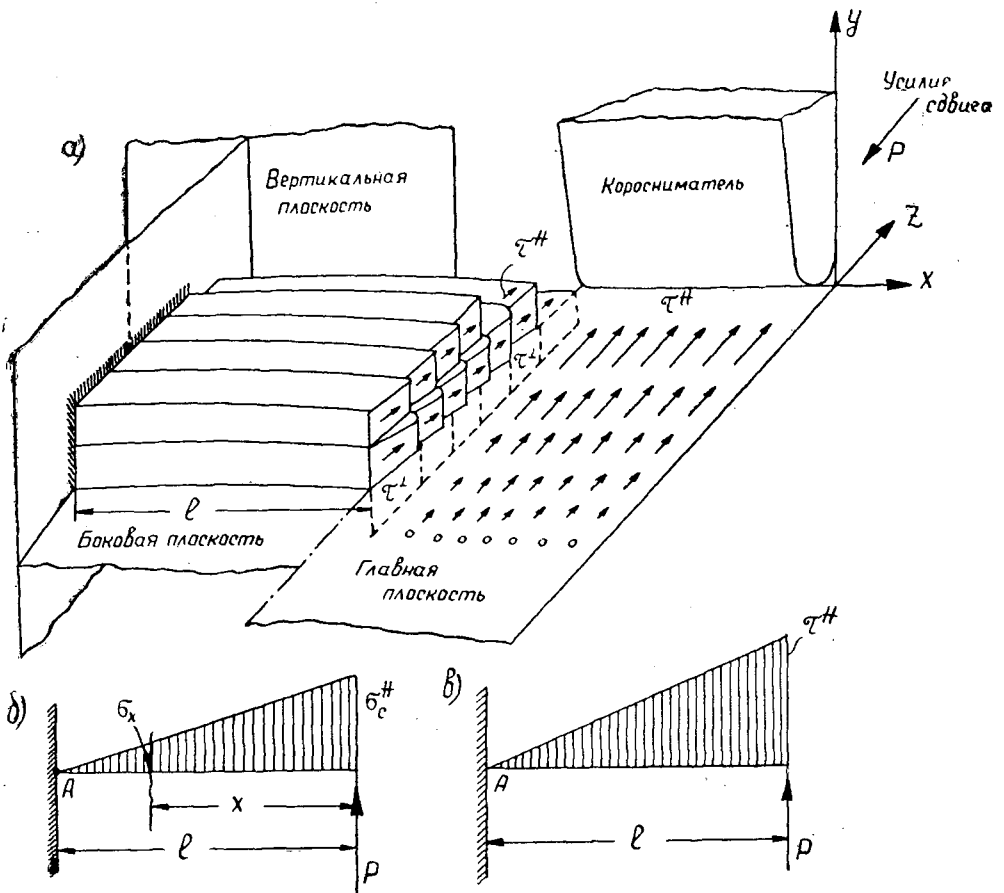


Рис. 2.

Характер изменения временных касательных напряжений поперек волокон $\tau^\#$ в зависимости от рассматриваемого фактора взаимодействия короснимателя с корой был рассмотрен выше — формулы (3), (5), (8).

Исследуем зависимости временного сопротивления среза в торце (τ^\perp) по ширине сдвигаемого бокового слоя l . В основу теоретического исследования положим следующую гипотезу: временные сжимающие напряжения $\sigma^\#$ и касательные напряжения сдвига $\tau^\#$, образующиеся в результате деформации изгиба волокон лубяного слоя под действием короснимателя, распределяются вдоль волокон по закону прямой (рис. 2, б, в). Используя дифференциальное уравнение прогибов, можно написать, что

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} = M = Pl - \int_F \sigma^\# dF \frac{2}{3} l - \int_F \tau^\# dF \frac{2}{3} l. \quad (9)$$

Преобразуем выражения

$$\int_F \sigma^\# dF \frac{2}{3} l \text{ и } \int_F \tau^\# dF \frac{2}{3} l.$$

$$\int_F \sigma^{\#2} dF \frac{2}{3} l = \int_0^l \sigma^{\#2} \frac{l-x}{l} \frac{2}{3} l dx = \frac{\sigma^2 l^2}{3},$$

здесь

$$dF = \sigma_x dx.$$

Аналогично

$$\int_F \tau^{\#2} dF \frac{2}{3} l = \frac{\tau^2 l^2}{3}.$$

Тогда изгибающий момент

$$M = Pl - \frac{1}{3} l^2 (\sigma^{\#2} + \tau^{\#2}).$$

Поперечная сила как производная от изгибающего момента по длине волокон l составит

$$Q = \frac{dM}{dl} = P - \frac{2}{3} l (\sigma^{\#2} + \tau^{\#2}).$$

Касательные напряжения среза в прямоугольных балочках определяются как

$$\tau^{\perp} = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q}{a \cdot b},$$

здесь $a \cdot b$ — сечение балочки.

Тогда

$$\tau^{\perp} = \frac{3P - 2l (\sigma^{\#2} + \tau^{\#2})}{2ab}. \quad (10)$$

Анализируя полученную зависимость, видим, что при $l \rightarrow 0$ временные касательные напряжения среза в торец τ^{\perp} имеют максимальные значения. Это явление определяет необходимость создания аппарата, надрезающего кору в поперечном направлении. В этом случае процесс отделения коры от древесины будет происходить только под действием временных касательных напряжений τ^{\perp} .

Возникновение растягивающих вдоль волокон напряжений $\sigma_p^{\#}$ будет исключено (что также уменьшит прикладываемые усилия к короснимателю) из-за «отсутствия» левой опоры А (рис. 2, б).

Производственные испытания по окорке древесины с надрезанием коры проводились в Крестецком леспромхозе (Л. Д. Фрид и М. Н. Сионов). Результаты этих испытаний подтверждают наши выводы.

УДК 621.914.2 : 634.0.323.2

ВИБРАЦИЯ ФРЕЗ НА ЗАЧИСТКЕ СУЧЬЕВ

Н. К. ГИЛЕВ

Кандидат технических наук
(ЦНИИМЭ)

Для установления основных источников вибрации фрез и степени их влияния на ее величину проведено исследование вибрации фрезерной головки сучкорезной установки ПСЛ-ЦНИИМЭ, работающей в технологическом потоке нижнего склада Оленинского леспромхоза. При исследовании одновременно измерялись и регистрировались на осциллографе Н-700 размах и частота вибрации, число оборотов фрезы и время резания.

Измерение вибрации осуществлялось вибродатчиками (виброметрами) конструкции ЦНИИМЭ. Каждый вибродатчик представлял тон-

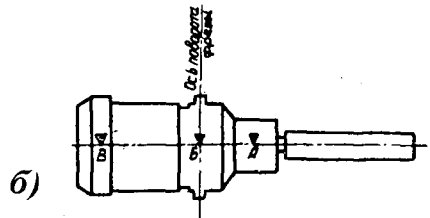
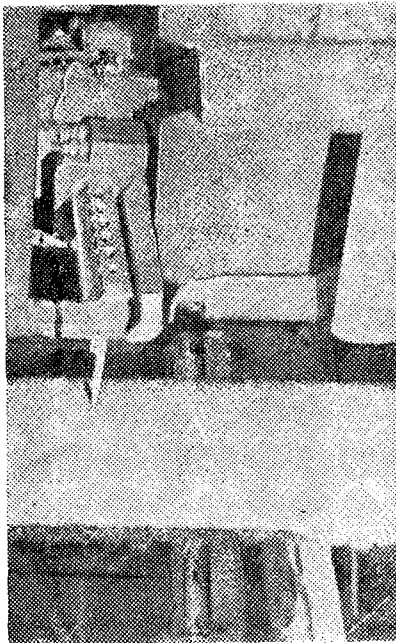


Рис. 1. Фрезерная головка.

а — общий вид; б — места установки вибродатчиков.

кую стальную пластинку, жестко закрепленную одним концом в основании и несущую добавочную массу в виде разъемного шарика на другом, свободном, ее конце. На обе стороны пластинки были наклеены проволочные датчики, соединенные по мостовой схеме. Демпфирование свободных колебаний пластинки достигалось путем помещения ее в специальный стакан, заполненный маслом. Питание проволочных датчиков производилось от аккумуляторных батарей.

Частота свободных колебаний вибродатчиков составляла около 25 гц. В целях уменьшения погрешности при измерении амплитуды колебаний фрезерной головки были сняты частотные характеристики каждого вибродатчика, которые использовались при обработке виброграмм. Погрешность от чувствительности вибродатчика к неизмеряемым компонентам вибрации составляла около 3%. Общий вид вибродатчиков и места их установки на фрезерной головке показаны на рис. 1. Схема устройства фрезерной головки с указанием направлений плоскостей измерения колебаний вибродатчиками приведена на рис. 2.

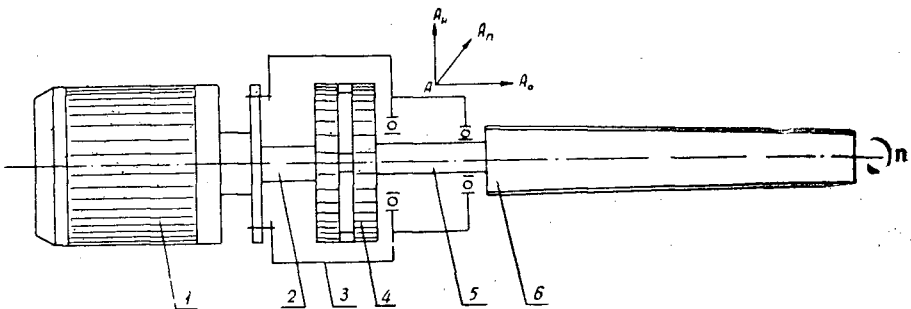


Рис. 2. Схема устройства фрезерной головки.

1 — приводной электродвигатель; 2 — вал приводного электродвигателя;
3 — корпус; 4 — соединительная муфта-маховик; 5 — шпиндель фрезы; 6 — фреза.
Направление колебаний: A_n — нормальное; A_p — поперечное; A_o — осевое.

Для исследования выбрана фрезерная головка первого ряда фрез, который работает в наиболее тяжелых условиях.

Последовательная установка вибродатчиков в точках А, Б и В (рис. 1, б) фрезерной головки при ее работе холостую в горизонтальном положении позволила установить следующие значения вибрации (табл. 1).

Таблица 1

Место установки виброметров	Частота колебаний, кол/сек	Размах колебаний, мм			Примечание
		осевых	поперечных	нормальных	
А	Около 50	0,134	0,07	0,18	Число оборотов фрезы около 3000 в мин
Б	„ 50	0,170	0,15	0,09	
В	„ 50	0,200	0,09	0,32	

Образец осциллограммы при холостом ходе фрезы показан на рис. 3, а. Осевые и нормальные колебания синфазны, а поперечные находятся в противоположной фазе, то есть их фазы сдвинуты на 180°.

Форма колебаний, близкая к синусоидальной, и частота, близкая к частоте вращения фрезы, свидетельствуют, что основным возбудите-

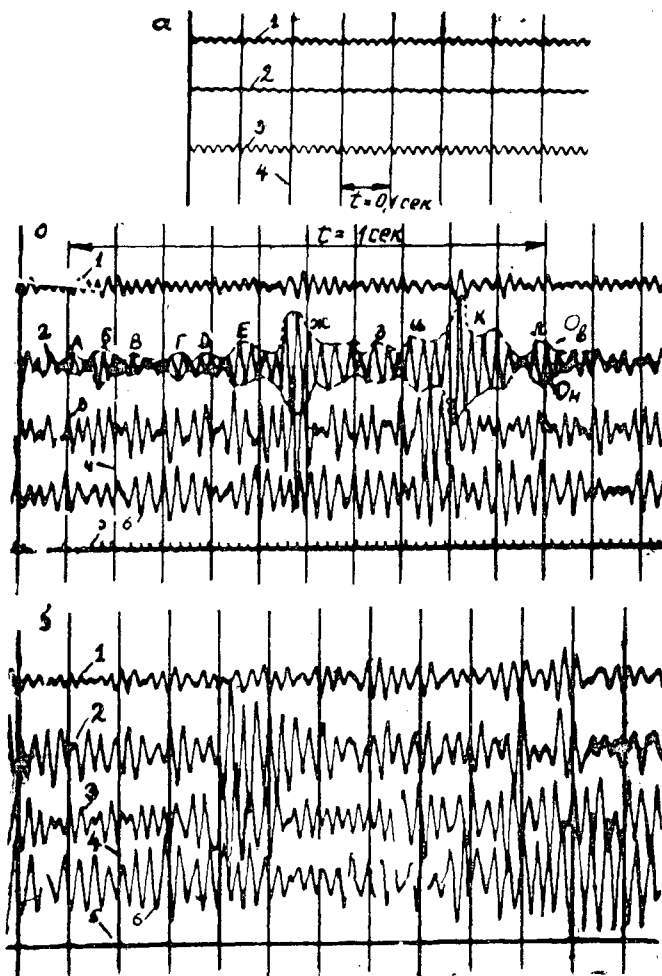


Рис. 3. Образцы осциллограмм-виброграмм.

a — холостой ход фрезы; *б* — зачистка сучьев или фрезой при скорости подачи ствола 0,6 м/сек; *в* — 1,2 м/сек; 1 — осевые колебания; 2 — поперечные колебания; 3 — нормальные колебания; 4 — отметчик времени 0,1 сек; 5 — число оборотов фрезы; 6 — поперечные колебания рамы.

лем вибрации является неуравновешенная центробежная сила от неуравновешенной массы вращающихся частей фрезерной головки.

В настоящее время еще нет установленных допусков на вибрацию сучкорезных машин и механизмов. Однако принимая во внимание исследования, проведенные в других отраслях промышленности, и, в частности, исследования Н. В. Колесника по вибрации машин, можно полагать, что при данной частоте (50 пер/сек) размах колебаний не должен быть более 0,15 мм, а работу фрезерной головки на холостом ходу в первом приближении можно считать удовлетворительной, если размах колебаний будет находиться в пределах 0,05—0,07 мм.

При изменении угла наклона фрезерной головки от 0 (горизонтальное положение) до 90° (вертикальное положение) размах осевых колебаний снижается, а поперечных — возрастает (табл. 2). Удар фрезерной головки об амортизаторы рамы при остановке ее в верхнем и нижнем положениях вызывает возрастание размаха колебаний (табл. 3).

Таблица 2

Угол наклона, град	Частота колебаний, кол/сек	Размах колебаний, мм			Примечание
		осевых	поперечных	нормальных	
0	Около 50	0,134	0,07	0,18	Число оборотов фрезы — около 3000 в мин. Вибродатчики установлены в точке А
16	„ 50	0,120	0,07	0,17	
36	„ 50	0,120	0,08	0,17	
90	„ 50	0,040	0,14	0,17	

Таблица 3

Положение фрезерной головки при остановке	Размах колебаний, мм		
	осевых	поперечных	нормальных
Верхнее	0,61	0,96	0,65
Нижнее	0,23	0,38	0,65

Принятая конструкция амортизаторов фрезерной головки не обеспечивает ее плавной остановки при раскрытии (верхнее положение) и закрытии (нижнее положение).

Фрезерная головка на зачистке сучьев испытывает колебания создаваемые неуравновешенными центробежными силами вращающихся частей, а также вызываемые неровностями поверхности движущегося ствола, работой резцов фрезы, вибрацией рамы, работой ножей предварительной обрезки и смежных фрезерных головок, а также рядом других причин, связанных с производственным процессом сучкорезной машины.

На рис. 3, б, в приведены образцы виброграмм фрезы при зачистке сучьев ели. Как видно из рисунка, кривые колебаний по внешнему виду несколько напоминают синусоиду. Колебания фрезерной головки при зачистке сучьев имеют форму биения, которая получается при сложении двух компонентов, отношение частот которых близко к единице. Рассмотрим кривую поперечных колебаний фрезерной головки. Проведем огибающие кривые O_v и O_n с каждой стороны кривой 2 (рис. 3, б).

Огибающие O_v и O_n приблизительно подобны, но противоположны по фазе, то есть вершины кривой O_v совпадают с впадинами кривой O_n и наоборот. Ширина полосы между огибающими изменяется от наибольшего значения до наименьшего. Максимальная ширина представляет сумму двойных амплитуд составляющих компонентов, а наименьшая — их разность. Частота биений колеблется от 4 до 12 кол/сек. На рис. 3, б показан участок виброграммы, где частота биений составляет 11 кол/сек. Частота биений весьма близка к частоте ударов неровностей поверхности ствола и сучьев о копир и фрезу в процессе работы. Биения Ж и К кривой поперечных колебаний соответствуют зачистке фрезой сучьев диаметром 40 мм и высотой 30 мм. Средняя величина размаха колебаний фрезерной головки (точка А) в процессе зачистки сучьев ели приведена в табл. 4.

Увеличение скорости подачи обрабатываемых стволов вызывает возрастание размаха колебаний фрезерных головок.

Таблица 4

Скорость подачи, м/сек	Размах колебаний, мм		
	осевых	поперечных	нормальных
0,6	0,2	0,3	0,5
1,25	0,48	0,5	0,69

Таблица 5

Скорость подачи, м/сек	Размах колебаний, мм			Примечание
	осевых	поперечных	нормальных	
0,6	0,45	0,63	1,0	Вибродатчик установлен в точке А фрезерной головки (рис. 1, б)
0,86	0,58	0,8	1,06	
1,2	0,65	1,07	1,45	

В табл. 5 приведены значения наибольших размахов колебаний фрезерной головки на зачистке сучьев после ножей предварительной обрезки со стволов ели диаметром 26 см при разных скоростях подачи стволов.

На основании результатов измерения вибрации фрез на зачистке сучьев даны рекомендации по снижению вибрации и повышению надежности работы фрезерных головок сучкорезной установки ПСЛ-ЦНИИМЭ.

Поступила в редакцию
24 июля 1965 г.

УДК 531.8 : 625.7/8

К ВОПРОСУ О РАСЧЕТЕ РАЗРУШАЮЩИХ УСИЛИЙ ДЛЯ ОБРАЗЦОВ ВАЛУННОГО КАМНЯ

А. И. БАРАНОВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

На северо-западе нашей страны (Мурманской области, Карельской АССР, части Ленинградской области и др.) имеются громадные, исчисляемые миллионами кубометров [1] запасы поверхностного валунного камня. Использование валунов в качестве дорожно-строительного материала затруднительно в связи с тем, что размеры их разнообразны (от 6 до 200 см и более).

Работами многих исследователей установлено, что в большинстве случаев по стоимости, производительности, энергоемкости и безопасности работ лучшим пока является механический способ разрушения [2]. При этом важно заранее знать сопротивление разрушению породы.

При действии внешних сосредоточенных нагрузок в породе формируются отдельные зоны, внутри которых материал находится в состоянии иного напряжения, чем за их пределами [3]. Зоны эти ограничиваются поверхностями, охватывающими друг друга и сходящимися у места концентрации внешней нагрузки. Таким образом, материал породы находится в неоднородно напряженном состоянии. На поверхности этих сфер действуют равновеликие касательные напряжения, которые находятся в прямой зависимости от величины внешней нагрузки. Такое распределение касательных напряжений является следствием соответствующего распределения нормальных напряжений, величина которых зависит от внешней силы и положения исследуемой точки относительно места приложения внешней нагрузки. Наибольшие нормальные напряжения возникают в зоне, ближайшей к месту приложения внешней силы. Эта зона отделяется от остальной части тела поверхностью с наибольшими касательными напряжениями. Опыты, поставленные многочисленными исследователями, подтверждают это предположение. Действительно, в зоне активного действия нагрузки отчетливо выделяется некоторый конусообразный объем, как раз по поверхностям наибольших касательных напряжений (рис. 1).

Выделение этого объема является следствием сдвигов по наклонным плоскостям под углом α к свободной поверхности образца, в результате возникновения предельных касательных напряжений.

Таким образом, применительно к отдельному образцу последовательность разрушения его при действии местной сжимающей силы может быть разделена на две фазы: упругих деформаций, протекающих в соответствии с теорией упругости, и разрушения образца на части

В первой фазе происходит формирование конусообразного объема (подконтактного конуса) и сферических объемов материала, напряженного в различной степени; во второй — отделение подконтактного конуса, деформация его вертикальной силой и разрыв им образца на части. В соответствии с этим величина разрушающего усилия для образца с ограниченными размерами, очевидно, будет складываться из двух составляющих: из усилия, необходимого для формирования и отделения подконтактного конуса, и усилия, потребного для разрыва образца на части, то есть

$$P_{\text{раз}} = P_1 + P_2, \quad (1)$$

где $P_{\text{раз}}$ — полное разрушающее усилие;

P_1 — усилие, необходимое для формирования и отделения подконтактного конуса;

P_2 — усилие, потребное для разрыва образца на части.

Ни одна из существующих теорий не учитывает того факта, что разрушение наступает в результате как касательных напряжений, так и нормальных.

Для определения усилия P_1 воспользуемся теорией И. А. Остроушко [4], разработанной для ударного бурения, сделав некоторые преобразования, применительно к решению нашей задачи.

Предположим, что местная нагрузка на образец передается через цилиндрический пуансон с диаметром d . Очевидно, величина внешней сосредоточенной силы, необходимая для формирования и отделения подконтактного конуса, должна быть такой, чтобы усилия, действующие на поверхности конуса, были больше сопротивления материала на сдвиг, а также сопротивлений трения, которые могут возникнуть в процессе сдвига. Обозначив внешнюю силу, необходимую для формирования подконтактного конуса, через P_1 , угол сдвига через α , можно написать следующее выражение (рис. 2)

$$P_1 \sin \alpha = \sigma_{\text{сд}} F_0 + P_1 \cos \alpha f_1.$$

Из этого выражения определим внешнюю силу P_1

$$P_1 = \frac{\sigma_{\text{сд}} F_0}{\sin \alpha - \cos \alpha f_1},$$

где F_0 — образующая поверхность подконтактного конуса;

$\sigma_{\text{сд}}$ — временное сопротивление материала горной породы на сдвиг;

f_1 — коэффициент внутреннего трения поверхности конуса.

Поверхность подконтактного конуса при диаметре цилиндрического пуансона d выражается формулой

$$F_0 = \frac{\pi d}{2} \cdot l = \frac{\pi d^2}{4 \cos \alpha}.$$

Тогда внешнее усилие определяется следующим образом

$$P_1 = \frac{\sigma_{\text{сд}} \pi d^2}{4 \cos \alpha (\sin \alpha - \cos \alpha f_1)}. \quad (2)$$

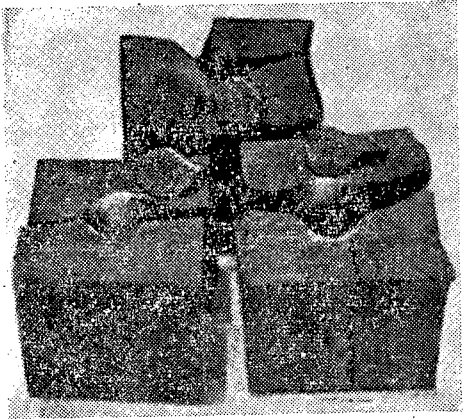
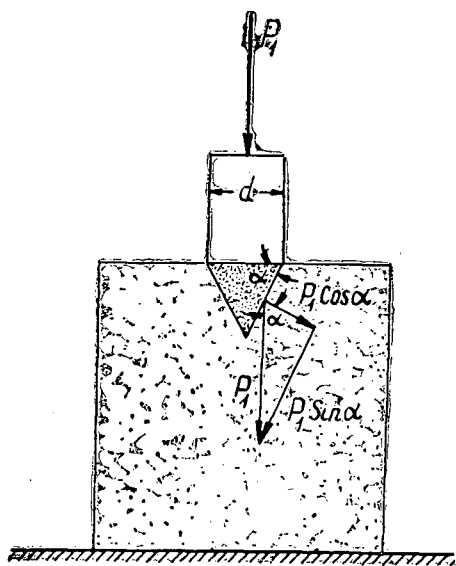
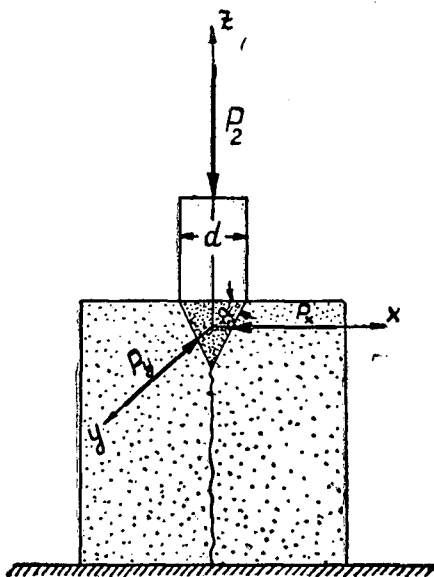


Рис. 1. Разрушенные образцы валунного камня с выделившимся конусообразным объемом.

Рис. 2. Схема к определению силы P_1 .Рис. 3. Схема к определению силы P_2 .

Учитывая, что при разрушении образцов с ограниченными размерами не будет происходить слишком высокого всестороннего сжатия подконтактного конуса, коэффициент трения f_1 может быть принят равным единице [3]. Тогда формула (2) примет вид

$$P_1 = \frac{\sigma_{сд} \pi d^2}{4 \cos \alpha (\sin \alpha - \cos \alpha)}. \quad (3)$$

Временное сопротивление материала на сдвиг можно определить из соотношения [3]

$$\frac{\sigma_{сд}}{\sigma_{сж}} = 0,18 \div 0,20,$$

где $\sigma_{сж}$ — временное сопротивление горной породы на сжатие.

Второе слагаемое в формуле (1) определяем, используя гипотезу С. А. Брылова [3]. Обозначая равнодействующую сил по оси x через P_x и равнодействующую сил по оси y через P_y (рис. 3), устанавливаем, что они равны, то есть $P_x = P_y$.

Для создания в сечениях образца предельных растягивающих напряжений необходимо иметь соответствующую внешнюю сосредоточенную нагрузку, которая смогла бы обеспечить разрыв образца на части.

Пользуясь законом Гука, когда на элемент действуют нормальные напряжения σ_x , σ_y , σ_z , равномерно распределенные по граням, выразим относительные деформации материала подконтактного конуса через приведенные напряжения

$$\begin{aligned} \epsilon_x &= \frac{1}{E} [\sigma_x - \mu(\sigma_y + \sigma_z)], \\ \epsilon_y &= \frac{1}{E} [\sigma_y - \mu(\sigma_x + \sigma_z)], \end{aligned}$$

где ϵ_x , ϵ_y — относительные деформации по оси x и y ;
 E — модуль упругости горной породы;
 μ — коэффициент Пуассона.

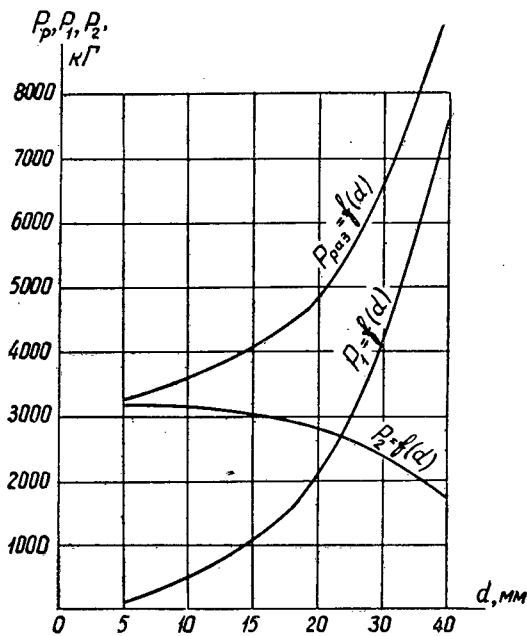


Рис. 4. Зависимость $P_{раз} = f(d)$;
 $P_1 = f(d)$; $P_2 = f(d)$.

Учитывая, что поперечные деформации подконтактного конуса вплоть до разрыва образца ничтожны, приравняем их к нулю. И так как $\sigma_x = \sigma_y$, получим

$$\sigma_x = \frac{\mu}{1-\mu} \sigma_z; \quad \sigma_y = \frac{\mu}{1-\mu} \sigma_z.$$

Но σ_x , σ_y , σ_z могут быть выражены через частное от деления соответствующих усилий на площадь, то есть

$$\sigma_x = \frac{P_x}{F_1}; \tag{4}$$

$$\sigma_y = \frac{P_y}{F_1}; \tag{5}$$

$$\sigma_z = \frac{4P_2}{\pi d^2}, \tag{6}$$

где F_1 — площадь центрального вертикального сечения подконтактного конуса;

σ_z — среднее экваториальное напряжение по площади контакта пуансона.

Из формул (4), (5), (6) найдем силы, действующие по осям x и y ,

$$P_x = P_y = \sigma_x \cdot F_1 = \frac{\mu}{1-\mu} \sigma_z = \frac{\mu}{1-\mu} \cdot \frac{4P_2}{\pi d^2} \cdot F_1.$$

Выразив величину F_1 через диаметр пуансона и угол сдвига подконтактного конуса, получим

$$P_x = P_y = \frac{\mu}{1-\mu} \cdot \frac{P_2 \operatorname{tg} \alpha}{\pi} = \frac{\mu P_2}{\pi(1-\mu)} \operatorname{tg} \alpha. \tag{7}$$

Сила P_x или P_y вызовет разрыв образца на части при условии, что сопротивление разрыву будет меньше этой силы. Это условие можно записать в виде следующего выражения:

$$P_x = P_y \geq k\sigma_{\text{раз}}(F - F_1), \quad (8)$$

где k — коэффициент, учитывающий напряжения в других плоскостях, вызванные действием внешней нагрузки и способствующие разрушению образца. По данным С. А. Брылова [3], для гранита он равен 0,84;

$\sigma_{\text{раз}}$ — временное сопротивление разрыву материала образца;

F — площадь наименьшего сопротивления образца.

Приравнивая выражения (7) и (8), находим величину внешней силы, необходимой для разрыва образца на части,

$$P_2 = \frac{\pi\sigma_{\text{раз}}k(F - F_1)(1 - \mu)}{\mu \operatorname{tg} \alpha}.$$

Заменив величину площади центрального сечения подконтактного конуса F_1 через его параметры и сделав некоторые преобразования, окончательно получим формулу для силы P_2

$$P_2 = \frac{k\sigma_{\text{раз}}\pi(4F - d^2 \operatorname{tg} \alpha)(1 - \mu)}{4\mu \operatorname{tg} \alpha}. \quad (9)$$

Тогда полная величина внешней разрушающей нагрузки

$$P_{\text{раз}} = \frac{\pi}{4} \left[\frac{d^2\sigma_{\text{сд}}}{\cos \alpha (\sin \alpha - \cos \alpha)} + \frac{k\sigma_{\text{раз}}(4F - d^2 \operatorname{tg} \alpha)(1 - \mu)}{\mu \operatorname{tg} \alpha} \right]. \quad (10)$$

Анализируя полученную формулу, легко заметить, что с увеличением диаметра цилиндрического пуансона разрушение происходит в большей степени в результате сдвигов подконтактного конуса и в меньшей степени вследствие разрыва. Но так как временное сопротивление сдвигу горной породы в 5—7 раз больше временного сопротивления разрыву, то при разрушении образцов горной породы цилиндрическими пуансонами с большими диаметрами резко увеличивается внешняя нагрузка (рис. 4).

Опыты по разрушению образцов валунного камня размером $5 \times 5 \times 5$ см, проведенные на 50-тонном гидравлическом прессе, подтверждают изложенные теоретические соображения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. И. Баранов, Б. А. Куклинов, А. А. Яблочкин. Строительство покрытий лесовозных автомобильных дорог из валунного камня. Лесоэксплуатация и лесное хозяйство. Реферативная информация № 16 за 1965 г. [2]. С. А. Брылов. Механизация дробления негабаритного камня в карьерах. Журн. «Механизация строительства» № 1, 1956. [3]. С. А. Брылов. К теории ударного бурения шпуров и скважин. ИВУЗ, журн. «Геология и разведка» № 7, 1960. [4]. И. А. Остроушко. Разрушение горных пород при бурении. К теории забойных процессов. М., 1952.

Поступила в редакцию
26 октября 1966 г.

УДК 674.023.1

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ОКОРКИ ДРЕВЕСИНЫ СТРУЕЙ СЖАТОГО ВОЗДУХА С ТВЕРДЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ

М. И. ПОЛОЗОВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

При переработке древесины до сих пор применяют способы и приемы работ, влекущие за собой большие потери полезной древесины. Одним из наиболее перспективных способов является окорка сжатым воздухом с твердым наполнителем в виде древесных опилок и мелкой коры. Этот способ имеет ряд преимуществ: возможность окорки бревен любой формы с плохо зачищенными сучьями, любой кривизны и различного диаметра без потерь древесины. Кроме того, этим способом может быть достигнута наиболее чистая окорка древесины (для выработки высококачественной целлюлозы и высших сортов бумаги).

В настоящей статье кратко изложены результаты исследования процесса «пневоокорки», выполненного автором на экспериментальной установке в лаборатории кафедры механизации лесоразработок Ленинградской лесотехнической академии. Задачей экспериментального исследования являлось изучение общего характера и получение основных параметров процесса окорки древесины сжатым воздухом с твердым наполнителем, для проектирования опытно-производственной установки с целью окончательной отработки технологических режимов пневоокорки и внедрения ее в промышленность.

Лабораторные исследования проводили на натуральных образцах бревен четырех древесных пород (ель, сосна, осина, береза) для различных условий, при продольном и поперечном направлениях струеобразователей (сопел) по отношению к оси образца. Образцы испытываемых бревен имели длину 0,5 м.

При продольном направлении сопла к поверхности бревна за критерий единицы измерения принята чистота окорки (100% — чистота, при которой окоренная площадь не имела остатков коры и луба), при поперечном — ширина полосы окорки. При замерах учитывали только ту ширину, которая не содержала остатков коры и луба.

Порядок проведения опытов был следующим. Определяли влажность и толщину коры образцов, предназначенных для испытаний. Затем после настройки установки на определенный режим (по углу встречи струи с древесиной, расстоянию от сопла до древесины, скорости подачи образцов и давлению) включали механизм подачи, и работающая струя перед соплом снимала полосу коры за один проход.

После каждого наблюдения проводили замеры чистоты окорки при продольном направлении сопла и ширины снятой полосы коры — при поперечном. По окончании опыта (который включал 6 наблюдений) изменяли один из исследуемых факторов, цикл повторялся.

Для измерения расхода воздуха применяли расходомер РВ-4 и дифманометр ДМ модель 3537 со вторичным прибором ЭПИД. В качестве твердого наполнителя использовали древесные опилки различных пород от продольной распиловки (размерами 1—3 мм и влажностью до 50%). Подача и дозировка наполнителя в воздушную струю осуществляется шнековым дозатором.

В данной статье приведены результаты экспериментальных исследований при давлении в ресивере установки до 25 атм.

Результаты экспериментов при продольном направлении сопла

Зависимость чистоты окорки от угла встречи струи с древесиной показана в табл. 1 (ель свежесрубленная; время заготовки — февраль; толщина коры — 5 мм; влажность коры — 50%; диаметр образцов — 20—22 см; скорость подачи — 0,5 м/сек).

Таблица 1

Угол наклона сопла, град	20	25	30	35	40	45	50
Чистота окорки, %	73	95	100	97	91	64	35

Зависимость чистоты окорки от скорости подачи древесины приведена в табл. 2 (ель свежесрубленная; время заготовки — февраль; толщина коры — 5 мм; влажность коры — 49%; диаметр образцов — 20—22 см; угол наклона сопла — 35°).

Таблица 2

Скорость подачи, м/сек	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Чистота окорки, %	100	98	87	64	47	34

Результаты экспериментов при поперечном направлении сопла

Зависимость ширины полосы окорки свежесрубленной ели от конструкции струеобразователей показана в табл. 3 (время заготовки — август; толщина коры — 6 мм; влажность коры — 50%; угол наклона сопла — 40°; расстояние — 30 мм; скорость подачи — 0,1 м/сек; диаметр образцов 23—26 см).

Таблица 3

Характер сопла	Ширина полосы окорки, мм
Щелевидное с надкрылками $8 \times 5 = 40 \text{ мм}^2$	59
Цилиндрическое $\varnothing 7,1 \text{ мм}$, $F = 40 \text{ мм}^2$, с конусной насадкой	72
Щелевидное, $8 \times 5 = 40 \text{ мм}^2$	64
Щелевидное, $8 \times 5 = 40 \text{ мм}^2$ с конусной насадкой	107

Таблица 4

Порода древесины	Время заготовки	Диаметр образцов, см	Толщина коры, мм	Влажность коры, %	Скорость подачи, м/сек	Расстояние от сопла, мм	Ширина полосы окорки, мм, при угле наклона сопла, град				
							20	30	40	50	60
Ель свежесрубленная	Август	22—24	6	47	0,1	30	46	91	102	74	39
Ель подсушенная	Август	23—25	5	38	0,1	30	38	84	92	77	35
Сосна свежесрубленная	Февраль	23—26	7	47	0,2	30	40	59	54	41	29

Таблица 5

Порода древесины	Время заготовки	Диаметр образцов, см	Толщина коры, мм	Влажность коры, %	Скорость подачи, м/сек	Угол наклона сопла, град	Ширина полосы окорки, мм, при расстоянии от сопла до древесины, мм							
							10	20	30	40	50	60	70	80
							Ель свежесрубленная	Август	20—24	6	48	0,1	40	60
Ель подсушенная	Август	24—26	5	35	0,1	40	58	74	87	75	48	30	—	
Сосна свежесрубленная	Февраль	24—26	7	49	0,2	30	37	55	56	62	47	42	36	

Таблица 7

Порода древесины	Время заготовки	Диаметр образцов, см	Толщина коры, мм	Влажность коры, %	Скорость подачи, м/сек	Угол наклона сопла, град	Расстояние от сопла, мм	Ширина полосы окорки, мм, при давлении в ресивере, атм					
								10	13	16	19	22	25
Ель свежесрубленная	Февраль	19—22	5	47	0,1	40	30	14	19	24	37	46	62
Сосна свежесрубленная	Февраль	22—24	6	45	0,2	30	30	24	28	35	44	49	53

Порода древесины	Время заготовки	Диаметр образцов, см	Толщина коры, мм	Влажность коры, %	Угол наклона сопла, град
Ель свежесрубленная	Август	24—26	6	49	40
Ель подсушенная	Август	22—25	5	28	40
Ель сплавная	Февраль	26—28	8	56	40
Ель мороженная (—15°С)	Февраль	20—22	4	48	40
Сосна свежесрубленная	"	21—24	6	45	30
Сосна подсушенная	"	22—24	5	27	35
Сосна сплавная	"	23—26	6	59	30
Сосна мороженная (—16°С)	"	22—24	5	47	40
Береза свежесрубленная	"	24—26	8	41	40
Осина свежесрубленная	"	22—24	7	44	40

* Перед окорки производилось разрушение коры

Зависимость ширины полосы окорки от угла встречи струи с древесиной приведена в табл. 4.

Ширина полосы окорки и удаленность сопла от древесины характеризуется зависимостью, показанной в табл. 5.

Зависимость ширины полосы окорки от скорости подачи древесины показана в табл. 6.

Зависимость ширины полосы окорки от давления приведена в табл. 7 (сопло щелевидное 8 × 5 мм, без конусной насадки).

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы.

1. Метод пневмоокорки дает возможность окаривать хвойные и лиственные породы в любое время года, независимо от агрегатного состояния влаги в древесине.

2. Качество окорки вполне удовлетворительное, потери древесины практически отсутствуют.

3. С повышением давления эффект окорки увеличивается.

4. Оптимальный угол встречи струи с древесиной лежит в пределах 20—40° при продольном направлении сопла и 30—40° — при поперечном.

5. Оптимальное расстояние от сопла до древесины — 20—60 мм.

6. Наибольший эффект окорки достигается в случае применения сопел щелевидной формы с расширяющимися насадками (сопла Лавалья).

7. Оптимальный состав рабочей смеси (соотношение воздуха и твердого наполнителя в рабочей струе): воздуха 99,5—99,3% и древесных опилок 0,5—0,3% по объему.

8. Наилучшим наполнителем являются крупные древесные опилки от продольной распиловки, особенно сухие. Порода древесины не имеет большого значения.

9. Метод пневмоокорки открывает широкие возможности для автоматизации процесса окорки древесины.

Таблица 6

Расстояние от сопла, мм	Ширина полосы окорки, мм, при скорости подачи древесины, м/сек											
	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
30	106	98	90	76	60	27	—	—	—	—	—	—
						С надрезами*						
						70	63	51	40	29	—	—
30	84	62	51	36	—	—	—	—	—	—	—	—
30	104	—	92	—	58	—	—	—	—	—	—	—
						С надрезами*						
					129	—	94	63	46	35	23	—
30	28	22	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	68	—	57	—	50	—	41	32	30	27	24	—
30	52	—	50	—	47	—	40	33	27	25	20	—
30	—	—	89	—	—	—	75	—	55	—	42	24
30	38	31	24	15	—	—	—	—	—	—	—	—
30	57	45	34	20	—	—	—	—	—	—	—	—
30	66	53	40	31	—	—	—	—	—	—	—	—

(надрезы) в месте контакта струи с древесиной.

Поступила в редакцию
29 октября 1966 г.

УКД 634.0.378.44/45

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ПРИ МОЛЕВОМ СПЛАВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРЕДНЕГО ЗНАЧЕНИЯ ОБЪЕМНОГО ВЕСА, РАЗМАХА ЕГО КОЛЕБАНИЯ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ НАМОКАНИЯ БРЕВЕН

В. Г. КОЗЛОВ

Аспирант

(Поволжский лесотехнический институт)

В Борисово-Судском ЛПХ Вологодской области автором в течение года проводились натурные исследования по определению объемных весов лесоматериалов лиственных пород в период их заготовки и сплава. Натурные образцы (длиной от 1,5 до 14 м, диаметром в верхнем отрубе от 8 до 40 см, имеющие ограниченный запас плавучести) исследовали в процессе сушки (естественной и биологической); при намокании: а) с покрытием торцов бревна гидроизоляционными составами; б) без покрытия. Особо рассматривали объемные веса комлевой, срединной и вершинной частей. На каждый сортимент была заведена карточка, в которую записали сведения о местопроизрастании, почвенных условиях, классе бонитета, напочвенном покрове, рельефе, породе, длине сортимента, диаметре в верхнем отрубе, объемном весе и дате заготовки. Далее заносили данные наблюдений через каждые 15 дней.

Для выявления характера распределения объемных весов были составлены вариационные ряды: для свежесрубленной древесины зимней заготовки (декабрь, январь и февраль), весенней (март, апрель и май), зимне-весенней, холодного периода (с 15 сентября по 15 мая), теплого (с 15 мая по 15 сентября), для 12 месяцев, а также для древесины перед скаткой в воду (ноябрь, декабрь, январь, февраль, март) и после 30, 60 и 90 суток намокания. Как показали исследования, характер распределения объемных весов в процессе заготовок и сплава является нормальным или очень близок к нему.

Зная на любой день сплавного периода среднее значение объемного веса $\gamma_{к.с.}$, размах его колебания ω и основное отклонение σ , можно определить процент бревен, имеющих объемный вес более предельно допустимого (критического). При предельном весе бревна, имеющие еще запас плавучести, в конце срока сплава погружаются в воду одним концом на величину диаметра и более, так как объемный вес древесины по длине бревен не одинаков. По исследованиям в натуре для лиственных пород (береза и осина), он равняется 990 кг/м^3 .

Предельно допустимый объемный вес является важным исходным показателем, который позволяет определить возможный срок нахождения древесины на воде в горизонтальном или слегка наклонном положении и, следовательно, срок возможного проведения сплава без потерь

$$t = \frac{990 - \gamma_{н.с.}}{b},$$

где $\gamma_{н.с}$ — объемный вес древесины перед пуском в сплав, $кг/м^3$;

b — интенсивность водопоглощения, $\frac{кг/м^3}{сутки}$.

Небольшое отклонение от предельно допустимого объемного веса для определенных пород существенно влияет на размер утопа.

Пусть дано среднее значение объемного веса на любой день сплава $\bar{\gamma}_{к.с}$ и наибольшее, обеспечивающее сплав без утопа, $\gamma_{п} = 990 \text{ кг/м}^3$. Тогда отклонение браковочного предела, выраженное в единицах основного отклонения,

$$x = \frac{\gamma_{п} - \bar{\gamma}_{к.с}}{\sigma} = \frac{990 - \bar{\gamma}_{к.с}}{\sigma}$$

или при $\omega = 6\sigma$

$$x = \frac{6(990 - \bar{\gamma}_{к.с})}{\omega}$$

Так как распределение объемных весов является нормальным, то для определения размера утопа можно воспользоваться интегралом вероятности $\Phi(x)$. Тогда искомый процент утопа

$$U = \frac{1 - \Phi(x)}{2} \cdot 100\%$$

Процент утопа также можно определить, пользуясь интегральной функцией нормального распределения $F(x)$ с основным отклонением $\sigma = 1$. В этом случае процент утопа

$$U = [1 - F(x)] \cdot 100\%$$

Средний объемный вес к концу срока сплава $\bar{\gamma}_{к.с}$, в свою очередь, зависит от среднего объемного веса перед пуском в сплав, интенсивности водопоглощения древесины и длительности намокания. Последний фактор важен при определении естественных потерь и зависит от режимов скатки леса для сплава, поступления его в рейдовую запань, выпуска из нее и сплотки или выгрузки на берег (средние сроки нахождения древесины на берегу \bar{t}_6 , в пути $\bar{t}_п$, в запани $\bar{t}_з$ и при сплотке или выгрузке $t_с$ находят при составлении обычного графика молевого сплава).

Размах колебания объемных весов перед пуском в сплав зависит от размаха колебания объемных весов свежесрубленных бревен по месяцам заготовки, интенсивности и длительности естественной сушки в эти же сроки и интенсивности и длительности биологической сушки по месяцам вегетационного периода.

В результате исследования установлено, что размах колебания объемных весов партий бревен при намокании со временем уменьшается и смещается в сторону увеличения объемного веса древесины (более влажная древесина намокает медленнее, а менее влажная — быстрее).

Влияние размаха колебания объемного веса на величину утопа показано на графике, представленном на рис. 1 (для деловых березовых сортиментов длиной 4,5 м, $\gamma_{н.с} = 850 \text{ кг/м}^3$ и $\omega = 250 \text{ кг/м}^3$).

Имея такие графики для более коротких бревен по всем месяцам заготовки и графики, позволяющие учитывать влияние длины сортиментов на процесс намокания, можно установить для данного бассейна, каков процент утопа хвойных или лиственных пород при определенной продолжительности сплава, какие сортименты целесообразнее сплавливать весной, какие требуют обработки гидроизоляционным составом, какие не имеют плавучести и не подлежат сплаву в этом году.

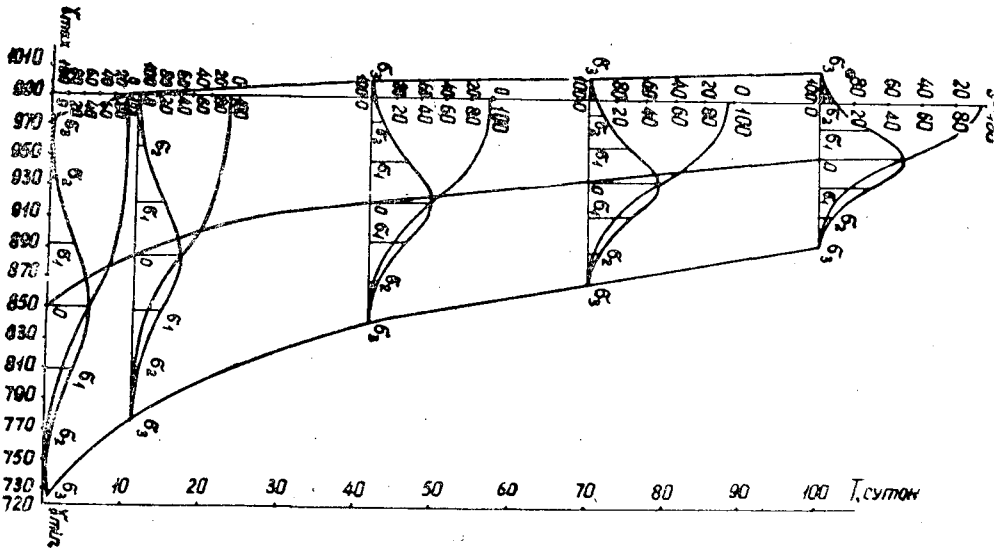


Рис. 1. Кривые распределения объемных весов древесины в зависимости от длительности намокания и размаха колебания.

T — продолжительность сплава, сутки; γ — объемный вес древесины, кг/м^3 ; $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ — среднее квадратическое отклонение; средняя кривая — изменение максимального значения объемного веса в процессе сплава (начиная от пуска в сплав); нижняя кривая — изменение минимального значения объемного веса в процессе сплава; верхняя шкала указывает процент утота (предельно допустимый объемный вес 990 кг/м^3).

Предложенный метод расчета естественных потерь применим только для объемных весов, нормально распределенных. Однако могут быть случаи, когда распределение соответствует кривым Пирсона, преимущественно I типа. В этих случаях размер утота может быть вычислен на основании уравнений этих кривых. Для выполнения всех расчетов должны быть получены в производственных условиях следующие исходные данные:

- 1) средние значения объемного веса свежесрубленной древесины $\bar{\gamma}_{н.з}$ по месяцам заготовки;
- 2) величина основного отклонения для свежесрубленной древесины по месяцам заготовки;
- 3) размах колебания объемных весов свежесрубленной древесины по месяцам заготовки $\omega = \gamma_{max} - \gamma_{min}$;
- 4) интенсивность естественной сушки древесины по месяцам a_e , кг/м^3 ;
- 5) длительность естественной сушки t_e , сутки;
- 6) интенсивность биологической сушки древесины a_b по месяцам вегетационного периода, $\frac{\text{кг/м}^3}{\text{сутки}}$;
- 7) длительность биологической сушки древесины t_b , сутки;
- 8) расчетные средние значения объемного веса древесины перед пуском в сплав

$$\bar{\gamma}_{н.с} = \bar{\gamma}_{н.з} - a_e \cdot t_e \text{ с учетом естественной сушки;}$$

$$\bar{\gamma}_{н.с} = \bar{\gamma}_{н.з} - a_b \cdot t_b - a_e \cdot t_e \text{ — с учетом биологической и естественной сушки;}$$

- 9) размах колебания объемных весов ω или величины основного отклонения σ перед пуском в сплав с учетом того, что к сплаву гото-

вится лес, срубленный в разные сроки и подвергающийся подсушке в различных условиях

$$\omega = \omega_1 + (\gamma_{max} - \gamma_{min}),$$

где ω_1 — размах колебания объемных весов для одного месяца;

$\gamma_{max} - \gamma_{min}$ — то же между месяцами;

10) интенсивность водопоглощения b в зависимости от величины среднего объемного веса перед пуском в сплав $\bar{\gamma}_{н.с.}$, продолжительности намокания t , наличия на бревнах гидроизоляционных составов и их качества

$$b = \frac{\bar{\gamma}_t - \bar{\gamma}_{н.с.}}{t},$$

где $\bar{\gamma}_t$ — объемный вес древесины после намокания в течение t суток;

11) продолжительность пребывания сплаваемого леса в воде с учетом сроков скатки, приплава и нахождения на рейде (запани) до выгрузки или сплотки

$$t_{сн} = t_n + t_3,$$

где t_n — продолжительность нахождения древесины в пути;

t_3 — в запани;

12) расчетное среднее значение объемного веса древесины при любой продолжительности пребывания сплаваемого леса в воде $t_{сн}$

$$\gamma_{t_{сн}} = \bar{\gamma}_{н.з} - a_6 \cdot t_6 - a_e \cdot t_e + b \cdot t_{сн}.$$

Эта формула позволяет определить средний объемный вес древесины для любого срока намокания в зависимости от интенсивности и продолжительности биологической и естественной сушки, а также интенсивности водопоглощения при сплаве и времени пребывания в воде;

13) размах колебания объемных весов ω или величина основного отклонения σ за период нахождения древесины в воде $t_{сн}$ с учетом интенсивности водопоглощения поступающей в сплав древесины с различным объемным весом;

14) предельное значение объемного веса древесины γ_n , обеспечивающее проведение сплава без потерь от утопа.

При наличии всех указанных исходных данных, пользуясь расчетными зависимостями, можно составить проект организации лесозаготовок, подготовки и проведения молевого сплава для каждого бассейна. В этом проекте должен даваться прогноз утопа леса в зависимости от способов подготовки к сплаву и продолжительности нахождения древесины в воде в различных вариантах. Наиболее эффективный вариант должен выбираться на основании технико-экономических расчетов.

УДК 678.5 — 419.8

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ
ИЗГИБА ДВУХСЛОЙНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ ЩИТОВ

В. И. КОРОЛЕВ

Профессор, доктор технических наук

(Московский лесотехнический институт)

Рассмотрим двухслойные деревянные щиты, оба слоя которых изготовлены из скрепленных по продольным кромкам гладкообработанных досок и прочно соединены между собой так, что направление волокон одного слоя составляет угол φ с направлением волокон другого (рис. 1). Такие щиты работают на продольно-поперечную нагрузку, и применяют их для изготовления стеновых панелей.

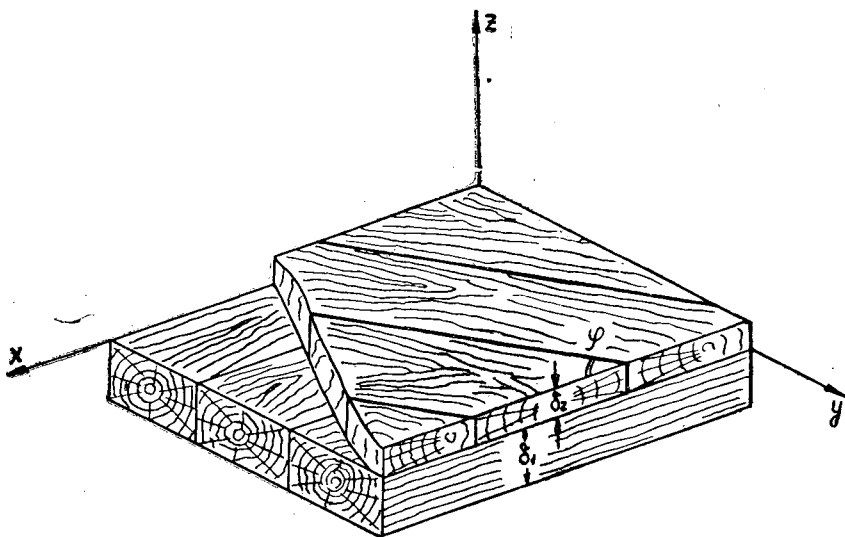


Рис. 1.

Предположим, что материал досок однородный, упругий и ортотропный с константами упругости для каждого слоя $E_1^{(i)}$, $E_2^{(i)}$, $G^{(i)}$, $\nu_1^{(i)}$, $\nu_2^{(i)}$ ($i = 1, 2$), которые удовлетворяют известному соотношению $E_1^{(i)} \nu_2^{(i)} = E_2^{(i)} \nu_1^{(i)}$ ($i = 1, 2$) [3]. Оси x , y прямоугольной системы координат направим вдоль главных направлений анизотропии нижнего слоя, начало координат поместим в плоскости раздела слоев в одной из вершин

щита. Ось z направим по нормали к плоскости раздела слоев; последнюю примем за плоскость приведения. Геометрические размеры щита указаны на рис. 1.

В выбранной системе координат упругие константы нижнего слоя ($-\delta_1 \leq z \leq 0$) имеют вид $E_1^{(1)}$, $E_2^{(1)}$, $G^{(1)}$, $\nu_1^{(1)}$, $\nu_2^{(1)}$. Упругие константы верхнего слоя ($0 \leq z \leq \delta_2$) определяются известными выражениями [1], [2]:

$$\left. \begin{aligned} C_{11} &= \bar{E}_1^{(2)} \cos^4 \varphi + 2\bar{E}_3^{(2)} \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi + \bar{E}_2^{(2)} \sin^4 \varphi \\ C_{12} &= \bar{E}_1^{(2)} \nu_2^{(2)} + (\bar{E}_1^{(2)} + \bar{E}_2^{(2)} - 2\bar{E}_3^{(2)}) \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi \\ C_{22} &= \bar{E}_1^{(2)} \sin^4 \varphi + 2\bar{E}_3^{(2)} \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi + \bar{E}_2^{(2)} \cos^4 \varphi \\ C_{33} &= G^{(2)} + (\bar{E}_1^{(2)} + \bar{E}_2^{(2)} - 2\bar{E}_3^{(2)}) \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi \\ C_{13} &= \frac{1}{2} (\bar{E}_2^{(2)} \sin^2 \varphi - \bar{E}_1^{(2)} \cos^2 \varphi + \bar{E}_3^{(2)} \cos 2\varphi) \sin 2\varphi \\ C_{23} &= \frac{1}{2} (\bar{E}_3^{(2)} \cos^2 \varphi - \bar{E}_1^{(2)} \sin^2 \varphi - \bar{E}_3^{(2)} \cos 2\varphi) \sin 2\varphi, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где

$$\bar{E}_1^{(2)} = \frac{E_1^{(2)}}{1 - \nu_1^{(2)} \nu_2^{(2)}}; \quad \bar{E}_2^{(2)} = \frac{E_2^{(2)}}{1 - \nu_1^{(2)} \nu_2^{(2)}}; \quad \bar{E}_3^{(2)} = 2G^{(2)} + \bar{E}_2^{(2)} \nu_1^{(2)}. \quad (2)$$

Согласно гипотезам Кирхгофа — Лява, компоненты деформации в волокнах, отстоящих на расстоянии z от плоскости раздела слоев, определяются выражениями

$$\varepsilon_{1z} = \varepsilon_1 + z\kappa_1; \quad \varepsilon_{2z} = \varepsilon_2 + z\kappa_2; \quad \omega_z = \omega + 2z\kappa_3, \quad (3)$$

где ε_1 , ε_2 , ω — соответственно относительные удлинения плоскости приведения в направлении осей x , y и сдвиг между ними;

κ_1 , κ_2 , κ_3 — изменение кривизны и кручение плоскости.

Через компоненты перемещения U , V , W точек плоскости раздела в направлении осей x , y , z компоненты деформации определяются известными соотношениями:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_1 &= \frac{\partial U}{\partial x}; & \varepsilon_2 &= \frac{\partial V}{\partial y}; & \omega &= \frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \\ \kappa_1 &= -\frac{\partial^2 W}{\partial x^2}; & \kappa_2 &= -\frac{\partial^2 W}{\partial y^2}; & \kappa_3 &= -\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Компоненты напряжений, возникающие в нормальных сечениях щита при поперечном изгибе, определяются следующими выражениями: в нижнем слое щита ($-\delta_1 \leq z \leq 0$)

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1^{(1)} &= \frac{E_1^{(1)}}{1 - \nu_1^{(1)} \nu_2^{(1)}} [\varepsilon_1 + \nu_2^{(1)} \varepsilon_2 + z(\kappa_1 + \nu_2^{(1)} \kappa_2)] \\ \sigma_2^{(1)} &= \frac{E_2^{(1)}}{1 - \nu_1^{(1)} \nu_2^{(1)}} [\varepsilon_2 + \nu_1^{(1)} \varepsilon_1 + z(\kappa_2 + \nu_1^{(1)} \kappa_1)] \\ \tau^{(1)} &= G^{(1)} (\omega + 2z\kappa_3); \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

в верхнем слое щита ($0 \leq z \leq \delta_2$)

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1^{(2)} &= C_{11} \varepsilon_1 + C_{12} \varepsilon_2 + C_{13} \omega + z(C_{11} \kappa_1 + C_{12} \kappa_2 + 2C_{13} \kappa_3) \\ \sigma_2^{(2)} &= C_{12} \varepsilon_1 + C_{22} \varepsilon_2 + C_{23} \omega + z(C_{12} \kappa_1 + C_{22} \kappa_2 + 2C_{23} \kappa_3) \\ \tau^{(2)} &= C_{13} \varepsilon_1 + C_{23} \varepsilon_2 + C_{33} \omega + z(C_{13} \kappa_1 + C_{23} \kappa_2 + 2C_{33} \kappa_3), \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где C_{ij} ($i, j = 1, 2, 3$) определяются выражениями (1).

Заменяя напряжения, определяемые равенствами (5), (6), статически эквивалентной системой упругих усилий и моментов

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= \int_{-\delta_1}^0 \sigma_1^{(1)} dz + \int_0^{\delta_2} \sigma_1^{(2)} dz; & G_1 &= - \int_{-\delta_1}^0 \sigma_1^{(1)} z dz - \int_0^{\delta_2} \sigma_1^{(2)} z dz \\ T_2 &= \int_{-\delta_1}^0 \sigma_2^{(1)} dz + \int_0^{\delta_2} \sigma_2^{(2)} dz; & G_2 &= - \int_{-\delta_1}^0 \sigma_2^{(1)} z dz - \int_0^{\delta_2} \sigma_2^{(2)} z dz \\ S &= \int_{-\delta_1}^0 \tau^{(1)} dz + \int_0^{\delta_2} \tau^{(2)} dz; & H &= - \int_{-\delta_1}^0 \tau^{(1)} z dz - \int_0^{\delta_2} \tau^{(2)} z dz, \end{aligned} \right\}$$

можно получить следующие соотношения упругости, связывающие напряженное и деформированное состояния щита при поперечном изгибе:

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= B_{11}\varepsilon_1 + B_{12}\varepsilon_2 + B_{13}\omega + A_{11}\chi_1 + A_{12}\chi_2 + 2A_{13}\chi_3 \\ T_2 &= B_{12}\varepsilon_1 + B_{22}\varepsilon_2 + B_{23}\omega + A_{12}\chi_1 + A_{22}\chi_2 + 2A_{23}\chi_3 \\ S &= B_{13}\varepsilon_1 + B_{23}\varepsilon_2 + B_{33}\omega + A_{13}\chi_1 + A_{23}\chi_2 + 2A_{33}\chi_3 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} G_1 &= -D_{11}\chi_1 - D_{12}\chi_2 - 2D_{13}\chi_3 - A_{11}\varepsilon_1 - A_{12}\varepsilon_2 - A_{13}\omega \\ G_2 &= -D_{12}\chi_1 - D_{22}\chi_2 - 2D_{23}\chi_3 - A_{12}\varepsilon_1 - A_{22}\varepsilon_2 - A_{23}\omega \\ H &= -D_{13}\chi_1 - D_{23}\chi_2 - 2D_{33}\chi_3 - A_{13}\varepsilon_1 - A_{23}\varepsilon_2 - A_{33}\omega, \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

где введены следующие обозначения для параметров жесткости щита A_{ij} , B_{ij} , D_{ij} ($i, j = 1, 2, 3$):

$$\left. \begin{aligned} B_{11} &= \bar{E}_1^{(1)}\delta_1 + C_{11}\delta_2 \\ B_{12} &= \bar{E}_1^{(1)}\nu_2^{(1)}\delta_1 + C_{12}\delta_2 \\ B_{22} &= \bar{E}_2^{(1)}\delta_1 + C_{22}\delta_2 \\ B_{33} &= G^{(1)}\delta_1 + C_{33}\delta_2 \\ B_{13} &= C_{13}\delta_2 \\ B_{23} &= C_{23}\delta_2 \\ A_{11} &= \frac{1}{2}(C_{11}\delta_2^2 - \bar{E}_1^{(1)}\delta_1^2) \\ A_{12} &= \frac{1}{2}(C_{12}\delta_2^2 - \bar{E}_1^{(1)}\nu_2^{(1)}\delta_1^2) \\ A_{22} &= \frac{1}{2}(C_{22}\delta_2^2 - \bar{E}_2^{(1)}\delta_1^2) \\ A_{33} &= \frac{1}{2}(C_{33}\delta_2^2 - G^{(1)}\delta_1^2) \\ A_{13} &= \frac{1}{2}C_{13}\delta_2^2 \\ A_{23} &= \frac{1}{2}C_{23}\delta_2^2 \\ D_{11} &= \frac{1}{3}(\bar{E}_1^{(1)}\delta_1^3 + C_{11}\delta_2^3) \\ D_{12} &= \frac{1}{3}(\bar{E}_1^{(1)}\nu_2^{(1)}\delta_1^3 + C_{12}\delta_2^3) \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

$$\left. \begin{aligned} D_{22} &= \frac{1}{3} (\bar{E}_2^{(1)} \delta_1^3 + C_{22} \delta_2^3) \\ D_{33} &= \frac{1}{3} (G^{(1)} \delta_1^3 + C_{33} \delta_2^3) \\ D_{13} &= \frac{1}{3} C_{13} \delta_2^3 \\ D_{23} &= \frac{1}{3} C_{23} \delta_2^3 \end{aligned} \right\}$$

Подставляя соотношения (7), (8) в уравнения равновесия щита:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial T_1}{\partial x} + \frac{\partial S}{\partial y} &= 0 \\ \frac{\partial S}{\partial x} + \frac{\partial T_2}{\partial y} &= 0 \\ \frac{\partial^2 G_1}{\partial x^2} + 2 \frac{\partial^2 H}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 G_2}{\partial y^2} &= -q, \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

с учетом соотношения (4) можно получить следующую систему дифференциальных уравнений, описывающих поперечный изгиб двухслойного щита

$$\left. \begin{aligned} L_{11} U + L_{12} V + L_{13} W &= 0 \\ L_{12} U + L_{22} V + L_{23} W &= 0 \\ L_{13} U + L_{23} V + L_{33} W &= -q, \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

где L_{ij} ($i, j = 1, 2, 3$) — дифференциальные операторы в частных производных, определяемые следующими выражениями:

$$\left. \begin{aligned} L_{11} &= B_{11} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + 2B_{13} \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} + B_{33} \frac{\partial^2}{\partial y^2} \\ L_{12} &= B_{13} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + 2B_{23} \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} + B_{23} \frac{\partial^2}{\partial y^2} \\ L_{22} &= B_{33} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + 2B_{23} \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} + B_{22} \frac{\partial^2}{\partial y^2} \\ L_{13} &= - \left(A_{11} \frac{\partial^3}{\partial x^3} + 3A_{13} \frac{\partial^3}{\partial x^2 \partial y} + A \frac{\partial^3}{\partial x \partial y^2} + A_{23} \frac{\partial^3}{\partial y^3} \right) \\ L_{23} &= - \left(A_{13} \frac{\partial^3}{\partial x^3} + A \frac{\partial^3}{\partial x^2 \partial y} + 3A_{23} \frac{\partial^3}{\partial x \partial y^2} + A_{22} \frac{\partial^3}{\partial y^3} \right) \\ L_{33} &= D_{11} \frac{\partial^4}{\partial x^4} + 4D_{13} \frac{\partial^4}{\partial x^3 \partial y} + 2D \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial y^2} + 4D_{23} \frac{\partial^4}{\partial x \partial y^3} + D_{22} \frac{\partial^4}{\partial y^4}, \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

где

$$A = A_{12} + 2A_{33}; \quad B = B_{12} + B_{33}; \quad D = D_{12} + 2D_{33}. \quad (13)$$

Введя функцию напряжений $\Phi(x, y)$, для компонентов перемещения U, V, W можно получить следующие выражения:

$$\left. \begin{aligned} U &= \left(U_1 \frac{\partial^5}{\partial x^5} + U_2 \frac{\partial^5}{\partial x^4 \partial y} + U_3 \frac{\partial^5}{\partial x^3 \partial y^2} + U_4 \frac{\partial^5}{\partial x^2 \partial y^3} + \right. \\ &\quad \left. + U_5 \frac{\partial^5}{\partial x \partial y^4} + U_6 \frac{\partial^5}{\partial y^5} \right) \Phi \\ V &= \left(V_1 \frac{\partial^5}{\partial x^5} + V_2 \frac{\partial^5}{\partial x^4 \partial y} + V_3 \frac{\partial^5}{\partial x^3 \partial y^2} + V_4 \frac{\partial^5}{\partial x^2 \partial y^3} + V_5 \frac{\partial^5}{\partial x \partial y^4} + \right. \\ &\quad \left. + V_6 \frac{\partial^5}{\partial y^5} \right) \Phi \\ W &= \left(W_1 \frac{\partial^4}{\partial x^4} + 2W_2 \frac{\partial^4}{\partial x^3 \partial y} + W_3 \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial y^2} + 2W_4 \frac{\partial^4}{\partial x \partial y^3} + W_5 \frac{\partial^4}{\partial y^4} \right) \Phi, \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

где введены следующие обозначения для коэффициентов

$$\begin{aligned}
 U_1 &= B_{33}A_{11} - B_{13}A_{13} \\
 U_2 &= 3B_{33}A_{13} + 2B_{23}A_{11} - B_{13}A - BA_{13} \\
 U_3 &= B_{33}A + 5B_{23}A_{13} + B_{22}A_{11} - 3B_{13}A_{23} - AB \\
 U_4 &= B_{33}A_{23} + B_{23}A + 3B_{22}A_{13} - B_{13}A_{22} - 3BA_{23} \\
 U_5 &= B_{22}A - BA_{22} - B_{23}A_{23} \\
 U_6 &= B_{22}A_{23} - A_{22}B_{23} \\
 V_1 &= B_{11}A_{13} - B_{13}A_{11} \\
 V_2 &= B_{11}A - BA_{11} - B_{13}A_{13} \\
 V_3 &= B_{33}A_{13} + B_{13}A + 3B_{11}A_{23} - B_{23}A_{11} - 3BA_{13} \\
 V_4 &= B_{33}A + 5B_{13}A_{23} + B_{11}A_{22} - 3B_{23}A_{13} - AB \\
 V_5 &= 3B_{33}A_{23} + 2B_{13}A_{22} - B_{23}A - BA_{23} \\
 V_6 &= B_{33}A_{22} - B_{23}A_{23} \\
 W_1 &= B_{11}B_{33} - B_{13}^2 \\
 W_2 &= B_{11}B_{23} + B_{13}B_{33} - BB_{13} \\
 W_3 &= B_{11}B_{22} + B_{23}^2 - B^2 + 2B_{13}B_{22} \\
 W_4 &= B_{22}B_{13} + B_{23}B_{33} - BB_{23} \\
 W_5 &= B_{22}B_{33} - B_{23}^2.
 \end{aligned} \tag{15}$$

Подставляя выражения (14) в последнее уравнение системы (11), получим следующее разрешающее дифференциальное уравнение, описывающее поперечный изгиб двухслойного деревянного щита:

$$\begin{aligned}
 a_{80} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial x^8} + a_{71} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial x^7 \partial y} + a_{62} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial x^6 \partial y^2} + a_{53} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial x^5 \partial y^3} + a_{44} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial x^4 \partial y^4} + \\
 + a_{35} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial x^3 \partial y^5} + a_{26} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial x^2 \partial y^6} + a_{17} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial x \partial y^7} + a_{08} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial y^8} = -q,
 \end{aligned} \tag{16}$$

где постоянные коэффициенты a_{ij} определяются следующими выражениями:

$$\begin{aligned}
 a_{80} &= D_{11}W_1 - A_{13}V_1 - A_{11}U_1 \\
 a_{71} &= 2D_{11}W_2 + 4D_{13}W_1 - A_{13}V_2 - AV_1 - A_{11}U_2 - 3A_{13}U_1 \\
 a_{62} &= D_{11}W_3 + 8D_{13}W_2 + 2DW_1 - A_{13}V_3 - AV_2 - 3A_{23}V_1 - \\
 &\quad - A_{11}U_3 - 3A_{13}U_2 - AU_1 \\
 a_{53} &= 2D_{11}W_4 + 4D_{13}W_3 + 4DW_2 + 4D_{23}W_1 - A_{13}V_4 - AV_3 - \\
 &\quad - 3A_{23}V_2 - A_{22}V_1 - A_{11}U_4 - 3A_{13}U_3 - AU_2 - A_{23}U_1 \\
 a_{44} &= D_{11}W_5 + 8D_{13}W_4 + 2DW_3 + 8D_{23}W_2 + D_{22}W_1 - A_{13}V_5 - \\
 &\quad - AV_4 - 3A_{23}V_3 - A_{22}V_2 - A_{11}U_5 - 3A_{13}U_4 - AU_3 - A_{23}U_2 \\
 a_{35} &= 4D_{13}W_5 + 4DW_4 + 4D_{23}W_3 + 2D_{22}W_2 - A_{13}V_6 - AV_5 - \\
 &\quad - 3A_{23}V_4 - A_{22}V_3 - A_{11}U_6 - 3A_{13}U_5 - AU_4 - A_{23}U_3 \\
 a_{26} &= 2DW_5 + 8D_{23}W_4 + D_{22}W_3 - AV_6 - 3A_{23}V_5 - A_{22}V_4 - \\
 &\quad - 3A_{13}U_6 - AU_5 - A_{23}U_4 \\
 a_{17} &= 4D_{23}W_5 + 2D_{22}W_4 - 3A_{23}V_6 - A_{22}V_5 - AU_6 - A_{23}U_5 \\
 a_{08} &= D_{22}W_5 - A_{22}V_6 - A_{23}U_6.
 \end{aligned} \tag{17}$$

Согласно соотношениям (2), компоненты деформации и искривления плоскости раздела слоев щита определяются выражениями:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_1 &= \left(U_1 \frac{\partial^6}{\partial x^6} + U_2 \frac{\partial^6}{\partial x^5 \partial y} + U_3 \frac{\partial^6}{\partial x^4 \partial y^2} + U_4 \frac{\partial^6}{\partial x^3 \partial y^3} + \right. \\ &\quad \left. + U_5 \frac{\partial^6}{\partial x^2 \partial y^4} + U_6 \frac{\partial^6}{\partial x \partial y^5} \right) \Phi \\ \varepsilon_2 &= \left(V_1 \frac{\partial^6}{\partial x^5 \partial y} + V_2 \frac{\partial^6}{\partial x^4 \partial y^2} + V_3 \frac{\partial^6}{\partial x^3 \partial y^3} + V_4 \frac{\partial^6}{\partial x^2 \partial y^4} + \right. \\ &\quad \left. + V_5 \frac{\partial^6}{\partial x \partial y^5} + V_6 \frac{\partial^6}{\partial y^6} \right) \Phi \\ \omega &= \left[(U_1 + V_2) \frac{\partial^6}{\partial x^5 \partial y} + V_1 \frac{\partial^6}{\partial x^6} + (U_2 + V_3) \frac{\partial^6}{\partial x^4 \partial y^2} + (U_3 + V_4) \frac{\partial^6}{\partial x^3 \partial y^3} + \right. \\ &\quad \left. + (U_4 + V_5) \frac{\partial^6}{\partial x^2 \partial y^4} + (U_5 + V_6) \frac{\partial^6}{\partial x \partial y^5} + U_6 \frac{\partial^6}{\partial y^6} \right] \Phi \end{aligned} \right\} (18)$$

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= - \left(W_1 \frac{\partial^6}{\partial x^6} + 2W_2 \frac{\partial^6}{\partial x^5 \partial y} + W_3 \frac{\partial^6}{\partial x^4 \partial y^2} + 2W_4 \frac{\partial^6}{\partial x^3 \partial y^3} + \right. \\ &\quad \left. + W_5 \frac{\partial^6}{\partial x^2 \partial y^4} \right) \Phi \\ x_2 &= - \left(W_1 \frac{\partial^6}{\partial x^4 \partial y^2} + 2W_2 \frac{\partial^6}{\partial x^3 \partial y^3} + W_3 \frac{\partial^6}{\partial x^2 \partial y^4} + 2W_4 \frac{\partial^6}{\partial x \partial y^5} + \right. \\ &\quad \left. + W_5 \frac{\partial^6}{\partial y^6} \right) \Phi \\ x_3 &= - \left(W_1 \frac{\partial^6}{\partial x^5 \partial y} + 2W_2 \frac{\partial^6}{\partial x^4 \partial y^2} + W_3 \frac{\partial^6}{\partial x^3 \partial y^3} + 2W_4 \frac{\partial^6}{\partial x^2 \partial y^4} + \right. \\ &\quad \left. + W_5 \frac{\partial^6}{\partial x \partial y^5} \right) \Phi. \end{aligned} \right\} (19)$$

Соответственно для упругих усилий и моментов, согласно соотношениям (7) и (8), можно получить следующие выражения через функцию напряжений:

$$\begin{aligned} T_1 &= \left\{ [B_{11}U_1 + B_{13}V_1 - A_{11}W_1] \frac{\partial^6}{\partial x^6} + \right. \\ &\quad + [B_{11}U_2 + B_{12}V_1 + B_{13}(U_1 + V_2) - 2A_{11}W_2 - 2A_{13}W_1] \frac{\partial^6}{\partial x^5 \partial y} + \\ &\quad + [B_{11}U_3 + B_{12}V_2 + B_{13}(U_2 + V_3) - A_{11}W_3 - A_{12}W_1 - 4A_{13}W_2] \frac{\partial^6}{\partial x^4 \partial y^2} + \\ &\quad + [B_{11}U_4 + B_{12}V_3 + B_{13}(U_3 + V_4) - 2A_{11}W_4 - 2A_{13}W_3 - 2A_{12}W_2] \frac{\partial^6}{\partial x^3 \partial y^3} + \\ &\quad + [B_{11}U_5 + B_{12}V_4 + B_{13}(U_4 + V_5) - A_{11}W_5 - 4A_{13}W_4 - A_{12}W_3] \frac{\partial^6}{\partial x^2 \partial y^4} + \\ &\quad + [B_{11}U_6 + B_{12}V_5 + B_{13}(U_5 + V_6) - 2A_{13}W_5 - 2A_{12}W_4] \frac{\partial^6}{\partial x \partial y^5} + \\ &\quad \left. + [B_{12}V_6 + B_{13}U_6 - A_{12}W_5] \frac{\partial^6}{\partial y^6} \right\} \Phi. \end{aligned} \quad (20)$$

$$\begin{aligned}
T_2 = & \left\{ [B_{12}U_1 + B_{23}V_1 - A_{12}W_1] \frac{\partial^6}{\partial x^6} + \right. \\
& + [B_{12}U_2 + B_{22}V_1 + B_{23}(U_1 + V_2) - 2A_{12}W_2 - 2A_{23}W_1] \frac{\partial^6}{\partial x^5 \partial y} + \\
& + [B_{12}U_3 + B_{22}V_2 + B_{23}(U_2 + V_3) - A_{12}W_3 - A_{22}W_1 - 4A_{23}W_2] \frac{\partial^6}{\partial x^4 \partial y^2} + \\
& + [B_{12}U_4 + B_{22}V_3 + B_{23}(U_3 + V_4) - 2A_{12}W_4 - 2A_{23}W_3 - 2A_{22}W_2] \frac{\partial^6}{\partial x^3 \partial y^3} + \\
& + [B_{12}U_5 + B_{22}V_4 + B_{23}(U_4 + V_5) - A_{12}W_5 - 4A_{23}W_4 - A_{22}W_3] \frac{\partial^6}{\partial x^2 \partial y^4} + \\
& + [B_{12}U_6 + B_{22}V_5 + B_{23}(U_5 + V_6) - 2A_{23}W_5 - 2A_{22}W_4] \frac{\partial^6}{\partial x \partial y^5} + \\
& \left. + [B_{22}V_6 + B_{23}U_6 - A_{22}W_5] \frac{\partial^6}{\partial y^6} \right\} \Phi. \quad (21)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S = & \left\{ [B_{13}U_1 + B_{33}V_1 - A_{13}W_1] \frac{\partial^6}{\partial x^6} + \right. \\
& + [B_{13}U_2 + B_{23}V_1 + B_{33}(U_1 + V_2) - 2A_{13}W_2 - 2A_{33}W_1] \frac{\partial^6}{\partial x^5 \partial y} + \\
& + [B_{13}U_3 + B_{23}V_2 + B_{33}(U_2 + V_3) - A_{13}W_3 - 4A_{33}W_2 - A_{23}W_1] \frac{\partial^6}{\partial x^4 \partial y^2} + \\
& + [B_{13}U_4 + B_{23}V_3 + B_{33}(U_3 + V_4) - 2A_{13}W_4 - 2A_{33}W_3 - 2A_{23}W_2] \frac{\partial^6}{\partial x^3 \partial y^3} + \\
& + [B_{13}U_5 + B_{23}V_4 + B_{33}(U_4 + V_5) - A_{13}W_5 - 4A_{33}W_4 - A_{23}W_3] \frac{\partial^6}{\partial x^2 \partial y^4} + \\
& + [B_{13}U_6 + B_{23}V_5 + B_{33}(U_5 + V_6) - 2A_{33}W_5 - 2A_{23}W_4] \frac{\partial^6}{\partial x \partial y^5} + \\
& \left. + [B_{23}V_6 + B_{33}U_6 - A_{23}W_5] \frac{\partial^6}{\partial y^6} \right\} \Phi. \quad (22)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_1 = & \left\{ [D_{11}W_1 - A_{11}U_1 - A_{13}V_1] \frac{\partial^6}{\partial x^6} + \right. \\
& + [2D_{11}W_2 + 4D_{13}W_1 - A_{11}U_2 - A_{12}V_1 - A_{13}(U_1 + V_2)] \frac{\partial^6}{\partial x^5 \partial y} + \\
& + [D_{11}W_3 + 4D_{13}W_2 + D_{12}W_1 - A_{11}U_3 - A_{12}V_2 - A_{13}(U_2 + V_3)] \frac{\partial^6}{\partial x^4 \partial y^2} + \\
& + [2D_{11}W_4 + 2D_{13}W_3 + 2D_{12}W_2 - A_{11}U_4 - A_{12}V_3 - A_{13}(U_3 + V_4)] \frac{\partial^6}{\partial x^3 \partial y^3} + \\
& + [D_{11}W_5 + 4D_{13}W_4 + D_{12}W_3 - A_{11}U_5 - A_{12}V_4 - A_{13}(U_4 + V_5)] \frac{\partial^6}{\partial x^2 \partial y^4} + \\
& + [2D_{13}W_5 + 2D_{12}W_4 - A_{11}U_6 - A_{12}V_5 - A_{13}(U_5 + V_6)] \frac{\partial^6}{\partial x \partial y^5} + \\
& \left. + [D_{12}W_5 - A_{12}V_6 - A_{13}U_6] \frac{\partial^6}{\partial y^6} \right\} \Phi. \quad (23)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_2 = & \left\{ [D_{12}W_1 - A_{12}U_1 - A_{23}V_1] \frac{\partial^6}{\partial x^6} + \right. \\
& + [2D_{12}W_2 + 2D_{23}W_1 - A_{12}U_2 - A_{22}V_1 - A_{23}(U_1 + V_2)] \frac{\partial^6}{\partial x^5 \partial y} + \\
& + [D_{12}W_3 + 4D_{23}W_2 + D_{22}W_1 - A_{12}U_3 - A_{22}V_2 - A_{23}(U_2 + V_3)] \frac{\partial^6}{\partial x^4 \partial y^2} + \\
& + [2D_{12}W_4 + 2D_{23}W_3 + 2D_{22}W_2 - A_{12}U_4 - A_{22}V_3 - A_{23}(U_3 + V_4)] \frac{\partial^6}{\partial x^3 \partial y^3} +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + [D_{12}W_5 + 4 D_{23}W_4 + D_{22}W_3 - A_{12}U_5 - A_{22}V_4 - A_{23} (U_4 + V_5)] \frac{\partial^6}{\partial x^2 \partial y^4} + \\
& + [2 D_{23}W_5 + 2 D_{22}W_4 - A_{12}U_6 - A_{22}V_5 - A_{23} (U_5 + V_6)] \frac{\partial^6}{\partial x \partial y^5} + \\
& + [D_{22}W_5 - A_{22}V_6 - A_{23}U_6] \frac{\partial^6}{\partial y^6} \} \Phi. \quad (24)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
H = & \left\{ [D_{13}W_1 - A_{13}U_1 - A_{33}V_1] \frac{\partial^6}{\partial x^6} + [2 D_{13}W_2 + 2 D_{33}W_1 - A_{13}U_2 - \right. \\
& - A_{23}V_1 - A_{33} (U_1 + V_2)] \frac{\partial^6}{\partial x^5 \partial y} + [D_{13}W_3 + 4 D_{33}W_2 + D_{23}W_1 - A_{13}U_3 - \\
& - A_{23}V_2 - A_{33} (U_2 + V_3)] \frac{\partial^6}{\partial x^4 \partial y^2} + [2 D_{13}W_4 + 2 D_{33}W_3 + 2 D_{23}W_2 - \\
& - A_{13}U_4 - A_{23}V_3 - A_{33} (U_3 + V_4)] \frac{\partial^6}{\partial x^3 \partial y^3} + [D_{13}W_5 + 4 D_{33}W_4 + D_{23}W_3 - \\
& - A_{13}U_5 - A_{23}V_4 - A_{33} (U_4 + V_5)] \frac{\partial^6}{\partial x^2 \partial y^4} + [2 D_{23}W_4 + 2 D_{33}W_5 - A_{13}U_6 - \\
& - A_{23}V_5 - A_{33} (U_5 + V_6)] \frac{\partial^6}{\partial x \partial y^5} + [D_{23}W_5 - A_{23}V_6 - A_{33}U_6] \frac{\partial^6}{\partial y^6} \} \Phi. \quad (25)
\end{aligned}$$

Для решения задач поперечного изгиба щитов (когда один или несколько краев свободны или нагружены поперечными силами) кроме упругих усилий и моментов необходимо знать еще эффективные перерезывающие усилия, которые являются равнодействующими перерезывающих усилий и крутящих моментов и определяются выражениями

$$\left. \begin{aligned} Q_1^{\text{эф}} &= Q_1 + \frac{\partial H}{\partial y} \\ Q_2^{\text{эф}} &= Q_2 + \frac{\partial H}{\partial x} \end{aligned} \right\} \quad (26)$$

Согласно выражениям (23), (24), (25), для эффективных перерезывающих усилий можно получить следующие выражения через функцию напряжений:

$$\begin{aligned}
Q_1^{\text{эф}} = & \left\{ [D_{11}W_1 - A_{11}U_1 - A_{13}V_1] \frac{\partial^7}{\partial x^7} + \right. \\
& + [2 D_{11}W_2 + 5 D_{13}W_1 - 3 A_{13}U_1 - A_{11}U_2 - A V_1 - A_{13}V_2] \frac{\partial^7}{\partial x^6 \partial y} + \\
& + [(D + 2 D_{33}) W_1 + 8 D_{13}W_2 + D_{11}W_3 - 2 A_{33}U_1 - 3 A_{13}U_2 - A_{11}U_3 - \\
& - 2 A_{23}V_1 - A V_2 - A_{13}V_3] \frac{\partial^7}{\partial x^5 \partial y^2} + \\
& + [2 D_{23}W_1 + 2 (D + 2 D_{33}) W_2 + 4 D_{13}W_3 + 2 D_{11}W_4 - 2 A_{33}U_2 - \\
& - 3 A_{13}U_3 - A_{11}U_4 - 2 A_{23}V_2 - A V_3 - A_{13}V_4] \frac{\partial^7}{\partial x^4 \partial y^3} + \\
& + [4 D_{23}W_2 + (D + 2 D_{33}) W_3 + 8 D_{13}W_4 + D_{11}W_5 - 2 A_{33}U_3 - \\
& - 3 A_{13}U_4 - A_{11}U_5 - 2 A_{23}V_3 - A V_4 - A_{13}V_5] \frac{\partial^7}{\partial x^3 \partial y^4} + \\
& + [2 D_{23}W_3 + 2 (D + 2 D_{33}) W_4 + 4 D_{13}W_5 - 2 A_{33}U_4 - 3 A_{13}U_5 - \\
& - A_{11}U_6 - 2 A_{23}V_4 - A V_5 - A_{13}V_6] \frac{\partial^7}{\partial x^2 \partial y^5} + \\
& + [4 D_{23}W_4 + (D + 2 D_{33}) W_5 - 2 A_{33}U_5 - 3 A_{13}U_6 - \\
& - 2 A_{23}V_5 - A V_6] \frac{\partial^7}{\partial x \partial y^6} + [2 D_{23}W_5 - 2 A_{23}V_6 - 2 A_{33}U_6] \frac{\partial^7}{\partial y^7} \} \Phi. \quad (27)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_2^{\Phi} = & \left\{ [2 D_{13} W_1 - 2 A_{13} U_1 - 2 A_{33} V_1] \frac{\partial^7}{\partial x^7} + \right. \\
& + [(D + 2 D_{33}) W_1 + 4 D_{13} W_2 - A U_1 - 2 A_{13} U_2 - 3 A_{23} V_1 - \\
& - 2 A_{33} V_2] \frac{\partial^7}{\partial x^6 \partial y} + [4 D_{23} W_1 + 2 (D + 2 D_{33}) W_2 + 2 D_{13} W_3 - A_{23} U_1 - \\
& - A U_2 - 2 A_{13} U_3 - A V_1 - 3 A_{23} V_2 - 2 A_{33} V_3] \frac{\partial^7}{\partial x^5 \partial y^2} + \\
& + [D_{22} W_1 + 8 D_{23} W_2 + (D + 2 D_{33}) W_3 + 4 D_{13} W_4 - A_{23} U_2 - A U_3 - \\
& - 2 A_{13} U_4 - A_{22} V_2 - 3 A_{23} V_3 - 2 A_{33} V_4] \frac{\partial^7}{\partial x^4 \partial y^3} + \\
& + [2 D_{22} W_2 + 4 D_{23} W_3 + 2 (D + 2 D_{33}) W_4 + 2 D_{13} W_5 - A_{23} U_3 - \\
& - A U_4 - 2 A_{13} U_5 - A_{22} V_3 - 2 A_{23} V_4 - 2 A_{33} V_5] \frac{\partial^7}{\partial x^3 \partial y^4} + \\
& + [D_{22} W_3 + 8 D_{23} W_4 + (D + 2 D_{33}) W_5 - A_{23} U_4 - A U_5 - 2 A_{13} U_6 - \\
& - A_{22} V_4 - 3 A_{23} V_5 - 2 A_{33} V_6] \frac{\partial^7}{\partial x^2 \partial y^5} + \\
& + [2 D_{22} W_4 + 4 D_{23} W_5 - A_{23} U_5 - A U_6 - A_{22} V_5 - 3 A_{23} V_6] \frac{\partial^7}{\partial x \partial y^6} + \\
& \left. + [D_{22} W_5 - A_{22} V_6 - A_{23} U_6] \frac{\partial^7}{\partial y^7} \right\} \Phi. \quad (28)
\end{aligned}$$

Константы интегрирования, появляющиеся при решении уравнения (16), определяют из граничных условий, которых по четыре на каждой кромке щита: 1) свободный край ($x = \text{const}$) $T_1 = S = G_1 = Q_1^{\Phi} = 0$; 2) жестко-заделанный край $U = V = W = \frac{\partial W}{\partial x} = 0$; 3) край свободный в тангенциальном направлении и жестко-заделанный в поперечном $T_1 = S = W = \frac{\partial W}{\partial x} = 0$; 4) край жестко-заделанный в тангенциальном направлении и свободный в поперечном $U = V = G_1 = Q_1^{\Phi} = 0$; 5) край свободный в тангенциальном направлении и шарнирно-опертый в поперечном $T = S = W = G_1 = 0$; 6) край жестко-заделанный в тангенциальном направлении и шарнирно-опертый в поперечном $U = V = W = G_1 = 0$. На противоположных или смежных краях щита могут быть осуществлены самые различные комбинации опорных закреплений.

Если щит подвергается действию тангенциальных сил T^0 , T_2^0 , S приложенных на его краях, то, согласно выражениям (14), нормальная составляющая поверхностной нагрузки

$$q = T_1^0 x_1 + T_2^0 x_2 + 2S^0 x_3$$

и, следовательно, дифференциальное уравнение устойчивости щита имеет вид

$$\begin{aligned}
& a_{80} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial x^8} + a_{71} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial x^7 \partial y} + a_{62} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial x^6 \partial y^2} + a_{53} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial x^5 \partial y^3} + a_{44} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial x^4 \partial y^4} + \\
& + a_{35} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial x^3 \partial y^5} + a_{26} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial x^2 \partial y^6} + a_{17} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial x \partial y^7} + a_{08} \frac{\partial^8 \Phi}{\partial y^8} = \\
& = \left(T_1^0 \frac{\partial^2}{\partial x^2} + T_2^0 \frac{\partial^2}{\partial y^2} + 2S^0 \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \right) \left(W_1 \frac{\partial^4}{\partial x^4} + 2 W_2 \frac{\partial^4}{\partial x^3 \partial y} + W_3 \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial y^2} + \right. \\
& \left. + 2 W_4 \frac{\partial^4}{\partial x \partial y^3} + W_5 \frac{\partial^4}{\partial y^4} \right) \Phi. \quad (29)
\end{aligned}$$

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. А. Амбарцумян. Теория анизотропных оболочек. Физматгиздат, М., 1961.
 [2]. В. И. Королев. Слоистые анизотропные пластинки и оболочки из армированных пластмасс. Изд-во «Машиностроение», М., 1965. [3]. С. Г. Лехницкий. Анизотропные пластинки. Гостехиздат, М., 1957.

Поступила в редакцию
3 октября 1966 г.

УДК 632.615.778

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ МАЛЫХ ДОЗ АНТИСЕПТИКОВ НА РАЗРУШИТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ПЛЕНЧАТОГО ДОМОВОГО ГРИБА

Д. А. БЕЛЕНКОВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Уральский лесотехнический институт)

Подавляющее большинство современных методов исследования токсичности антисептиков основано на учете степени разрушения древесины. К ним относятся методы кривой действия [6], [7], [8], немецкий стандартный DIN 52176 [10], стандартные методы Японии JISA 9302—57 [11] и Англии BS 838—61 [9], ГОСТ 11540—65 [3] и многие другие.

Все они исходят из предположения, что степень разрушения древесины изменяется прямо пропорционально количеству введенного яда. Однако многочисленные наблюдения показали, что в зоне защищающих концентраций изменение реакции гриба происходит значительно сложнее; наблюдается изменение типа распределения экспериментальных данных, характеризующих разрушение древесины [1]. В этой зоне происходит распад серий однородных образцов на группы по качеству — пораженные грибом в различной степени и не пораженные. Такое явление наблюдали в своих работах G. Theden [12], П. И. Рыкачев [7], Ф. Ф. Мазур [4], Д. А. Беленков [2]. Кроме того, в зоне защищающих концентраций наблюдается очень сильная изменчивость результатов наблюдений. Это отмечено в работах В. В. Миллера и Е. И. Мейера (1951), Ф. Ф. Мазура [4], В. Н. Петри и Д. А. Беленкова [5], Д. А. Беленкова [1] и др.

Нами был проведен ряд экспериментов с малыми дозами различных антисептиков по методике «дерево — опилки» (под малыми дозами понимают такие количества ядов, при которых хотя бы часть образцов подвергается разрушению).

В табл. 1 приведены результаты опыта по разрушению древесины заболони сосны (содержащей различные количества фтористого натрия) пленчатым домовым грибом за 40 дней. Образцы торцовые $20 \times 20 \times 10$ мм.

Данные, приведенные в этой таблице, показывают, что заболонная древесина сосны, незащищенная или содержащая очень малое количество фтористого натрия, разрушается пленчатым домовым грибом равномерно и достаточно сильно. С увеличением содержания фтористого натрия наблюдается распад серий однородных образцов на различные группы по качеству.

Таблица 1

Содержание фтористого натрия в древесине, кг/м ³	Количество образцов			Среднее разрушение, %	Среднее квадратическое отклонение	Ошибка среднего значения	Коэффициент изменчивости, %	Показатель точности, %
	сильно разрушенных	слабо разрушенных	непораженных					
0,0085	15	нет	нет	46,5	5,48	1,29	11,8	2,77
0,0425	10	5*	нет	47,6	3,92	1,24	7,2	2,61
0,085	9	3*	3	45,4	6,61	2,2	14,6	4,84
0,17	нет	3	12	11,4	—	—	—	—
0,255	"	2	13	2,6	—	—	—	—
0,425	"	2	13	3,6	—	—	—	—
Контроль	14	1	нет	44,0	2,74	0,73	6,2	1,65

* При содержаниях фтористого натрия 0,0425 и 0,085 кг/м³ среднее разрушение слабо разрушенных образцов составляло 6,5 и 4,4%.

Естественно, что при определении среднего разрушения древесины образцы, не подвергшиеся поражению, а следовательно, не разрушенные грибом, не должны учитываться. Так, при содержании фтористого натрия 0,17 кг/м³ и более среднее разрушение определено по результатам наблюдения двух или трех образцов; остальные не были поражены и разрушены грибом.

При наличии яда в древесине она разрушается очень неравномерно. Коэффициенты изменчивости разрушения древесины очень сильно возрастают по мере повышения ее защищенности (табл. 2).

Таблица 2

Антисептик	Коэффициент изменчивости для древесины заболони сосны без яда, %	Интервал испытанных концентраций для древесины заболони сосны с ядом	Коэффициент изменчивости для древесины заболони сосны с ядом, %
Фтористый натрий	11,0	0,015—0,025	15,0—92,0
Фтористый натрий*	18,2	0,05—0,6	38,0—86,0
Кремнефтористый натрий	16,0	0,01—0,03	43,0—98,0
Динитрофенол	7,4	0,005—0,05	7,6—26,3
Азотнокислый свинец	10,0	0,03—0,5	13,0—29,0
Медный купорос	8,0	0,1—1,5	12,5—61,0

* Данные заимствованы из работы Ф. Ф. Мазура [4].

Повышение изменчивости разрушения наблюдается у древесины с более высокой естественной стойкостью. Так, в работе В. Н. Петри и Д. А. Беленкова [5] коэффициенты изменчивости разрушения древесины сосны в одинаковых условиях составили для заболони 7,3%, для внутренней части ядра—9,3, для средней части ядра—21,1 и для периферической части ядра—81,2%. Эти коэффициенты увеличиваются прямо пропорционально количеству ядовитых веществ, находящихся в древесине, то есть прямо пропорционально повышению стойкости древесины.

При оценке токсичности антисептиков по степени разрушения древесины возникают большие трудности, заключающиеся в том, что в связи с возрастающей изменчивостью необходимо увеличивать количество одновременно испытываемых образцов для получения результатов, соответствующих выбранному уровню значимости. Если учесть, что по мере увеличения количества яда в древесине относительная доля

подвергшихся разрушению образцов уменьшается, то задача оценки токсичности антисептика по степени разрушения древесины становится еще более трудной.

При исследовании действия малых доз антисептиков было обнаружено, что разрушение древесины некоторых образцов происходит неравномерно. Одни участки образца разрушены сильно, другие слабо или совсем не имеют поражения. Естественно, что при определении величины разрушения таких образцов будут получены данные, не характерные для разрушительной активности гриба.

Равномерность разрушения древесины экспериментально была проверена следующим образом. Торцовые образцы $20 \times 20 \times 10$ мм раскалывали на четыре равные части, которые взвешивали и учитывали отдельно. Перед установкой на культуры гриба части образца по плоскости раскола соединяли и обвязывали нержавеющей проволокой так, что образец испытывали как целый. В табл. 3 приведены данные по разрушению целых образцов и отдельных частей древесины заболони сосны пленчатым домовым грибом за 40 дней. Древесина заболони сосны содержала $0,264 \text{ кг/м}^3$ фтористого натрия. В этой таблице приведены данные для части образцов из группы слабо и сильно разрушенных. Часть образцов вообще не была поражена грибом.

Таблица 3

Образец	Разрушение (%) для образца под номером									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Целый	6,5	8,5	8,2	8,8	9,3	50,0	52,6	52,0	48,0	51,5
I четверть	7,6	18,8	10,9	20,3	15,8	57,0	56,9	54,0	36,8	55,9
II "	13,3	9,6	7,8	0,0	18,6	47,3	56,0	58,9	45,9	56,9
III "	0,0	3,2	1,5	5,2	2,8	49,5	50,0	46,9	56,1	40,7
IV "	5,0	2,4	12,4	9,5	0,0	46,4	47,4	48,3	53,4	52,6

Из табл. 3 видно, что при сильном разрушении оно более или менее равномерно по всему объему образца, при среднем или слабом разрушены в различной степени отдельные участки, а в некоторых случаях поражений вообще нет.

Если сравнить средние величины разрушения древесины в группе слабо разрушенных и в группе сильно разрушенных образцов, то получим статистически достоверное различие. Это свидетельствует о том, что в одинаковых условиях опыта пленчатый домовый гриб реагирует различно на одно и то же количество яда в древесине. В одних случаях испытываемый яд не окажет влияния на разрушительную активность гриба, в других случаях разрушительная активность будет подавлена; определенная доля образцов не будет поражена, то есть испытываемое количество яда достаточно для того, чтобы защитить древесину от поражения пленчатым домовым грибом. Относительное число таких случаев будет возрастать с увеличением количества вводимого в древесину яда.

Таким образом, неравномерность разрушения древесины с ядом в одном образце значительно затрудняет использование интенсивного критерия для характеристики действия яда на дереворазрушающий гриб.

Переход большинства образцов из группы разрушенных в разной степени в группу непораженных наблюдается четко и происходит в сравнительно узком интервале содержания яда. Так, для фтористого натрия, как видно из табл. I, этот переход наблюдается в интервале

0,0425—0,17 кг/м³. Подобный характер в действии малых доз на пленчатый домовый гриб наблюдался нами при испытании кремнефтористого натрия, динитрофенола, азотнокислого свинца, медного купороса и других антисептиков.

Изменение доли непораженных образцов с увеличением содержания яда в древесине, а также устойчивость и воспроизводимость при повторных испытаниях с одинаковым количеством яда были исследованы методом, основанным на вероятности защиты древесины. Относительное количество защищенных образцов — устойчивый и воспроизводимый показатель токсичности антисептиков [2].

Таким образом, при испытании антисептиков учет способности гриба поражать или разрушать древесину позволит избежать трудностей, связанных с увеличением изменчивости и с распадом серий однородных образцов на различные группы по качеству. При оценке токсичности антисептиков на большую объективность и надежность качественного критерия указывает П. И. Рыкачев [7].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Д. А. Беленков. Тип распределения экспериментальных данных, характеризующих противогнилостную стойкость древесины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1963.
- [2]. Д. А. Беленков. Метод оценки токсичности антисептиков по вероятности защиты древесины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1966.
- [3]. ГОСТ 11540—65. Древесина. Антисептики. Методы испытаний на токсичность и вымываемость.
- [4]. Ф. Ф. Мазур. Биологические испытания антисептированной древесины с применением радиоактивных изотопов. Научное сообщение. ЦНИИСК, М., 1959.
- [5]. В. Н. Петри, Д. А. Беленков. Влияние термической обработки древесины сосны на ее противогнилостную стойкость. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1963.
- [6]. П. И. Рыкачев. О методе испытаний антисептиков для древесины. Труды ЦНИИМОДа, вып. 2/8, 1951.
- [7]. П. И. Рыкачев. Некоторые вопросы методов испытаний антисептиков для древесины. Труды ЦНИИМОДа, вып. 4, 1958.
- [8]. П. И. Рыкачев. К вопросу об определении «предельной дозы» антисептиков и о новых показателях их токсичности. Сб. ЦНИИМОДа «Вопросы защиты древесины», М.—Л., 1961.
- [9]. British standards 838. Method of test for the toxicity of wood preservatives to fungi. 1939.
- [10]. Deutsche Normen. Prüfung von Holzschutzmitteln. Mycologische Kurzprüfung Klötzchen Verfahren DIN 52176, 1939.
- [11]. JISA 9302—1957. Методы испытания эффективности антисептиков для лесоматериалов. Япония. Переводы японских стандартов, М., 1965.
- [12]. G. Theden. Ergebnisse mycologischer Holzschutzmitteln — Prüfung nach abgewandelten Prüfverfahren. Holz als Roh- und Werkstoff, Bd. 11, H. 2, s. 41—45, 1953.

Поступила в редакцию
6 октября 1966 г.

УДК 674.05

АНАЛИЗ ПНЕВМОПРИВОДА ТОРЦОВОЧНОГО СТАНКА ЦКБ-3

Ю. А. ВАРФОЛОМЕЕВ

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

При использовании сжатого воздуха для привода механизмов подачи торцовочных, сверлильных, шипорезных и других станков и агрегатных головок приходится учитывать один из недостатков пневмопривода: неравномерность скорости хода в процессе движения. Чтобы уменьшить влияние этого недостатка, обычно применяют пневмогидраулику, однако «опыт показывает, что при правильном выборе параметров привода и при правильном использовании средств регулирования скорости равномерность и плавность движения штока будут достаточными для выполнения не только транспортных, но и других технологических операций» [5]. Механизмы подачи ряда деревообрабатывающих станков должны обеспечивать возвратно-поступательные движения; при этом к скоростям не предъявляют очень жестких условий. Необходимо лишь, чтобы они были близки к установленным значениям и не превышали их. Пневматические цилиндры с успехом могут применяться в этих механизмах, если подобрать соответствующие конструкции и параметры работы цилиндров. Величину скорости подачи определяют из расчета допустимой чистоты поверхности или мощности привода. Так, для торцовочного станка рекомендуют подачу 0,117—0,49 м/сек [7] при $n = 1500$ об/мин, $z = 96$ зубьев.

В данной статье на основании работ Е. В. Герца и Г. В. Крейнина предложен метод подхода к выбору оптимальных параметров цилиндра. Некоторые авторы [3], [4], [5], [6], выразив дифференциальные уравнения движения штока в безразмерных параметрах, дали комплекс решений пневматических механизмов. Анализ этих решений позволил выявить ряд закономерностей, пользуясь которыми можно определить направление решения поставленной задачи.

Мы будем касаться только односторонних пневматических цилиндров без возвратной пружины, которые характеризуются безразмерными параметрами: нагрузки η_a и конструктивным N .

Влияние, оказываемое величинами этих параметров на характер изменения скорости движения поршня в процессе рабочего хода, можно показать на примерных графиках (рис. 1). Нас интересует случай, когда равномерность скорости хода будет наибольшей. Для этого согласно графикам и теоретическому анализу [5] необходимо стремиться к уменьшению N и увеличению η_a , то есть из всех возможных вариантов необходимо выбрать те, в которых $\eta_a = \max$ и $N = \min$. Однако чрезмерное увеличение η_a недопустимо, так как при незначительном внезапном увеличении нагрузки или уменьшении давления воздуха в

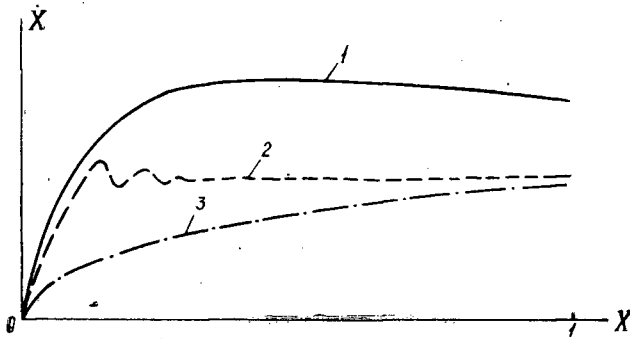


Рис. 1.

1 — $N = 0,25$, $\eta_a = 0,3$; 2 — $N = 0,25$, $\eta_a = 0,9$; 3 — $N = 5,0$, $\eta_a = 0,3 \div 0,9$.

сети механизм может остановиться. Можно рекомендовать $\eta_a = 0,7 \div 0,8$. Величина установившейся скорости движения поршня — также определяющий фактор при выборе параметров цилиндра.

В статье приведены результаты расчета и дан анализ трех конструкций цилиндров, которые применяют для привода торцовочных станков типа ЦКБ-3 на предприятиях г. Архангельска.

Структурная схема механизма показана на рис. 2.

В расчетах используем обозначения и допущения, принятые в одной из монографий [5].

Конструктивный параметр

$$N = \frac{\mu f}{F} \sqrt{\frac{2mgkRT_m}{\rho_m FS(k-1)}}$$

где μ — коэффициент расхода системы (принято $\mu = 0,3$);

f — площадь входного отверстия трубопровода;

F — площадь поршня;

m — масса движущихся звеньев, приведенная к штоку;

k — коэффициент политропы процесса (принято $k = 1,4$);

R — газовая постоянная воздуха (равна 29,27);

T_m — температура воздуха в магистрали (принято $T_m = 290^\circ \text{K}$);

S — ход поршня;

p_m — давление воздуха в магистрали.

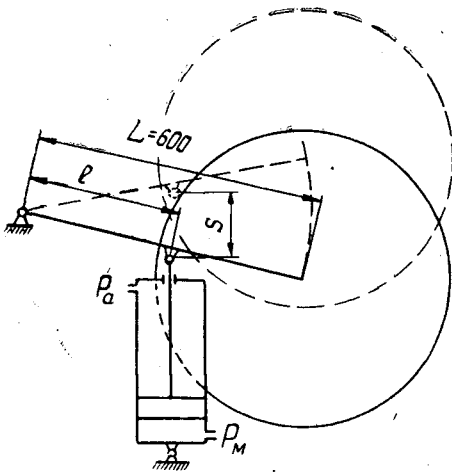


Рис. 2.

Параметр нагрузки

$$\eta_a = \frac{P}{p_m F} + \frac{p_a}{p_m},$$

где P — сумма всех сопротивлений, приведенная к штоку.

Можно принять, что в процессе рабочего хода $P = \text{const}$, поскольку усилие отжима при резании (которое является переменным) составляет не более 6% от полной нагрузки, и изменение нагрузки на шток вследствие перемены угла наклона рамки не превышает 3%.

Установившаяся скорость движения поршня выражается так

$$\dot{x}_y = 7,62 \cdot 10^2 \frac{\mu \cdot f}{F} \dot{X}_y,$$

где

$$\dot{X}_y = \frac{\varphi(Y_y)}{Y_y};$$

$$Y_y = \frac{p_y}{p_m}.$$

Давление воздуха в цилиндре в период установившегося движения

$$p_y = p_a + \frac{P}{F};$$

$$\varphi(Y_y) = \sqrt{Y_y^{\frac{2}{k}} - Y_y^{\frac{k+1}{k}}}.$$

Установившаяся скорость подачи пилы

$$\dot{x}_{yп} = \frac{\dot{x}_y l}{L}.$$

Все эти показатели находят последовательно для каждого выбранного варианта. Начальные условия для расчета принимают из конструктивных и практических соображений.

Принятые нами исходные данные и результаты расчета приведены в табл. 1, 2, 3.

Таблица 1

$p_m \cdot 10^4,$ кг/м ²	$f \cdot 10^{-4},$ м ²	$P, \text{ кг}$	N	η_a	$\dot{x}_{yп},$ м/сек
4,0	0,785	140	1,92	0,905	1,08
	0,502		1,23		0,69
	0,282		0,69		0,39
	0,196		0,48		0,27
	0,785		1,81		1,64
4,5	0,502	145	1,16	0,825	1,05
	0,282		0,65		0,61
	0,196		0,45		0,41
	0,785		1,71		1,86
	0,502		1,01		1,21
5,0	0,282	150	0,61	0,760	0,66
	0,196		0,42		0,46

Примечание. Диаметр цилиндра $D = 0,0825$ м; рабочий ход $S = 0,125$ м; $l = 0,32$ м; $mg = 85$ кг.

Полученные данные свидетельствуют о том, что наилучшими решениями являются следующие: для 1-й конструкции $p_m = 5,0 \cdot 10^4$ кг/м², $j \approx 0,200 \cdot 10^{-4}$ м², ($N \approx 0,45$, $\eta_a \approx 0,760$); для 2-й конструкции $p_m = 4,0 \cdot 10^4$ кг/м², $f = 0,280 \cdot 10^{-4}$ м² ($N \approx 0,36$, $\eta_a = 0,715$), поскольку механизмы, работающие при этих параметрах, имеют η_a в пределах рекомендуемых величин, относительно небольшие значения N и установившуюся скорость $\dot{x}_{yп} \approx 0,49$ м/сек; 3-я конструкция имеет излишне большой запас привода при обычных давлениях воздуха в магистрали.

Подобные расчеты могут быть выполнены для всех возможных цилиндров и для каждого из них найдены оптимальные параметры.

Таблица 2

$P_m \cdot 10^4$, кг/м ²	$f \cdot 10^{-4}$, м ²	P , кг	N	η_a	$x_{уп}$, м/сек
4,0	0,785	145	1,02	0,715	1,45
	0,502		0,65		0,92
	0,282		0,37		0,52
	0,196		0,25		0,36
	0,785		0,96		1,63
4,5	0,502	152	0,61	0,657	1,05
	0,282		0,34		0,59
	0,196		0,24		0,41
	0,785		0,91		1,81
	0,502		0,58		1,15
5,0	0,282	160	0,33	0,610	0,65
	0,196		0,23		0,43

Примечание. Диаметр цилиндра $D = 0,102$ м; рабочий ход $S = 0,125$ м; $l = 0,320$ м; $mg = 85$ кг.

Таблица 3

$P_m \cdot 10^4$, кг/м ²	$f \cdot 10^{-4}$, м ²	P , кг	N	η_a	$x_{уп}$, м/сек
4,0	0,785	100	0,59	0,570	1,04
	0,502		0,38		0,67
	0,282		0,28		0,37
	0,196		0,15		0,26
4,5	0,785	107	0,53	0,527	1,13
	0,502		0,34		0,72
	0,282		0,19		0,41
	0,196		0,13		0,28
5,0	0,785	115	0,50	0,495	1,20
	0,502		0,32		0,77
	0,282		0,18		0,43
	0,196		0,12		0,30

Примечание. Диаметр цилиндра $D = 0,102$ м; рабочий ход $S = 0,220$ м; $l = 0,600$ м; $mg = 45,5$ кг.

Дальнейший анализ работы цилиндров при установленных параметрах (для определения характера движения поршня, степени равномерности хода и времени разгона) следует проводить путем решения системы дифференциальных уравнений движения поршня [1], [3], [5].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Н. Бежанов. Пневматические механизмы. Машгиз, 1957. [2]. Б. Н. Бежанов. Пневматические системы автоматизации технологических процессов. Машгиз, 1963. [3]. Е. В. Герц, Г. В. Крейнин. Теория и расчет силовых пневматических устройств. Изд. АН СССР, 1960. [4]. Е. В. Герц, Г. В. Крейнин, М. А. Поляков. Исследование динамики пневматических устройств при различных режимах движения. Сб. «Теория машин и механизмов», вып. 100, АН СССР, 1964. [5]. Е. В. Герц, Г. В. Крейнин. Динамика пневматических приводов машин-автоматов. Изд-во «Машиностроение», 1964. [6]. Г. В. Крейнин. Исследование динамики односторонних пневматических устройств машин-автоматов. Сб. «Теория машин-автоматов и гидropневмопривода». Машгиз, 1963. [7]. Ф. М. Манжос. Деревообрабатывающие станки. Гослесбузмиздат, 1963.

Поступила в редакцию
15 октября 1966 г.

УДК 674.815—41

ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫЙ МАТЕРИАЛ С РЕГУЛИРУЕМОЙ ВЫСОКОЙ ПРОЧНОСТЬЮ

Г. В. КЛАР

Старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук

(Институт леса и древесины СО АН СССР)

В Институте леса и древесины СО АН СССР впервые в нашей стране с 1961 г. начаты исследования древесностружечных материалов с повышенной прочностью вдоль ориентированных стружек.

В статье освещается часть результатов, касающихся закономерностей изменения некоторых физико-механических свойств плит с ориентацией стружек и конструкции плит*.

«Ковер» с ориентированными стружками формировали на сконструированной лабораторной установке механического действия (рис. 1). Различные высоты смежных перегородок в ориентирующей решетке в сочетании с колебательными движениями ускоряют прохождение стружек, которые при падении через решетку ориентируются по длине ее перегородок. Производство однослойных и многослойных плит с ориентированными стружками, очевидно, можно осуществить в современном автоматизированном заводском потоке. Они могут быть получены при прессовании перпендикулярно к плоскости плиты при периодическом и непрерывном способах производства. При этом между формирующей машиной и конвейером с поддонами или непрерывной стальной лентой дополнительно должно устанавливаться несложное устройство для ориентации стружек механическим способом или в электрическом поле. На рис. 2 показано размещение устройства для механической ориентации стружек при периодическом способе производства трехслойных плит с наружными слоями ориентированной стружки.

В наших исследованиях связующее — смола МФ-17 (до 10% в расчете на сухой вес); отвердитель — хлористый аммоний вводили в смолу в количестве до 2%. Фактическое попадание связующего на стружку — около 8%. При подпрессовке удельное давление 10—15 кг/см², при прессовании — 18—20 кг/см². Температуру плит пресса поддерживали в пределах 134—140°С, продолжительность прессования 1 мин на 1 мм толщины плиты. Размер материала после обрезки по длине и ширине 210 мм. Толщина плит 19 и 10 мм. В опытах использовали сосновую древесину; в среднем слое трехслойных плит — опилки лиственницы. Для каждого варианта сделано не менее 3 плит (всего 270 шт.). Результаты испытаний обрабатывали методами математической статистики.

В первой серии опытов прессовали однослойные плиты (объемный вес 0,67 г/см³) из стружек длиной 40—45 мм, шириной 6—8 мм и толщиной 0,35—0,40 мм. Контрольные плиты с обычным беспорядочным расположением стружек имели прочность при статическом изгибе в плоскости плиты 312 кг/см². При направленном расположении стружек прочность при изгибе плит вдоль ориентации возросла до 462 кг/см², в поперечном направлении снизилась до 68 кг/см². Более широкие

* В экспериментальных работах принимали участие ст. лаборанты М. И. Климова и С. Н. Усачев.

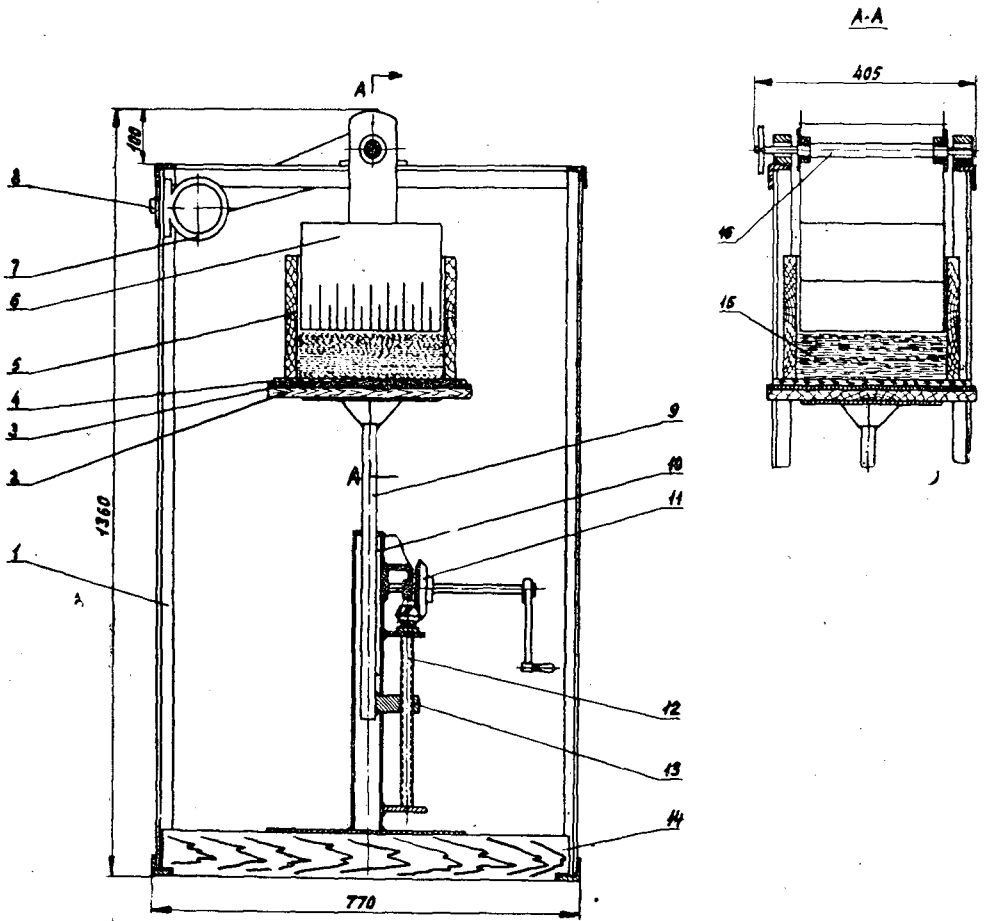


Рис. 1. Схема лабораторной установки для ориентации древесных частиц механическим способом.

1 — станина; 2 — стол; 3 — резиновая прокладка; 4 — лист фанеры с металлическим поддоном; 5 — формирующая рамка; 6 — ориентирующая решетка с параллельными перегородками; 7 — мотор; 8 — переключатель; 9 — стойка стола; 10 — направляющий цилиндр; 11 — ведущая коническая шестерня; 12 — ось ведомой шестерни; 13 — гайка; 14 — основание под ориентирующим устройством; 15 — стружечный «ковер»; 16 — вал.

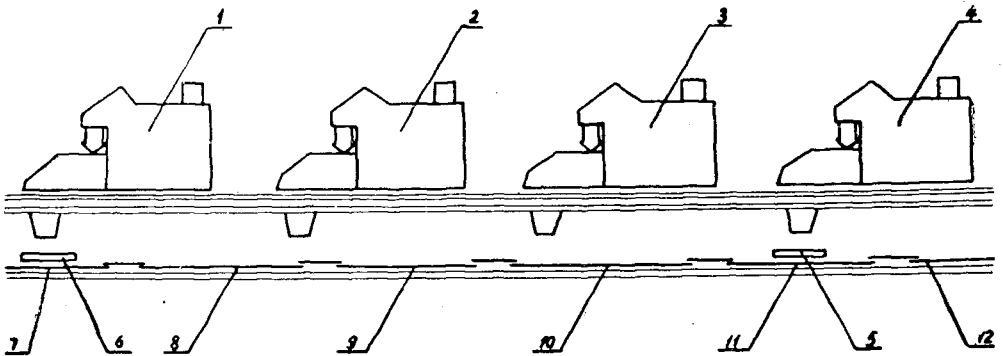


Рис. 2. Схема участка формирования стружечного ковра технологического потока производства трехслойных плит.

1 и 4 — машины для формирования верхнего и нижнего слоев; 2 и 3 — машины для формирования среднего слоя; 5 и 6 — устройства для продольной ориентации стружек верхнего и нижнего слоев; 7, 8, 9, 10, 11, 12 — поддоны.

исследования однослойных плит (объемный вес 0,63—0,65 г/см³) проводили со стружками (длина 40—50 мм, ширина 5—8 мм и толщина 0,4 мм), изготовленными из лент шпона. Результаты исследований механических показателей плит при различном порядке расположения

Таблица 1

Расположение стружек	Расстояние между перегородками ориентирующей решетки, мм	Угол ориентации, град	Статистические величины для предела прочности при статическом изгибе		
			M , кг/см ²	$\pm m$, кг/см ²	p , %
Ориентированное вдоль	34	25	476	8,74	1,8
	24	20	530	12,10	2,3
	19	11	542	13,19	2,4
Ориентированное поперек	34	25	141	10,4	7,4
	24	20	126	1,93	1,5
	19	11	111	5,12	4,6
Неориентированное	—	—	276	8,66	3,1

стружек приведены в табл. 1. Ориентация стружек способствует повышению предела прочности при статическом изгибе в продольном и снижению — в поперечном направлениях (различия везде достоверны). Модуль упругости при лучшей ориентации вдоль плиты достигает 75 580 и поперек плиты — 12 000 кг/см². После выдержки образцов плит в воде в течение одних суток их разбухание (с улучшением ориентации) снизилось в продольном направлении с 0,36 до 0,29% и возросло в поперечном с 1,1 до 2,9%. Отмеченное различие разбухания достоверно. В плитах с беспорядочным расположением стружек различие разбухания в плоскости плиты (0,54 и 0,61%) недостоверно. В этом случае стружка не гидрофобировалась.

Представляло интерес исследовать свойства плит, изготовленных из плоских станочных стружек. Ленты стружек изготовляли на станке марки СД-3. Расстояние между делительными ножами было увеличено до 40 мм. Ленты стружек по длине вдоль волокон 40 мм, по толщине 0,4 мм. Затем их измельчали в молотковой дробилке. После дробления и отсева на сите с отверстиями 4 мм средние размеры стружек по длине, ширине и толщине равны соответственно 29,5, 4,1 и 0,4 мм. Отношение длины к толщине этих стружек равно 74. Результаты испытания однослойных плит объемным весом 0,76—0,78 г/см³ из станочной стружки (рис. 3 и табл. 2) подтвердили указанные ранее закономерности перераспределения свойств в плоскости плиты в зависимости от расположения стружек. Данные табл. 2 показывают, что прочность и модуль упругости при изгибе вдоль ориентации примерно в 2 раза выше, чем у плит с неориентированными стружками. Достигнутые высокие показатели прочности — не предел. Например, при большей величине отношения длины к толщине стружек (91) прочность при изгибе возросла и составила вдоль ориентации 643 кг/см², поперек — 128 кг/см². Контрольные плиты из неориентированных стружек имели в этом случае прочность 339 кг/см².

Плиты с ориентированными и неориентированными стружками не имеют достоверного различия в водопоглощении. Разбухание в плоскости плиты при беспорядочном расположении стружек естественно одинаковое. При упорядоченном положении стружек разбухание в поперечном направлении больше, чем вдоль ориентации. Это различие небольшое, но достоверное.

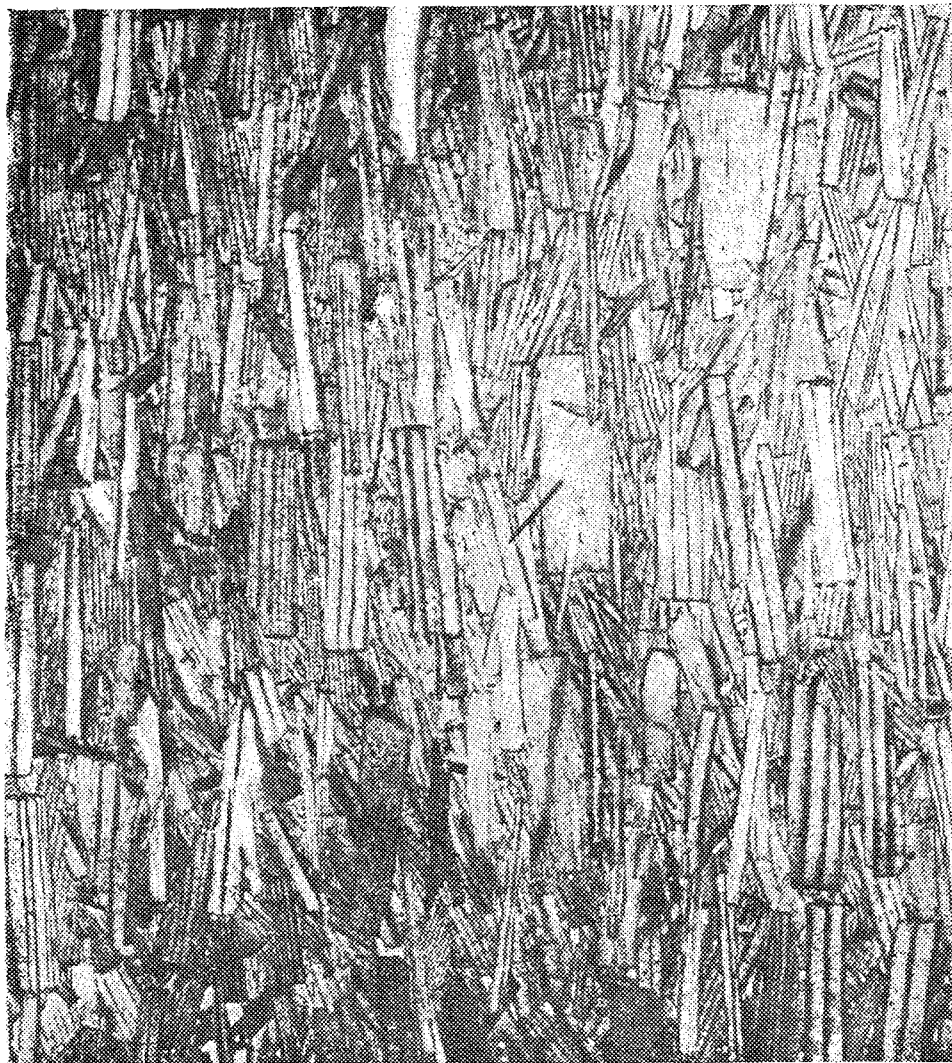


Рис. 3. Структура плиты с ориентированными стружками.

Влияние объемного веса на прочность при статическом изгибе однослойных плит из стружек специального станочного изготовления и стружек-отходов от деревообрабатывающих станков показано в табл. 3. В плитах из стружек-отходов повышение прочности с ростом объемного веса более значительно, чем в плитах из специальной станочной стружки (тем более при ее ориентированном расположении).

При работе плиты на изгиб наибольшие напряжения возникают в наружных слоях. Поэтому представляет интерес выявить эффект упрочнения ориентированными стружками. В табл. 4 приведены величины предела прочности при статическом изгибе трехслойных плит со средним слоем из неориентированных станочных стружек и стружек-отходов, облицованных наружными слоями ориентированной стружки.

Дополнительно запрессовывали и испытывали однослойные плиты из стружек-отходов (объемный вес 0,76—0,78 г/см³).

Таблица 2

Показатель физико-механических свойств	Расположение стружек	Структура плит и вид стружек	Статистические величины					
			n	M	$\pm m$	σ	$v, \%$	$p, \%$
Прочность при статическом изгибе	Вдоль Поперек Беспорядочное	Однослойная, станочная	11	560	24,8	82,3	14,7	4,4
			21	82	2,8	13,2	16,1	3,5
			18	290	13,6	54,6	18,7	4,7
	" "	Однослойная, стружка-отходы	16	173	5,5	21,9	12,7	2,2
			11	475	20,6	68,5	14,4	4,3
Поперек	Трехслойная, наружные слои — станочная стружка, средние — стружка-отходы	16	129	5,6	22,3	17,3	4,3	
Модуль упругости при статическом изгибе	Вдоль Поперек Беспорядочное	Однослойная, станочная	9	100000	5000	14000	14,0	5,0
			16	16000	530	2120	13,3	3,2
			17	44000	950	3900	8,9	2,1
	" "	Однослойная, стружка - отходы	16	28900	950	3800	13,1	3,3
			11	70600	2170	7190	10,1	3,1
Поперек	Трехслойная, наружные слои — станочная стружка, средний — стружка-отходы	13	17350	620	2240	12,9	3,6	
Водопоглощение	Ориентированное		46	37,0	1,10	7,7	20,4	3,0
	Беспорядочное		26	40,0	1,10	5,8	14,5	2,8
Разбухание в плоскости плиты	Ориентированное, вдоль поперек		46	0,50	0,02	0,12	24,0	3,6
			46	1,56	0,04	0,25	16,0	2,4
	Беспорядочное, вдоль поперек		26	0,61	0,03	0,14	22,9	4,5
			26	0,61	0,02	0,10	16,4	3,2
Разбухание по толщине	Ориентированное		46	14,30	0,54	3,7	25,8	3,8
	Беспорядочное		26	18,6	0,70	3,84	20,6	4,1

В трехслойных плитах средний слой составлял 50% веса плиты. Из табл. 2 видно, что в трехслойных плитах, как и в однослойных, ориентация стружек влияет на перераспределение величин прочности и модуля упругости при изгибе в плоскости плиты. Комбинация среднего слоя из стружек-отходов с наружными слоями ориентированных стружек позволила увеличить прочность и модуль упругости вдоль ориентации трехслойных плит соответственно в 2,7 и 2,4 раза по сравнению с плитами из стружек-отходов. Прочность трехслойных и однослойных плит, полностью изготовленных из ориентированной высококачественной стружки, не имеет достоверного различия.

Для определения оптимальной величины наружных упрочняющих слоев было предусмотрено различное отношение их веса к весу стру-

Таблица 3

Вид и ориентация стружек	Объемный вес, $г/см^3$	Прочность при статических изгибах*	
		$кг/см^2$	%
Станочные ориентированы	0,61	485	86,6
" "	0,77	560	100,0
Станочные не ориентированы	0,61	249	74,5
" "	0,77	290	100,0
Отходы не ориентированы	0,61	100	57,8
" "	0,76	173	100,0

* Для плит с ориентированной стружкой — прочность вдоль ориентации.

Таблица 4

Вид и ориентация стружек	Отношение веса стружек верхних слоев к весу стружек плиты, %	Объемный вес, $г/см^3$	Прочность при статическом изгибе вдоль стружек, $кг/см^2$
Наружные слои — стружка ориентирована, средний слой — не ориентирована	30	0,65	336
	50	0,63	343
Наружные слои — стружка ориентирована, средний слой — стружки-отходы не ориентированы	30	0,64	284
	50	0,61	323
	50	0,77	475

жек всей плиты — 20, 40 и 60%. Это соответствовало толщине наружного слоя — примерно 1,2 и 3 мм. Установлено, что при увеличении доли наружных слоев ориентированных стружек с 20 до 40% прочность при изгибе трехслойных плит возрастает более значительно, чем при увеличении до 60%. Прессование трехслойных плит за один прием обеспечивает большую прочность, чем напрессовка стружек на плиту среднего слоя. Повышение объемного веса наружных слоев увеличивает прочностные показатели трехслойных плит. В отличие от однослойных плит, полностью изготовленных из ориентированных стружек (табл. 2), в трехслойных плитах при среднем слое из стружек-отходов повышается водопоглощение и разбухание по толщине и несколько уменьшается различие между продольным и поперечным разбуханием.

Используемые в производстве древесностружечных плит синтетические смолы еще дороги. Исследования Уральского лесотехнического института и Института леса и древесины СО АН СССР свидетельствуют о возможности получения пластиков из опилок лиственницы без связующих. Однако эти пластики при объемном весе, меньшем единицы, имеют сравнительно невысокую прочность. Так, по нашим исследованиям, прочность пластика объемным весом 0,89—0,94 $г/см^3$ при статическом изгибе равна 99—126 $кг/см^2$ (влажность опилок 15%, удельное давление прессования 20 $кг/см^2$, температура плит от 135 до 160°C). Результаты испытаний трехслойных плит со средним слоем из опилок лиственницы и наружными слоями ориентированных стружек показаны в табл. 5. Влажность опилок лиственницы 13%. Для наружных слоев использовали специальную станочную стружку.

Таблица 5

Удельное давление прессования, кг/см ²	Температура, °С	Время выдержки, мин/мм толщины	Отношение веса стружек наружных слоев к весу плиты, %	Объемный вес, г/см ³	Прочность при статическом изгибе вдоль стружек, кг/см ²
20	135—140	1	20	0,75	169
20		1	40	0,75	355
20		1,5	40	0,74	409
20	165—170	1	20	0,76	279
20		1	40	0,82	402
50	135—140	1	20	0,74	224
50		1,5	20	0,74	228
50		1,5	40	0,84	457
50	165—170	1	20	0,84	315
50		1,5	40	0,85	334

Из данных табл. 5 следует, что с повышением давления и температуры прессования прочность плит возрастает. С увеличением массы стружек верхних слоев с 20 до 40% (по отношению к весу стружек плиты) прочность плит значительно повышается. Следует заметить, что связующее вводили только в стружки наружных слоев. Склеиванию среднего слоя опилок лиственницы способствовал находящийся в них арабогалактан. Общий расход связующего в пересчете на всю плиту (на сухой вес) составлял лишь 4%. Для повышения стабильности плит можно применять термообработку и другие способы.

Рассматриваемые в нашей статье результаты относятся к плитам из стружек, ориентированных механическим способом. Исследование ориентации в электрическом поле высокого напряжения показало возможность успешной укладки мелких древесных частиц и частиц искривленной формы. При механическом способе ориентации получена более высокая прочность плит и работы более безопасны. Выявленные нами закономерности изменения свойств плит в связи с ориентацией стружек согласуются с данными, полученными в ЧССР и ФРГ.

В заключение следует подчеркнуть, что ориентация стружек позволяет перераспределять величины физико-механических свойств в плоскости плиты и концентрировать высокую природную прочность древесины в заданном (рабочем) направлении. Облицовка среднего слоя (из материала низкого качества) ориентированными стружками повысила прочность и модуль упругости вдоль ориентации в 2 раза и более. Это способствует расширению сферы применения материала из измельченной древесины, когда требуется повышенная прочность в одном направлении, например, в производстве мебели, тары, в строительстве и т. д. Ориентированными стружками можно упрочнять экструзионные плиты, а также низкопрочный материал из опилок и стружек-отходов. В перспективе — изготовление готовых деталей и изделий с заданной ориентацией с учетом направления и величины предполагаемых нагрузок.

УДК 621.822 : 674.812

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ИЗ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗКАХ

Н. С. СМОГУНОВ

Ассистент

(Воронежский лесотехнический институт)

Подшипники скольжения из прессованной древесины обладают очень низкой теплопроводностью, поэтому их работоспособность определяется интенсивностью отвода тепла, которое выделяется от работы трения в окружающую среду. При тепловом расчете необходимо учитывать режимы работы подшипников. При жидкостном режиме, когда смазка подается под давлением, тепло отводится циркулирующим маслом и валом подшипника; для втулок из торцового гнущья (ДП-ГТ) необходимо учитывать отвод тепла через корпус подшипника. При граничном трении (при ограниченной подаче смазки) отвод тепла происходит через вал подшипника, а для втулок из ДП-ГТ — и через корпус подшипника.

Введем обозначения

- Q — количество тепла, выделяющегося в единицу времени от работы трения, *ккал/час*;
- Q_B — количество тепла, отводимого через вал подшипника в окружающую среду, *ккал/час*;
- Q_M — количество тепла, отводимого циркулирующим маслом, *ккал/час*;
- Q_{II} — количество тепла, отводимого через подшипник и корпус подшипника в окружающую среду, *ккал/час*;
- $P_{эф}$ — эффективная нагрузка, *кг*;
- L — длина подшипника;
- T — длительность цикла нагружения;
- v — скорость скольжения;
- f — коэффициент трения;
- α — коэффициент, учитывающий частоту переменной нагрузки (с увеличением частоты увеличивается коэффициент — 0,8—1,5);
- r — радиус цапфы;
- μ — вязкость масла;
- радиальный зазор;
- ψ — относительный зазор;
- χ — относительный эксцентриситет;
- коэффициент, учитывающий дополнительное охлаждение вала интенсивно движущимся воздухом (для транспортных машин он равен 4,0, для погрузочно-разгрузочных — 1,7, для работающих в закрытом помещении машин — 1—1,7);
- F — поверхность вала, на которой происходит интенсивный отвод тепла; зависит от расположения подшипника (для средних подшипников — $7,0 \pi d^2$, для конических — $3,75 \pi d^2$);
- F_1 — наружная поверхность подшипников, омываемая воздухом;
- k — коэффициент теплоотдачи от стали воздуху (зависит от условий теплообмена и колеблется в пределах от 7,5 до 12,5);

- k_1 — коэффициент теплопередачи;
 α_m — коэффициент теплоотдачи от масла вкладышу;
 α_b — коэффициент теплоотдачи от корпуса подшипника воздуху;
 λ_n — коэффициент теплопроводности вкладыша из прессованной древесины (зависит от направления волокон во вкладыше);
 λ_k — коэффициент теплопроводности корпуса подшипника;
 δ_n — толщина стенки втулки;
 D_{np} — наружный диаметр втулки;
 d_n — внутренний диаметр втулки;
 D_k — наружный диаметр корпуса подшипника;
 G — количество масла, протекающего через подшипник;
 c — удельная теплоемкость масла;
 γ' — удельный вес масла;
 Δt_m — разность температур выходящего и входящего масла;
 Δt_b — разность температур вала и окружающей среды.

Уравнение теплового баланса при установившемся режиме работы имеет вид

$$Q = Q_m + Q_b + Q_n. \quad (1)$$

Количество тепла, выделяющегося в единицу времени от работы трения, можно определить по формуле

$$Q = 8,43\alpha P_{\text{эф}} f v \text{ ккал/час}. \quad (2)$$

Для жидкостного трения эффективную нагрузку определяют по формуле

$$P_{\text{эф}} = \frac{24\mu r^3 L T A}{\delta^2} \text{ кг} \quad (3)$$

или

$$P_{\text{эф}} = 24\mu r^5 A T L \text{ кг}, \quad (4)$$

где

$$A = \frac{z}{\sqrt{1-z^2}} \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{1+z}{1-z}}; \quad (5)$$

для граничного трения величину $P_{\text{эф}}$ следует брать среднюю за цикл нагружения.

Количество тепла, отдаваемое валом в окружающую среду, можно определить по формуле

$$Q_b = \beta F k \Delta t_b \text{ ккал/час}; \quad (6)$$

$$F = 28\pi r^2.$$

Для подшипников с втулками из прессованной древесины контурного полого прессования (ДП-К) количество тепла, отводимое через корпус подшипника, равно нулю, а для подшипников с втулками торцового гнутья (ДП-ГТ) оно составляет 15—20% от общего количества тепла; его можно найти по формуле

$$Q_n = \beta k_1 F_1 \Delta t_m \text{ ккал/час}; \quad (7)$$

k_1 определяют из выражения

$$\frac{1}{k_1} = \frac{1}{\alpha_m} \cdot \frac{2}{d_n} + \frac{1}{\lambda_n} \ln \frac{d+2\delta}{d} + \frac{1}{\lambda_k} \ln \frac{D_k}{D_n} + \frac{1}{\alpha_b} \cdot \frac{2}{D_k}; \quad (8)$$

$$\lambda_n \perp = 0,21 \text{ ккал/м} \cdot \text{г} \cdot \text{град};$$

$$\lambda_n \parallel = 0,65 \div 0,70 \text{ ккал/м} \cdot \text{г} \cdot \text{град};$$

$$\lambda_n \# = 0,36 \text{ ккал/м} \cdot \text{г} \cdot \text{град}.$$

Количество тепла, отводимое циркулирующим маслом, определяют по формуле

$$Q_m = c\gamma' G \Delta t_m \text{ ккал/час.} \quad (9)$$

Тогда уравнение теплового баланса (1) получит вид

$$202,3\alpha AL T \mu r^5 \psi^2 f v = 28\pi\beta k r^2 \Delta t_b + \beta k_1 F_1 \Delta t_m + c\gamma' G \Delta t_m. \quad (10)$$

Из выражения (10) можно определить допустимую температуру в рабочей зоне

$$\Delta t_b = \frac{202,3\alpha AL T \mu r^5 \psi^2 f v - (k_1 F_1 \beta + c\gamma' G) \Delta t_m}{28\pi\beta k r^2} \leq (60 \div 65^\circ\text{C}). \quad (11)$$

Необходимое для нормальной работы подшипника количество масла можно определить из уравнения (10), если предварительно принять допустимую рабочую температуру в зоне трения

$$G = \frac{202,3\alpha AL T \mu r^5 \psi^2 f v - \beta (28\pi k r^2 \Delta t_b + k_1 F_1 \Delta t_m)}{c\gamma' \Delta t_m} \text{ л/час.} \quad (12)$$

Теплопроводностью подшипников из ДП-К можно пренебречь, тогда формулы (11) и (12) примут вид

$$\Delta t_b = \frac{202,3\alpha AL T \mu r^5 \psi^2 f v - c\gamma' G \Delta t_m}{28\pi\beta k r^2} \leq (60 \div 65^\circ\text{C}); \quad (13)$$

$$G = \frac{202,3\alpha AL T \mu r^5 \psi^2 f v - 28\pi\beta k r^2 \Delta t_b}{c\gamma' \Delta t_m} \text{ л/час.} \quad (14)$$

При граничном трении $Q_m = 0$ и формула (11) примет следующий вид:

для втулок из ДП-ГТ

$$\Delta t_b = \frac{8,43\alpha P_{max} f v - \beta k_1 F_1 \Delta t_m}{28\pi\beta k r^2} \leq (60 \div 65^\circ\text{C}); \quad (15)$$

для втулок из ДП-К

$$\Delta t_b = \frac{8,43\alpha P_{max} f v}{28\pi\beta k r^2} \leq (60 \div 65^\circ\text{C}). \quad (16)$$

Пример расчета подшипников из прессованной древесины контурного полого прессования (ДП-К) в опорных катках ходовой части бульдозера Д-271. Наиболее напряженный режим работы подшипника из ДП-К — при движении бульдозера с максимальной скоростью, так как при этом происходит наибольшее тепловыделение в зоне трения. Средняя величина нагрузки на каток составляет 1300 кг, а максимальная скорость скольжения подшипников при этом равна 0,63 м/сек. Период действия переменной нагрузки 1 сек, при этом коэффициент α равен 1,5, а коэффициент трения равен 0,0063.

Определим температуру в зоне трения по формуле (16)

$$\Delta t_b = \frac{8,43 \cdot 1,5 \cdot 650 \cdot 0,0063 \cdot 0,63}{24 \cdot 3,14 \cdot 1,7 \cdot 7,5 \cdot 0,0275^2} = 38^\circ\text{C}.$$

Как видно из расчета, температура находится в пределе, указанном в формуле (16). Это подтверждается результатами экспериментальных исследований и производственных испытаний.

Поступила в редакцию
30 ноября 1965 г.

УДК 674.817—41

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

СОПРОТИВЛЕНИЕ СЛОЯ СУХОГО
ДРЕВЕСНОГО ВОЛОКНА ПОТОКУ ВОЗДУХА

Е. М. БАКАЕВА

Младший научный сотрудник

С. Я. КОРОТОВ

Профессор, доктор технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

При производстве древесноволокнистых плит методом воздушного формования приходится иметь дело с сопротивлением слоя сухого древесного волокна потоку воздуха. Исходя из общих законов гидродинамики, сопротивление слоя можно выразить следующей формулой:

$$\Delta p = \lambda \frac{H}{d_s} \cdot \frac{W_0^2}{2g} \gamma_0, \tag{1}$$

где Δp — потерянный напор, мм вод. ст.;
 H — высота слоя волокнистого материала, м;
 W_0 — истинная скорость воздуха в каналах слоя, м/сек;
 γ_0 — удельный вес среды (воздуха), кг/м³;
 g — ускорение силы тяжести (9,81 м/сек²);
 λ — коэффициент трения;
 d_s — эквивалентный диаметр, м.

$$d_s = \frac{4\varepsilon}{S}, \tag{2}$$

здесь ε — коэффициент пористости $\left(\frac{\text{свободный объем, м}^3}{\text{общий объем, м}^3} \right)$;
 S — удельная поверхность волокна в объеме, м²/м³.

$$S = S_y \gamma_d (1 - \varepsilon), \tag{3}$$

где S_y — удельная поверхность волокна, м²/кг;
 γ_d — объемный вес волокна.

$$d_s = \frac{4\varepsilon}{S_y \gamma_d (1 - \varepsilon)}. \tag{2a}$$

Обозначим кажущуюся скорость в сечении слоя через W , тогда

$$W_0 = \frac{W}{\varepsilon}. \tag{4}$$

Из уравнений (1), (2a) и (4) получим

$$\lambda S_y = \frac{8g \cdot \varepsilon^3 \Delta p}{H \cdot \gamma_d \cdot \gamma_0 (1 - \varepsilon) \cdot W^2}. \tag{5}$$

В формуле (5) значения λ и S_y непосредственно не могут быть измерены, а все величины, входящие в правую часть уравнения, могут быть установлены опытным путем или легко вычислены. Таким образом, величину комплекса λS_y можно всегда определить.

Коэффициент трения λ есть функция критерия Рейнольдса; при ламинарном движении потока эта функция выражается уравнением $\lambda = \frac{A}{Re}$ (A — некоторая величина, зависящая от формы каналов). Величину критерия Рейнольдса можно найти из уравнения

$$Re = \frac{W_0 \cdot d_0 \cdot \gamma_0 \cdot 1000}{\mu_{\text{сп}}}, \quad (6)$$

где $\mu_{\text{сп}}$ — вязкость среды (воздуха), *спз*.

Из уравнений (2а), (4) и (6) получим

$$Re S_y = \frac{4000 \cdot \gamma_0 \cdot W_0 \cdot \varepsilon}{\gamma_d (1 - \varepsilon) \mu_{\text{сп}}}. \quad (6a)$$

Комплекс $Re S_y$ можно всегда вычислить, если известны величины, входящие в правую часть уравнения.

Функциональную зависимость между λ и Re можно представить в виде уравнения

$$S_y \lambda = \frac{A \cdot S_y^2}{\kappa \varepsilon S_y}. \quad (7)$$

Волокна в слое могут лежать более или менее равномерно. Всякая неравномерность укладки наравне с более узкими каналами дает и более широкие, через которые устремится основная масса воздуха. Проток через более широкие каналы связан с меньшими потерями давления, следовательно, в случае неравномерной укладки волокон коэффициент трения будет уменьшаться. Формула (7) примет вид

$$S_y \lambda = \frac{A \cdot S_y^2}{Re \cdot S_y} \psi, \quad (7a)$$

где ψ — коэффициент неравномерности укладки волокон (очевидно, $\psi \leq 1$).

Функциональная зависимость $S_y \lambda = f(Re S_y)$ проверена нами на опытах. Методика исследования следующая: навеску характеризованного по качеству и влажности волокна укладывали на сетку в стеклянную трубку, через слой волокна сверху вниз пропускали воздух с различной скоростью. Скорость воздуха замеряли ротаметром, перепад давлений — манометром.

Путем подсчета было найдено, что сопротивлениями входа воздуха в волокно и выхода воздуха из сетки, а также сопротивлением сетки можно пренебречь.

В опытах высоту слоя изменяли в пределах 0,1—0,41 м, скорость воздуха — в пределах 0,099—0,227 м/сек, пористость слоя — в пределах 0,9—0,968, перепад давлений — в пределах 3—58 мм вод. ст.

Пористость определяли по формуле

$$\varepsilon = \frac{V - \frac{G}{\gamma_d}}{V}, \quad (8)$$

где V — объем волокна, м³;
 G — навеска волокна, кг.

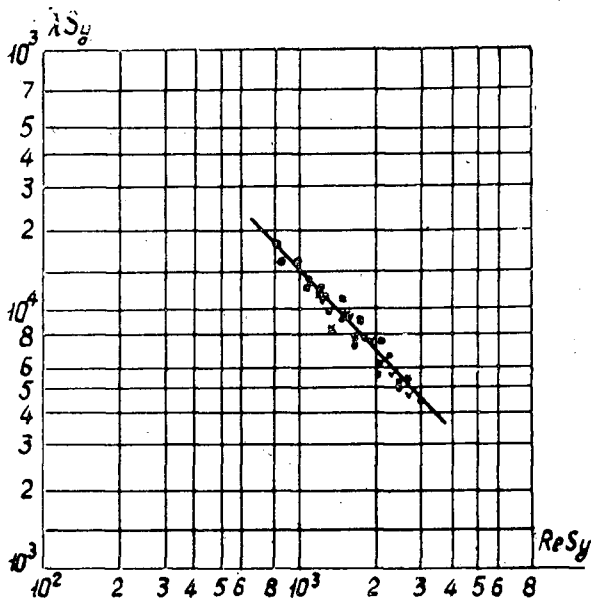


Рис. 1.

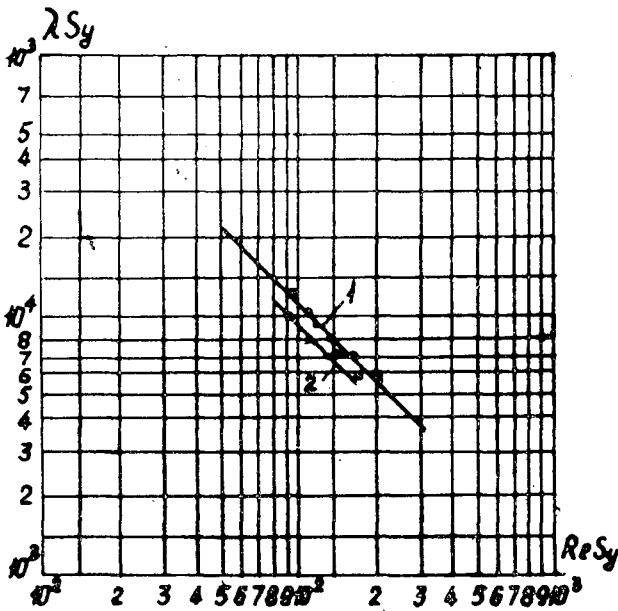


Рис. 2.

1 — $\psi = 0,91$; 2 — $\psi = 0,627$.

Температура воздуха была равна 20°C , для расчетов приняты $\gamma_0 = 1,2 \text{ кг/м}^3$, $\mu_{\text{сн}} = 0,0181 \text{ снз}$. Для опытов было взято дефибраторное лревесное волокно влажностью 10%, более подробно описанное в одной из наших работ*.

* Е. М. Бакаева, С. Я. Коротов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1966.

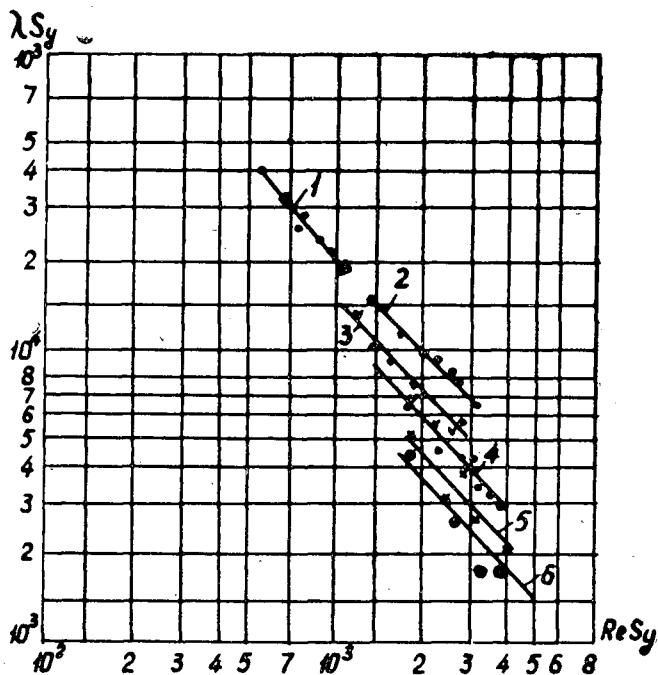


Рис. 3.

1 — фракция 0,5 мм; 2 — фракция 1,0 мм, $\psi=1$; 3 — фракция 1,0 мм, $\psi < 1$; 4 — фракция 1,5 мм, $\psi=1$; 5 — грубая фракция, $\psi=1$; 6 — грубая фракция, $\psi < 1$.

Были испытаны сопротивления древесного волокна в целом и его фракций.

На рис. 1, 2, 3 приведены кривые зависимости коэффициента трения от режима движения воздуха.

На рис. 1 представлены в целом результаты всех опытов с волокном, на рис. 2 показано значение ψ в разных опытах, на рис. 3 приведены результаты опытов с фракциями волокон.

Во всех случаях угол наклона прямой равен 45° , то есть критерий Рейнольдса имеет показатель степени, равный единице.

Если для опыта, давшего самый большой комплекс $AS_y^2 = \lambda \cdot S_y \cdot ReS_y$, принять $\psi = 1$, то для опыта с самой неравномерной укладкой $\psi = 0,63$. Очевидно, для любого волокна можно найти самое большое значение комплекса AS_y^2 и, пользуясь им, для других случаев находить коэффициенты ψ , которые будут характеризовать неравномерность укладки волокна.

Пользуясь величиной S_y , определенной по скорости витания*, можно найти величину A (табл. 1).

Из данных таблицы видно, что величина A плавно увеличивается при переходе от более грубого волокна к более тонкому, иными словами, она зависит от удельной поверхности волокна. Вероятно, на величину A влияет также порода древесных волокон, их влажность и другие факторы.

Таким образом, нами найдено, что сопротивление слоя древесных волокон потоку воздуха может быть определено по обычным форму-

* Е. М. Бакаева, С. Я. Коротов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1966.

Таблица 1

Показатели	Все воло- но	Грубая фракция (не проходит через отвер- стия в сите диаметром 1,5 мм)	Фракция 1,5 мм (проходит через отверстия в сите диаметром 1,5 мм, но не проходит через отверстия диаметром 1,0 мм)	Фракция 1,0 мм (проходит через отверстия в сите диаметром 1,0 мм, но не проходит через отверстия диаметром 0,5 мм)	Фракция 0,5 мм (проходит через отверстия в сите диаметром 0,5 мм, но не проходит через отверстия диаметром 0,2 мм)
S_y , определенная по скорости ви- тания, м ² /кг	83,6	78,0	80,5	90,0	92,5
AS_y^2 (максималь- ная), определен- ная по формуле $AS_y^2 =$ $= (\lambda S_y) (Re S_y)$	$15 \cdot 10^6$	$9 \cdot 10^6$	$11,7 \cdot 10^6$	$19,5 \cdot 10^6$	$10,6 \cdot 10^6$
A	2120	1640	1820	2400	2410

лам. Величина A в формуле $\lambda = \frac{A}{Re}$ велика и зависит от удельной поверхности волокна. Предложен способ определения неравномерности укладки волокон. Коэффициент неравномерности укладки $\psi = \frac{A}{A_{max}}$.

Поступила в редакцию
10 сентября 1964 г.

УДК 543 : 541.1

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРОЙНОЙ СИСТЕМЫ КАРБАМИД — О-КРЕЗОЛ — П-КРЕЗОЛ

И. М. БОХОВКИН

Профессор

В. Ф. ЧЕСНОКОВ

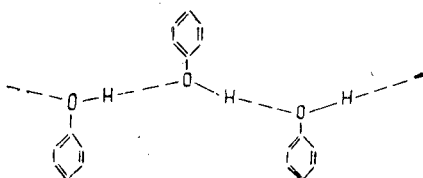
Доцент, кандидат химических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Известно, что фенолы, содержащие одну или несколько гидроксильных групп, способны к ассоциации посредством водородной связи. Такая ассоциация наблюдается как в твердой, так и в жидкой фазах, включая разбавленные растворы фенолов в неполярных растворителях.

Благодаря способности гидроксильной группы служить одновременно донором и акцептором протонов, возможны димерная и полимерная ассоциации с образованием циклических цепеобразных структур. Например, общую формулу фенола можно представить следующим образом: $(C_6H_5OH)_n$, где $n = 2, 3, 4$ и т. д.

М. Иото [6] считает, что для комплексов с $n > 2$ возможность образования циклических структур очень незначительна из-за пространственных препятствий. Наиболее приемлема цепеобразная структура, имеющая вид



Свойства гидроксильной группы как донора и акцептора протонов позволяют фенолам образовывать большое число комплексов с веществами, содержащими донорно-акцепторные группировки атомов.

Реакционная способность фенолов зависит от числа гидроксильных групп, от свойств заместителей в бензольном кольце и их положения по отношению к гидроксильной группе. Так, фенол с карбамидом в твердой фазе образует соединение 2:1 (две молекулы фенола) [5]. Для двухатомных фенолов — резорцина, пирокатехина и гидрохинона — при взаимодействии с тем же карбамидом характерны эквимолекулярные соединения [3], [7].

В литературе почти отсутствуют сведения о взаимодействии крезолов с карбамидом. Нами изучена кристаллизация тройных систем карбамид — м-крезол — п-крезол [2] и карбамид — м-крезол — о-крезол [1].

В настоящей статье излагаются результаты исследований по физико-химическому анализу тройной системы карбамид — о-крезол — п-крезол*. Как было показано ранее, эти исследования имеют большой практический интерес в связи с использованием карбамида, фенола и его производных в производстве искусственных смол.

Изучение проводили визуально-политермическим методом физико-химического анализа, путем фиксирования температур исчезновения последних кристаллов. Исходные вещества были предварительно очищены и имели константы, соответствующие литературным данным [4]. Составы выражены в молекулярных процентах.

Бинарные системы тройной системы карбамид — о-крезол — п-крезол характеризуются следующими данными: 1) карбамид — п-крезол образует соединение состава $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2 \text{ п-С}_7\text{H}_8\text{O}$. Эвтектическая точка соответствует 15 мол% карбамида и 20° , переходная — 21 мол% карбамида и 24° ; 2) карбамид и о-крезол вступают между собой во взаимодействие и дают химическое соединение состава $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot 2 \text{ о-С}_7\text{H}_8\text{O}$. Эвтектическая точка соответствует 7 мол% карбамида и 26° , переходная — 28 мол% карбамида и 59° ; 3) о-крезол — п-крезол образует соединение в соотношении компонентов 1:1. Эвтектические точки соответствуют: первая 45 мол% п-крезола и 0° , вторая — 67 мол% п-крезола и 6° .

Разрезы через тройную систему

Взаимодействие в тройной системе карбамид — о-крезол — п-крезол исследовано путем изучения двенадцати разрезов в направлениях, указанных на рис. 4. Номера разрезов соответствуют номерам кривых на рис. 1, 2 и 3.

Разрез I (8 мол% карбамида и 92 мол% п-крезола) пересекает поля кристаллизации п-крезола, соединения между о-крезолом и п-крезолом и поле о-крезола. Первая точка пересечения соответствует 33 мол% о-крезола и $+1^\circ$, вторая — 52 мол% о-крезола и -6° .

Разрез II (38 мол% п-крезола и 62 мол% о-крезола) пересекает поля о-крезола, соединения карбамида с о-крезолом и поле карбамида. Первая точка пересечения отвечает 5 мол% карбамида и 0° , вторая — 25 мол% карбамида и 42° .

Разрез III (25 мол% п-крезола и 75 мол% о-крезола) пересекает те же поля. Точки пересечения соответствуют: первая — 6 мол% карбамида и 9° , вторая — 26 мол% карбамида и 47° .

Разрез IV (12 мол% п-крезола и 88 мол% о-крезола) пересекает те же поля. Первая точка пересечения соответствует 7 мол% карбамида и 20° , вторая — 28 мол% карбамида и 55° .

Разрез V (12 мол% о-крезола и 88 мол% п-крезола) пересекает поля п-крезола, соединения карбамида с п-крезолом и поле карбамида. Точки пересечения соответствуют: первая — 15 мол% карбамида и 13° , вторая — 21% карбамида и 17° .

Разрез VI (25 мол% о-крезола и 75 мол% п-крезола) пересекает поля п-крезола, соединения карбамида с о-крезолом и поле карбамида. Первая точка пересечения отвечает 12 мол% карбамида и $+1^\circ$, вторая — 20 мол% карбамида и 11° .

Разрез VII (40 мол% о-крезола и 60 мол% п-крезола) пересекает поля соединения п-крезола с о-крезолом, соединения карбамида с

* В экспериментальной работе принимала участие старший лаборант Е. О. Витман, за что авторы приносят ей большую благодарность.

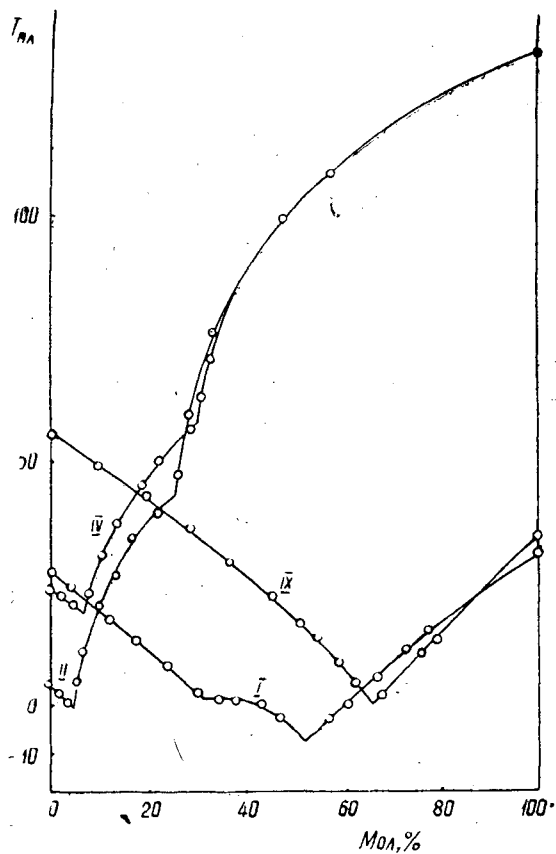


Рис. 1. Кривые кристаллизации по разрезам I, II, IV, IX.

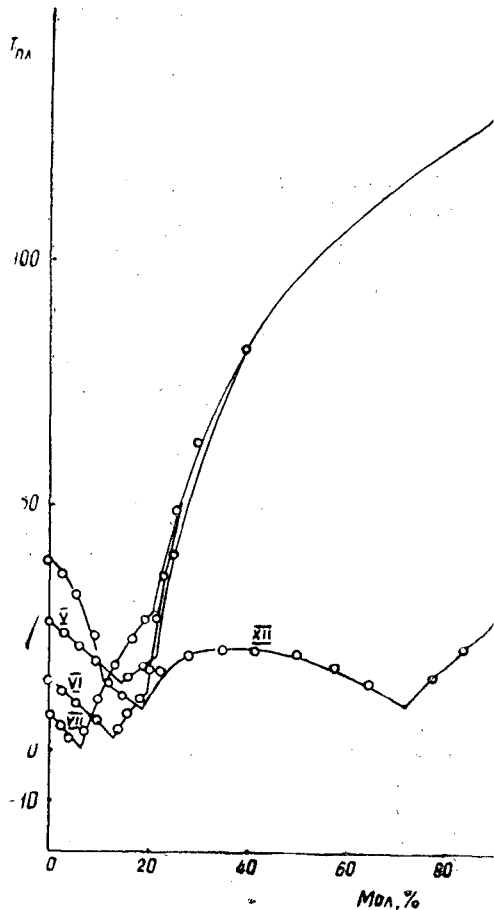


Рис. 2. Кривые кристаллизации по разрезам V, VI, VII, XII.

о-крезолом и поле карбамида. Точки пересечения соответствуют: первая — 7 мол % карбамида и 0°, вторая — 23 мол % карбамида и 30°.

Разрез VIII (48 мол % о-крезола и 52 мол % п-крезола) пересекает те же поля. Первая точка пересечения соответствует 6 мол % карбамида и — 4°, вторая — 23 мол % карбамида и 33°.

Разрез IX (25 мол % карбамида и 75 мол % о-крезола) пересекает поля соединения карбамида с о-крезолом и п-крезолом. Точка пересечения отвечает 65 мол % п-крезола и 0°.

Разрез X (37 мол % карбамида и 63 мол % о-крезола) пересекает поля карбамида, соединения карбамида с о-крезолом и поле п-крезола. Точки пересечения соответствуют: первая — 35 мол % п-крезола и 40°, вторая — 66 мол % п-крезола и 2°.

Разрез XI (20 мол % карбамида и 80 мол % п-крезола) пересекает поля соединения карбамида с п-крезолом, карбамида с о-крезолом и поле о-крезола. Точки пересечения соответствуют: первая — 20 мол % о-крезола и 8°, вторая — 81 мол % о-крезола и 9°.

Разрез XII (77 мол % п-крезола и 23 мол % карбамида) пересекает поля карбамида, соединения карбамида с п-крезолом, карбамида с о-крезолом и поле о-крезола. Первая точка отвечает 10 мол % о-крезо-

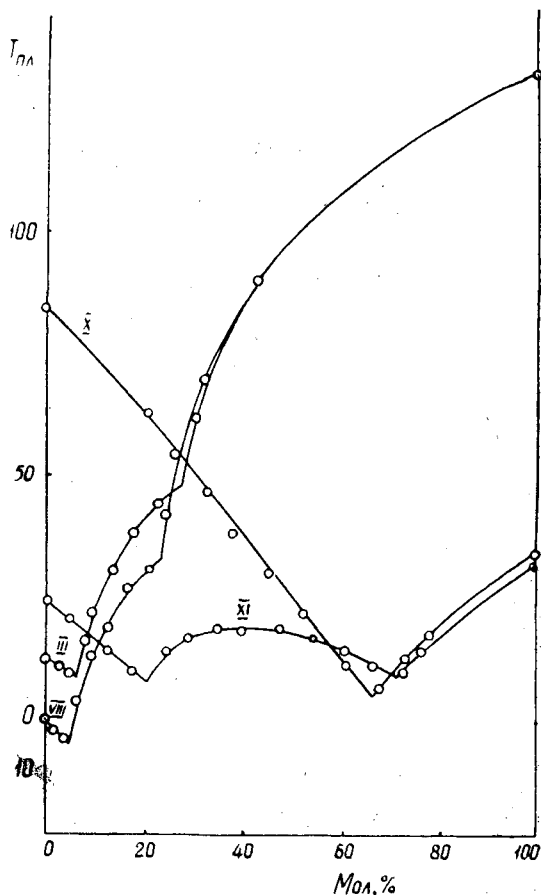


Рис. 3. Кривые кристаллизации по разрезам III, VIII, X, XI.

ла и 16° , вторая — $19 \text{ мол}\%$ о-крезола и 10° ; третья $82 \text{ мол}\%$ о-крезола и 10° .

На основании полученных данных построена плоская диаграмма кристаллизации тройной системы карбамид — о-крезол — п-крезол, на которой нанесены изотермы через каждые 10° . Эта диаграмма включает в себя шесть полей кристаллизации: три поля чистых компонентов и три поля, приходящиеся на бинарные соединения карбамида с о-крезолом, карбамида с п-крезолом и о-крезола с п-крезолом. Тройного соединения в системе не обнаружено. Это следствие того, что водородные связи полностью использованы при образовании бинарных соединений. Тройные точки в системе характеризуются следующими составами и температурами кристаллизации: E_1 — $21 \text{ мол}\%$ карбамида, $61 \text{ мол}\%$ п-крезола и $18 \text{ мол}\%$ о-крезола при т. пл. $+11^\circ$; E_2 — $20 \text{ мол}\%$ о-крезола, $13 \text{ мол}\%$ карбамида и $67 \text{ мол}\%$ п-крезола при т. пл. $+3^\circ$; E_3 — $32 \text{ мол}\%$ о-крезола, $7 \text{ мол}\%$ карбамида и $61 \text{ мол}\%$ п-крезола при т. пл. 0° ; E_4 — $6 \text{ мол}\%$ карбамида, $43 \text{ мол}\%$ п-крезола и $51 \text{ мол}\%$ о-крезола при т. пл. -5° .

Размеры полей кристаллизации чистых компонентов находятся в соответствии с их температурами плавления. Наибольшее поле кри-

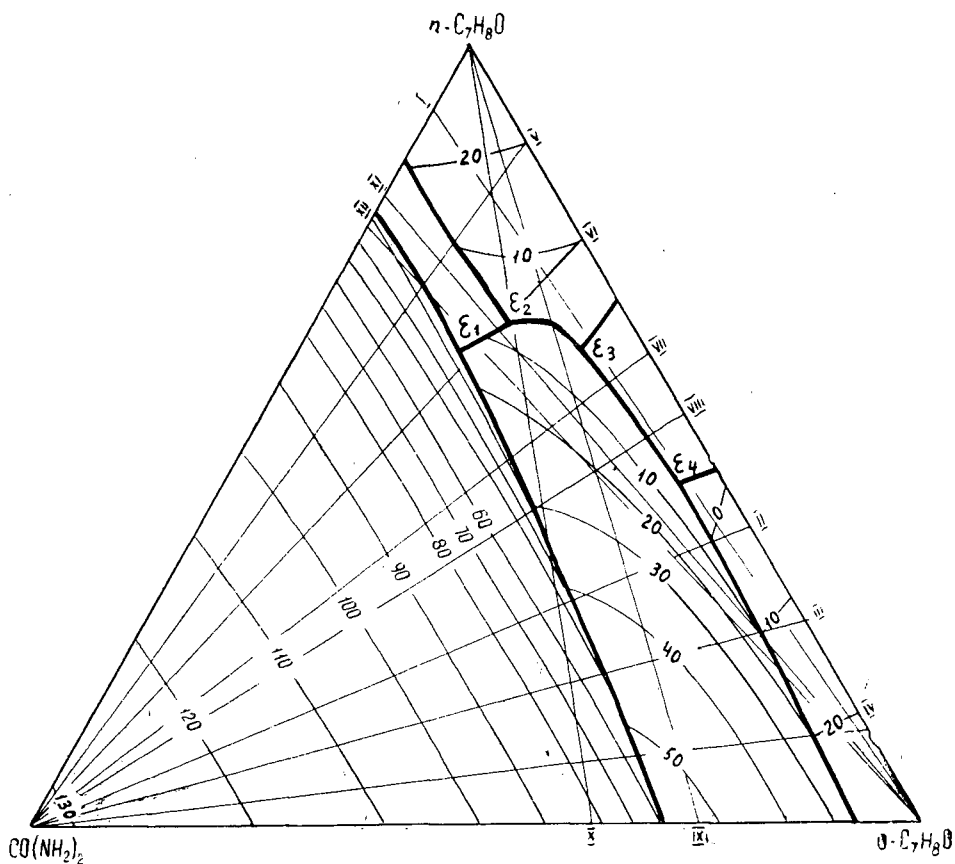


Рис. 4. Диаграмма кристаллизации тройной системы карбамид — о-крезол — п-крезол.

сталлизации принадлежит карбамиду как имеющему самую высокую температуру плавления (132°), меньшее поле — п-крезолу (т. пл. $33,5^\circ$), самое малое — о-крезолу (т. пл. 31°).

Из бинарных соединений самое большое поле кристаллизации имеет карбамид с о-крезолом. На долю соединений карбамид с п-крезолом и крезолов между собой приходится небольшое пространство тройной системы. Это обстоятельство указывает на то, что по сравнению с п-крезолом о-крезол имеет большую активность и образует более устойчивое соединение. Сопоставление тройной системы карбамид — о-крезол — п-крезол с тройными системами карбамид — м-крезол — о-крезол и карбамид — м-крезол — п-крезол указывает на некоторое их сходство. Во всех этих системах хорошо проявились поля бинарных соединений карбамид — м-крезол, карбамид — о-крезол, карбамид — п-крезол, м-крезол — п-крезол и о-крезол — п-крезол. Тройные соединения в них отсутствуют. Это обстоятельство указывает на то, что водородная связь полностью расходуется при образовании бинарных соединений.

Взаимодействие карбамид с различными изомерами имеет некоторые особенности. В тройной системе карбамид — м-крезол — о-крезол образуемое бинарное соединение карбамид с м-крезолом по своим размерам несколько больше, чем соединение карбамид — о-крезол.

В системе карбамид — м-крезол — п-крезол поле кристаллизации бинарного соединения карбамида с м-крезолом занимает большую поверхность, чем поле соединения карбамида с п-крезолом. В тройной системе карбамид — о-крезол — п-крезол поле соединения карбамида с о-крезолом больше, чем поле соединения карбамида с п-крезолом. Это обстоятельство указывает на то, что степень активности крезолов по отношению к карбамиду при совместной кристаллизации возрастает в ряду п-крезол — о-крезол — м-крезол.

Установление факта отсутствия образования тройных соединений во всех трех изученных тройных системах, а также большой активности м-крезола по отношению к карбамиду позволяет сделать практический вывод о большей целесообразности использования м-крезола или увеличения содержания его в смесях с другими крезолами при производстве искусственных смол.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. М. Боховкин, В. Ф. Чесноков. Физико-химический анализ тройной системы карбамид — м-крезол — о-крезол. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1966. [2]. И. М. Боховкин, В. Ф. Чесноков. Физико-химический анализ тройной системы карбамид — м-крезол — п-крезол. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1967. [3]. Д. Е. Дионисьев, Н. З. Руденко. ЖОХ, 22, 51, 1952. [4]. Справочник химика, т. II, 1951. [5]. В. Ф. Чесноков, И. М. Боховкин. ЖОХ, 36, 1549, 1966. [6]. M. Joto, J. Mol. Spectroscopy 4, 2, 1964. [7]. N. A. Puschin, D. König. Monatsch. Chem, 49, 75, 1928.

Поступила в редакцию
25 марта 1966 г.

УДК 634.0.824 : 632.615.778

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЗМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ДРЕВЕСИНОЙ АНТИСЕПТИКА МХМ-235

Е. Е. ФЛОМИНА

Зав. лабораторией защиты древесины

(ЦНИИМОД)

Компоненты медно-хромо-мышьяковых антисептиков (МХМ), будучи введенными в древесину, оказывают взаимное воздействие друг на друга в процессе фиксации, а также вступают в химическое взаимодействие с активными группами древесины [8]. Однако химизм этого процесса выяснен еще недостаточно [1].

Для изучения химических процессов, происходящих в древесине при пропитке ее антисептиком МХМ-235, нами выбран метод инфракрасной спектроскопии. В ряде работ [3], [6], [7], [11], [12], [14], [18], [20] показана возможность применения ИК-спектроскопии для характеристики древесины, лигнина, целлюлозы и изменений, происходящих в этих веществах под влиянием различных обработок; проведена интенсификация полос поглощения основных функциональных групп компонентов древесины.

При пропитке древесины антисептиком, ввиду сложности ее состава, мы изучали поведение не только самой древесины, но и ее составляющих — целлюлозы, лигнина и холоцеллюлозы. Брели образцы из заболони сосны и выделенные из нее холоцеллюлозу (методом хлорирования) [5] и диоксанлигнин [4], [16]. В качестве образца целлюлозы применяли беленую сульфитную целлюлозу, холоцеллюлозу использовали для характеристики поведения гемицеллюлоз.

Образцы древесины пропитывали антисептиком по обычной методике [2], а лигнин, холоцеллюлозу и целлюлозу — методом вымачивания до полного поглощения. Пропитанные образцы выдерживали для фиксации введенного антисептика, затем их подвергали вымыванию и снимали ИК-спектры.

Параллельно путем химического анализа экстрактов [9] определяли фиксацию компонентов антисептика. Анализ показал, что хром фиксируется как на холоцеллюлозе, так и на лигнине, медь — главным образом в углеводной части, а мышьяк исключительно в углеводной части древесины. При пропитке древесины препаратом МХМ-235 наблюдалась наибольшая фиксация каждого из компонентов.

Для получения ИК-спектров использовали метод приготовления таблеток в твердом бромистом калии [15]. Спектры снимали на двухлучевом спектрофотометре ИКС-14 в диапазоне частот 1800—650 см⁻¹. Первоначально были сняты ИК-спектры исходных древесины, лигнина,

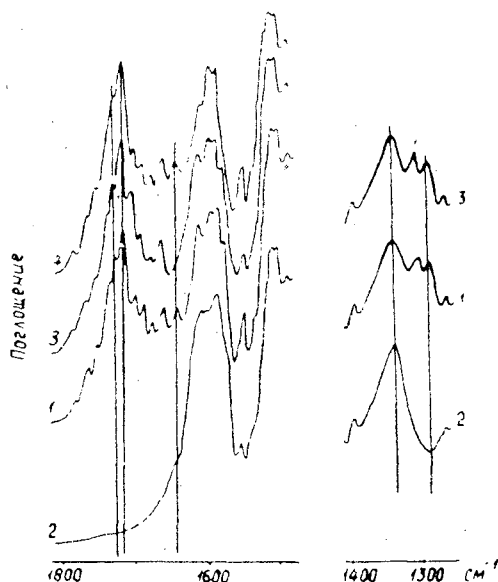


Рис. 1. ИК-спектры древесины.

1—исходной; 2—то же, обработанной щелочью (едким натром); 3—то же, обработанной солянокислым гидроксиламином; 4—то же, обработанной соляной кислотой.

холоцеллюлозы и целлюлозы. В данной статье представлены спектры исходной и пропитанной древесины.

На рис. 1 приводится участок спектра исходной древесины, соответствующий частотам $1800\text{--}1150\text{ см}^{-1}$. В спектре древесины имеются полосы поглощения карбоксильных групп с частотами 1730 и 1717 см^{-1} , при обработке древесины раствором едкого натрия эти полосы уменьшаются (кривые 1 и 2). Полосы поглощения 1660 см^{-1} обусловлены присутствием карбонильных групп не карбоксильного характера, что подтверждается исчезновением этих полос при обработке древесины солянокислым гидроксиламином (кривые 1 и 3). Часть карбоксильных групп древесины, по-видимому, не свободна, а связана с катионами металлов, на что указывает увеличение карбоксильного поглощения после обработки древесины соляной кислотой (кривые 1 и 4).

В спектре древесины отчетливо видно обусловленное присутствием лигнина поглощение бензольного кольца (1580 и 1514 см^{-1}), метоксильных групп (1270 см^{-1}) и фенольных гидроксидов (1220 см^{-1}). Спектры диоксанлигнина и холоцеллюлозы существенно отличаются друг от друга в соответствии с различным химическим строением.

Для более ясного представления о химическом взаимодействии антисептика МХМ-235 с древесиной мы изучали ИК-спектры древесины, лигнина, целлюлозы и холоцеллюлозы, пропитанных не только антисептиком, но и его отдельными компонентами, а также их сочетаниями.

В спектрах пропитанной целлюлозы никаких изменений не наблюдалось, что свидетельствует об отсутствии химических реакций. Однако это не исключает возможности адсорбции и других типов взаимодействия. При пропитке древесины, лигнина и холоцеллюлозы в спектрах наблюдались существенные изменения в области поглощения карбоксильных и карбонильных групп, метоксидов и фенольных гидроксидов;

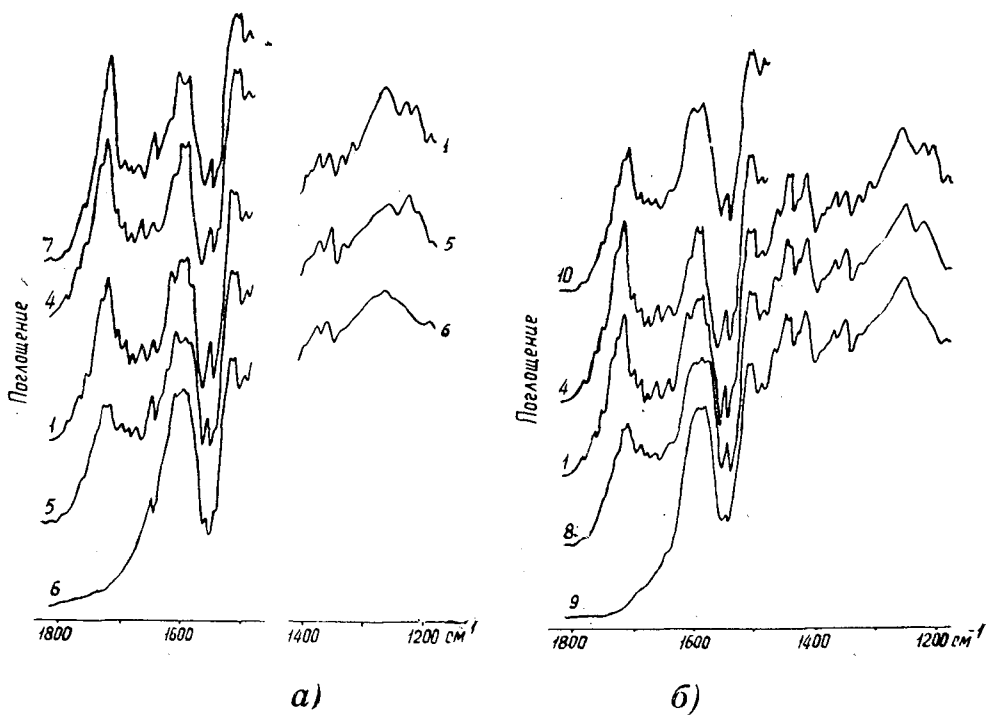


Рис. 2. ИК-спектры древесины.

а) 5— пропитанной хромовым ангидридом; 6— то же, обработанной едким натром; 7— то же, обработанной соляной кислотой. б) 8— пропитанной мышьяковой кислотой; 9— то же, обработанной едким натром; 10— то же, обработанной соляной кислотой.

при этом в случае древесины эти изменения представляли собой суммарный эффект, вызванный наличием лигнина и холоцеллюлозы, точнее, ее гемицеллюлозной части.

При пропитке сочетаниями компонентов (по два) и особенно при пропитке препаратом МХМ-235 наблюдалось взаимное влияние компонентов друг на друга, что согласуется с ранее полученными нами результатами [8].

На рис. 2, а, б и 3, а, б представлены ИК-спектры древесины, пропитанной соответственно хромовым ангидридом, мышьяковой кислотой, уксуснокислым раствором гидрата окиси меди и препаратом МХМ-235.

Изменение относительного содержания карбоксильных групп в образцах древесины и лигнина определяли не только путем качественной оценки спектров, но и путем полуколичественного сравнения интенсивности соответствующих полос с использованием в качестве внутреннего стандарта полосы поглощения бензолных колец с частотой 1514 см^{-1} [17].

Обсуждение результатов

Рассмотрение полученных спектров древесины и ее составляющих, пропитанных препаратом МХМ-235 и его компонентами, позволило установить, что хром как окислитель энергично действует на лигнин, вызывая уменьшение содержания фенольных гидроксидов и метоксилов и увеличение содержания карбоксильных и карбонильных групп.

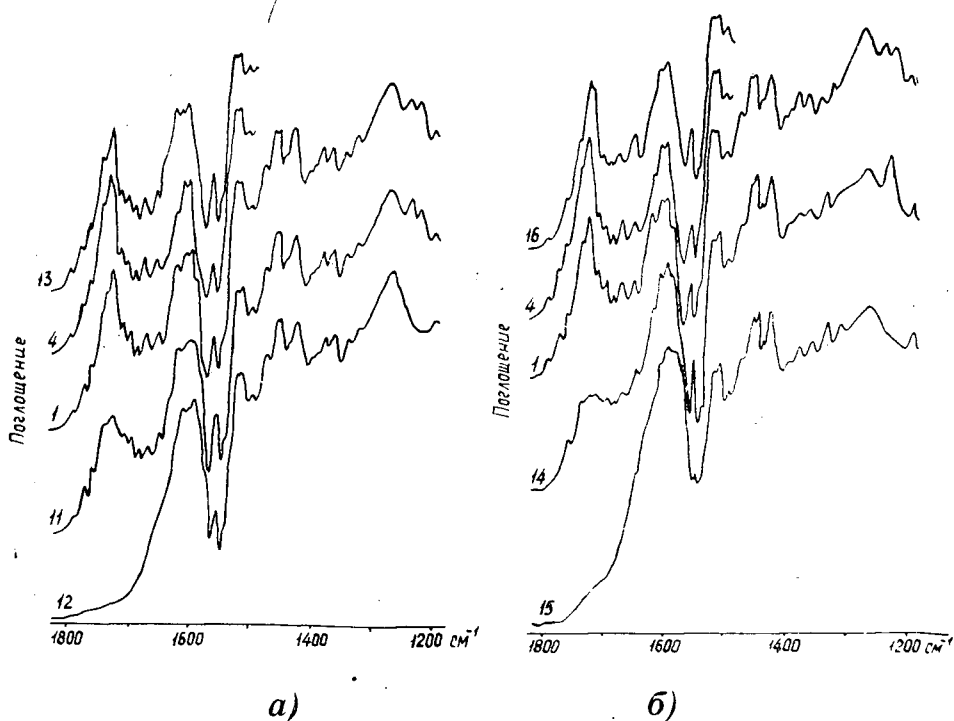


Рис. 3. ИК-спектры древесины.

а) 11 — пропитанной гидратом окиси меди; 12 — то же, обработанной едким натром; 13 — то же, обработанной соляной кислотой. б) 14 — пропитанной препаратом МХМ-235, 15 — то же, обработанной едким натром; 16 — то же, обработанной соляной кислотой.

Восстановленный хром фиксируется на карбоксильных группах окисленного лигнина и особенно холоцеллюлозы, по-видимому, на ее уронных кислотах. Мышьяковая кислота, вероятно, также окисляет лигнин, но фиксируется она исключительно за счет гемицеллюлоз. Медь фиксируется, в основном, за счет карбоксильных групп холоцеллюлозы и не вызывает химических изменений в лигнине.

Хотя в спектрах целлюлозы, пропитанной уксуснокислым раствором гидрата окиси меди, никаких изменений не было обнаружено, это не исключает возможности фиксации меди на целлюлозе в результате адсорбции или образования комплексов [10], не изменяющих исследованные области спектра.

При пропитке древесины смесью хромового ангидрида и мышьяковой кислоты окислительное воздействие на лигнин усиливается, но в то же время увеличивается связывание карбоксильных групп, особенно в гемицеллюлозной части.

Одновременно с этим хром и мышьяк могут фиксироваться в виде труднорастворимого арсената хрома [13], [19].

Введение меди в раствор, содержащий хром и (или) мышьяк ослабляет их окислительное действие, что можно объяснить связыванием части хрома и мышьяка в труднорастворимые хромат и арсенат меди.

Пропитка древесины препаратом МХМ-235 приводит к максимальному связыванию карбоксильных групп. В этом случае окислительное действие (вследствие влияния меди) также проявляется слабее, чем при пропитке хромом и мышьяком.

Общая картина изменений в ИК-спектрах древесины позволяет сделать вывод о том, что при выбранном соотношении компонентов препарата МХМ-235 образование в древесине нерастворимых соединений происходит преимущественно в результате взаимодействия компонентов между собой и, в меньшей степени, в результате реакций с веществом древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. Н. Горшин. Защита древесины в Швеции. Гослѣсбумиздат, 1959. [2]. ГОСТ 11540—65. [3]. Р. Г. Жбанков. Инфракрасные спектры целлюлозы и ее производных. Минск, 1964. [4]. Н. И. Никитин и др. ЖПХ, 9, 1936, 2216. [5]. А. В. Оболенская и др. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. М., 1965. [6]. Ю. С. Пилипчук и др. Сборник материалов по итогам научно-исследовательских работ за 1962 г. СТИ, вып. II, Красноярск, 1963. [7]. В. М. Резников и др. Материалы первой научной конференции комплексной проблемной лаборатории. СТИ, Красноярск, 1961. [8]. Е. Е. Фломина. Научные труды ЦНИИМОДа. Вып. 21, 1967. [9]. Е. Е. Фломина, Н. Н. Клобукова и др. Научные труды ЦНИИМОДа. Вып. 21, 1967. [10]. D. S. Belford, R. D. Preston a. etc. Nature. 180, № 4595, 1957. [11]. F. Brauns, H. Seiler. Tappi 35, 1952, 67. [12]. K. H. Ekman. Comment. physmath. Soc. seicht. fenica. V. 23, № 1, 1958. [13]. Henrikson. Holz als Roh- und Werkstoff. 6, 1954. [14]. H. Hergert, E. Kurth. J. Amer. Chem. Soc. V. 75, 1953, s. 1622. [15]. O. Ingelrigtson, A. Lee Schmith. Analytical chemistry, V. 26, № 11, 1954. [16]. E. Junker. Kolloid J. 95, 1941, 213. [17]. S. Kolboe, O. Elefsen. Tappi, 45, 1962, 163. [18]. K. Kratzl, J. Kisser a. etc. Angew. Chem. 65, 1953, 266. [19]. Malke—Troschel. Holzkonservierung. Berlin/Göttingen, 1950. [20]. D. C. C. Smith a. etc. «Forest products», f. VI, № 9, 1956.

Поступила в редакцию
15 июня 1967 г.

УДК 634.0.892.3

О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ЗОЛЫ ДРЕВЕСНЫХ УГЛЕЙ

В. Н. КОЗЛОВ

Профессор, доктор технических наук

Р. Х. БАГРОВА

Доцент, кандидат технических наук

О. В. БРОНЗОВ

Старший научный сотрудник, кандидат технических наук

А. И. КРУЖЕВНИКОВА

Ассистент

Е. А. УТКИНА

Младший научный сотрудник

(Уральский лесотехнический институт)

При выборе углеродистого сырья для любой химической реакции необходимо учитывать элементарный состав золы с точки зрения влияния ее отдельных компонентов на кинетику процесса. Для этого нужно изучить закономерности распределения химических элементов в золе угля в зависимости от породы исходной древесины, времени заготовок, района произрастания, а также анатомических признаков. Выполнение такого исследования позволит разработать более полную классификацию древесных углей, учитывающую также и минеральные примеси в них. Нами были исследованы угли, выжженные из древесины березы и сосны, заготовленной в июне в районе Среднего Урала. В задачу входило — определить количественное содержание в углях фосфора, мышьяка, бора, алюминия, титана, железа, марганца, магния, кальция и кремния и установить их распределение между корой и древесиной.

Уголь выжигали в циркуляционных печах. Средние пробы угля отбирали непосредственно при выгрузке его из печи, затем очищали от коры и рассортировывали. В итоге были получены следующие пробы угля: из древесины березы и сосны без коры и из коры березы и сосны.

Средние пробы каждого вида угля были подвергнуты техническому анализу, результаты которого (в пересчете на абс. сухое вещество) представлены в табл. 1.

Золу угля для анализов получали путем сжигания каждого вида угля в одинаковых условиях при температуре 600°C с последующим двухчасовым прокаливанием остатка при 700°C. Зола при нагревании хорошо растворялась в концентрированной серной кислоте в присутствии перекиси водорода, при слабом нагревании — в царской водке и в смеси азотной и соляной кислот (1 : 1).

Таблица 1

Уголь	Содержание в угле, вес %		
	зола	летучих	нелетучего углерода
Из древесины березы без коры . .	1,86	26,79	71,35
" сосны без коры	0,72	26,10	73,18
Из коры березы	7,11	34,50	58,39
" сосны	4,09	26,84	69,07

Качественный химический и спектральный анализы показали присутствие в березовой и сосновой золе железа, алюминия, марганца, цинка, свинца, кадмия, натрия, калия, кальция, магния, бария, фосфора, бора и мышьяка.

Фотоколориметрические определения производили на приборе ФЭК-Н-57.

Фосфор определяли фотоколориметрическим путем, основанным на образовании комплексной фосфорно-молибденовой гетерополиокислоты, с последующим восстановлением связанного с фосфором молибдена до молибденовой сини в присутствии восстановительной смеси, состоящей из тиомочевины и сульфата меди. Для нахождения мышьяка был выбран фотоколориметрический метод, основанный на образовании мышьяково-молибденового комплекса $H_7 [As (Mo_2O_7)_6]$, при восстановлении которого образуется молибденовая синь [6]. Бор определяли также колориметрическим методом с применением хинализарина в качестве комплексообразователя [1], [2], [3], [8].

Нами было установлено, что при определении бора с хинализарином в золе древесных углей оптимальная концентрация серной кислоты 86,0%. Были найдены следующие оптимальные условия колориметрирования: время для развития окраски 30 мин, толщина кюветы 30 мм, светофильтр красный.

Для определения железа, алюминия, кальция и магния был применен метод, основанный на образовании ими в соответствующих условиях прочных растворимых комплексов с этилендиаминтетрауксуснокислым натрием или трилоном Б. Кремниевую кислоту определяли с желатином [4], [5]. Обычным колориметрическим путем найден титан. Марганец определяли объемным методом путем титрования раствором соли Мора марганцевой кислоты, получаемой окислением двухвалентного марганца персульфатом аммония в серноокислом растворе в присутствии нитрата серебра [9]. Результаты химического анализа золы четырех видов угля представлены в табл. 2.

О повышенном содержании золы и некоторых элементов в коре по сравнению с сердцевинной частью и заболонью дерева известно давно. Так, еще Х. Бергстрем [10] приводил данные о химическом составе золы сосны, ели и березы, из которых можно заключить, что кора сосновой древесины содержит несколько больше кальция, фосфора и алюминия, кора еловой — больше кальция и алюминия. Но общая зольность коры весьма незначительно превышает зольность древесины.

Позднее было установлено [7], что содержание фосфора в коре, как правило, в 3,5 раза больше, чем в древесине, и что более чистым по фосфору является сосновый уголь. Но это исследование носило узконаправленный характер изучения угля как сырья для металлургии, поэтому содержание в золе других элементов не определяли.

Как следует из табл. 2, в распределении исследованных элементов между корой и древесиной нет существенной разницы, но так как

Таблица 2

Зола угля	Содержание в золе, %									
	фосфора	мышьяка	бора	алюминия	титана	железа	марганца	магния	кальция	кремния
Из древесины березы без коры	1,43	0,0002	0,0489	0,68	0,07	0,41	3,63	4,33	29,10	1,08
• сосны без коры	0,96	0,0002	0,0561	2,03	0,258	1,29	2,20	2,29	26,84	11,50
Из коры березы	1,42	0,0009	0,0574	0,87	0,098	0,59	2,53	2,46	31,45	3,17
• сосны	1,64	0,0017	0,0576	3,56	0,158	1,62	0,94	2,19	26,54	12,53

Таблица 3

Уголь	Содержание в 1 г абс. сухого угля элементов, %									
	фосфора	мышьяка	бора	алюминия	титана	железа	марганца	магния	кальция	кремния
Из древесины березы с корой	362,0	0,115	13,10	194,1	20,3	120,7	820,0	927,0	7614,0	467,0
• без коры	266,0	0,037	9,09	126,4	13,0	76,2	675,0	805,3	5412,0	200,8
Из древесины сосны с корой	83,0	0,03	4,50	178,5	19,4	106,0	155,0	181,0	2154,0	925,0
• без коры	69,1	0,014	4,04	146,1	18,5	92,8	158,0	164,8	1932,4	828,0

зольность угля из коры выше зольности угля из древесины, то, очевидно, что удаление коры должно значительно повысить химическую чистоту угля. В табл. 3 показано влияние обескоривания древесины на снижение содержания в угле каждого элемента в отдельности.

Из табл. 3 можно видеть, что уголь из древесины без коры содержит значительно меньше минеральных примесей как в целом, так и по каждому из исследованных элементов; в сосновом угле, по сравнению с березовым, ниже не только количество общей золы (табл. 1), но и содержание таких элементов как фосфор, мышьяк, бор, кальций, марганец и магний. Поэтому для повышения чистоты угля по этим элементам, так же как и по общей зольности, можно рекомендовать применение обескоренной сосновой древесины. Такой уголь, по нашему мнению, может дать наибольший эффект при использовании его для выплавки кремния высших марок.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. П. Александров, С. М. Цвик. Журн. «Заводская лаборатория» № 12, 1396, 1950. [2]. Анализ минерального сырья. ГНТИ химической литературы, Л., 1959. [3]. Б. А. Генерозов. Журн. «Заводская лаборатория», XII, 25, 1946. [4]. ГОСТ 10538—63. Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы и торф. (Методы определения основных химических компонентов золы). М., 1963. [5]. Инструкция по экспрессному объемно-трилонометрическому методу анализа силикатных и карбонатных пород. ГНТИ по геологии и охране недр. М., 1962. [6]. Колориметрические (фотометрические) методы определения неметаллов, ИЛ, М., 1963. [7]. В. А. Коробкин, В. Н. Козлов. О фосфоре в древесном угле. «Уральский техник» № 10, 1929. [8]. В. В. Стенин и др. Анализ черных металлов, сплавов и марганцевых руд. ГНТИ по черной и цветной металлургии. М., 1964. [9]. С. Ю. Файнберг, Н. А. Филиппова. Анализ руд цветных металлов. ГНТИ черной и цветной металлургии. М., 1963. [10]. Х. Бергстрем, Э. Весселен. Углежжение. Уралмет, Свердловск, 1928.

Поступила в редакцию
1 апреля 1966 г.

УДК 634.0.813.13

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ НЕКОТОРЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗ МЕТОДОМ ОБМЕНА ВОДОРОДА ГИДРОКСИЛОВ НА ДЕЙТЕРИЙ

Сообщение 1

В. М. СКАЧКОВ

Аспирант

В. И. ШАРКОВ

Профессор, доктор технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

В настоящее время большинство исследователей признает наличие в природных и регенерированных целлюлозах чередующихся плотно и рыхло упакованных участков [4], [6], [8], [12]. При смачивании таких структур водой последняя, проникая в рыхлые участки, вызывает их набухание. В этих условиях плотно упакованные участки макромолекул целлюлозы недоступны для воды. Это подтверждают рентгенографические исследования набухшей в воде целлюлозы [10].

Поскольку макромолекулы целлюлозы можно рассматривать как жесткие палочки, наружная поверхность которых покрыта гидроксильными группами, а проникновение молекул воды в рыхлые участки связано с образованием водородных связей между молекулами воды и гидроксильными целлюлозных макромолекул, можно с достаточной степенью вероятности признать, что количество связанных гидроксильными целлюлозы молекул воды в некоторой степени пропорционально количеству гидроксильных целлюлозы, доступных для воды, то есть находящихся на доступной поверхности в рыхлых участках. Разность между общим числом гидроксильных в целлюлозе и количеством гидроксильных, доступных для воды, характеризует часть целлюлозы, находящуюся в плотно упакованных участках. Для измерения последних необходимо определить количество гидроксильных целлюлозы, доступных воде. Для этого рядом исследователей предложен метод обмена водорода доступных гидроксильных на дейтерий или тритий [7], [9], [13]. Несмотря на значительное число работ по дейтерированию целлюлозных материалов, известные трудности представил выбор универсального метода измерения количества водорода в целлюлозе, замещенного на дейтерий. Различные исследователи, пользовавшиеся этим методом, применяли два варианта обработки целлюлозы тяжелой водой [7], [13].

В первом варианте сухую целлюлозу длительно выдерживали в избытке тяжелой воды. В этих условиях целлюлоза набухала до своего предельного значения, необходимого для оценки количества до-

ступной рыхлой фракции. Во втором варианте обмен водорода на дейтерий производился в условиях пропускания через ячейку или ампулу с сухой целлюлозой азота или воздуха, содержащих пары тяжелой воды. Этот вариант применим для ограниченного числа препаратов целлюлозы.

В своей работе мы остановились на длительном вымачивании сухой целлюлозы в тяжелой воде. Для определения количества дейтерия, связанного с целлюлозой, использовали три метода; из них наиболее часто применяли такой, который основан на измерении интенсивности полос поглощения водорода и дейтерия в инфракрасных спектрах поглощения целлюлозы [9]. Однако этот метод имеет следующие серьезные недостатки: необходимость использования его только с прозрачными пленками целлюлозы и относительный характер получаемых данных, так как коэффициенты поглощения соответствующих полос поглощения неизвестны. Второй метод заключается в измерении плотности тяжелой воды до и после обработки ею целлюлозы [7]. Он ненадежен, так как нет твердой уверенности в том, что плотность отжимаемой от целлюлозы тяжелой воды такая же, как и в капиллярах; кроме того, применение его затруднительно для порошкообразных препаратов. Третий метод [13], по нашему мнению, наиболее надежен. Он состоит в высушивании и взвешивании целлюлозы до и после обработки ее тяжелой водой. Этим методом мы воспользовались в нашей работе.

Так как целлюлозные препараты обрабатывали жидкой тяжелой водой, а не парами ее (как в работе О. Сепалла и С. Г. Мэсона [13]), то была разработана специальная методика удаления избытка тяжелой воды сушкой в герметически закрытой камере над большим количеством фосфорного ангидрида.

Методика дейтерирования и определения масштаба обмена изложена в одной из наших работ [3].

Доступность или количество гидроксильных групп, водород которых обменивался на дейтерий, вычисляли по формуле

$$A = \frac{\Delta P \cdot 100}{P \cdot 0,0185}, \quad (1)$$

где A — количество гидроксильных групп в целлюлозе, способных замещать водород на дейтерий, % от общего их количества;

ΔP — увеличение веса препарата, вызванное заменой части водорода на дейтерий;

P — абс. сухой вес исходной целлюлозы;

0,0185 — увеличение веса образца целлюлозы или крахмала при полной замене водорода гидроксильных групп на дейтерий.

С помощью этого метода были исследованы целлюлозы различного происхождения, а также картофельный крахмал и березовый ксилан. Целлюлозу делинта обрабатывали по методу Корея и Грея [1], а целлюлозу лубяных волокон джута, кенафа, рами, льна и конопля очищали от пектинов кипячением в 0,5%-ном водном растворе щавелевокислого аммония в течение 4 час с последующим удалением лигнина по методу Поляка [11] и дальнейшей обработкой также по методу Корея и Грея. Полученные результаты приведены в табл. 1. Воспроизводимость результатов составляет $\pm 1\%$.

При подсчете доступности у ксилана вместо коэффициента 0,0185 в формуле (1) следует брать коэффициент 0,0140, отвечающий строению его макромолекулы.

Таблица 1

Образцы	Доступность, %
Хлопковая беленая целлюлоза	44
Хлопковая мерсеризованная 20% NaOH	66
Хлопковая целлюлоза, подвергнутая сухому размолу в мельнице ВНИИГСа	87
Хлопковая целлюлоза, подвергнутая после сухого размола рекристаллизации водой при 100° С в течение 1 часа	73
Сульфитная целлюлоза для вискозы	57
„ беленая для бумаги	57
„ мерсеризованная 20% NaOH	70
Джут	48
Кенаф	49
Лен	50
Делинт	50
Рами	53
Вискозный шелк	78
Крахмал картофельный	97
Ксилан березовый	99

Данные, приведенные в табл. 1, показывают, что целлюлозы различного происхождения обладают разной структурой, проявляющейся в различном соотношении между рыхлыми или доступными для воды участками и плотно упакованными.

Интересные данные получены при определении доступности хлопковой и еловой целлюлоз, подвергнутых мерсеризации 20%-ным (по весу) водным раствором едкого натра при 20° С в течение 2,5 час. По окончании мерсеризации препараты целлюлоз вначале отмывали холодной водой, затем разбавленной уксусной кислотой и снова водой до нейтральной реакции. Высушивали при комнатной температуре. После такой обработки доступность хлопковой и сульфитной вискозной целлюлоз увеличивалась, а доступность вискозного шелка падала.

Таким образом, при мерсеризации в целлюлозе происходят изменения. Эти изменения приводят к образованию структур: с повышенным содержанием рыхло упакованной фракции — для природных целлюлоз, имеющих значительно более уплотненную структуру, и с пониженным содержанием этой фракции — для вискозного шелка, который имеет небольшое количество плотной фракции. Эти данные хорошо согласуются с данными работ В. Лозинского [2] и В. И. Шаркова [5], которые показали более легкую гидролизуемость хлопковой и древесной целлюлоз после мерсеризации их едким натром по сравнению с исходными; мерсеризованный вискозный шелк гидролизровался значительно медленнее, чем исходный.

Интересные результаты получены нами при дейтерировании березового ксилана и картофельного крахмала, которые как аморфные вещества должны быть практически полностью доступны, что и подтвердили эксперименты. Эти данные расходятся с результатами работы О. Сепалла и С. Г. Мэсона [13], в которой доступность аморфного березового ксилана равна 52%. Поэтому мы поставили под сомнение понятие доступности.

Хлопковая целлюлоза, подвергнутая интенсивному сухому размолу в течение 50 мин в мельнице ВНИИГСа, совершенно теряла свою первоначальную структуру. Доступность такой целлюлозы приближалась к доступности аморфных ксилана и крахмала. После уплотнения водой

при 100°С в течение 1 часа происходило некоторое восстановление первоначальной структуры, и доступность размолотой целлюлозы приближалась к доступности мерсеризованного вискозного шелка.

Были сняты ИК-спектры хлопковой целлюлозы и вискозного шелка в области поглощения валентных колебаний гидроксильных групп для исходных и дейтерированных препаратов целлюлозы. Образцы для снятия спектров готовили по методике с КВг. Анализ полученных спектрограмм показал, что в вискозном шелке процесс дейтерирования идет глубже, чем в хлопковой целлюлозе. Это находится в соответствии с данными, полученными весовым методом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ч. Доре. Методы исследования в химии целлюлозы. Гослестехиздат, 1935, стр. 10. [2]. В. Лозинский. «Лесопромышленный вестник» 21, 1906, 197. [3]. В. М. Скачков, В. И. Шарков. Материалы научно-технической конференции. ЛТА, вып. VII, 1966, стр. 197—201. [4]. В. И. Шарков. Теория осахаривания растительных отходов разбавленными кислотами. Л., НИС ЛТА, 1939. [5]. В. И. Шарков, Г. Д. Парамонова, М. Н. Кликашева. ЖПХ, Т. XXI, № 10, 1948, 1037—1044. [6]. K. Freudenberg, F. Sohus, W. Düss, Ch. Niemann. Cellulos ch., 9—10, 1931, 236; K. Freudenberg. Pap. Fabr., 35, 1937, 49. [7]. V. I. Frilette, I. Hanle, H. Mark. J. Am. Chem. Soc., v. 70, N 3, 1948, 1107—1113. [8]. G. Hess. Das Papier, 11, 23/24, 1957, 553. [9]. I. Mann, H. I. Marrinan. Trans. Faraday Soc., v. 52, N 4, 1956, 481—497. [10]. K. H. Meyer, H. Mark. Z. f. phys. Chem., 2, 1928, 115. [11]. A. Poljak. Angew. Chem., v. 60, 1948, 45. [12]. B. G. Ranby, E. Ribi. Acta Chem. Scand., 3, 1949, 649; B. G. Ranby. Dissertation. Uppsala, 1952. [13]. O. Sepall, A. R. G. Lang, S. G. Mason. Can. J. Chem., v. 39, 1961, 827, 1934—1943.

Поступила в редакцию
10 ноября 1966 г.

УДК 547.458.81

ОТБЕЛКА ЛИСТВЕННО-ХВОЙНЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗ

И. С. ХУТОРЩИКОВ

Доцент, кандидат технических наук

Н. С. ВИШНЕВСКАЯ

Ассистент

(Ленинградская лесотехническая академия)

На ряде отечественных целлюлозно-бумажных комбинатов уже длительное время при сульфитной варке используют лиственную древесину в смеси с хвойной. В этой связи большое практическое значение имеет вопрос отбелки целлюлозы, так как, во-первых, при сравнимых условиях лиственная целлюлоза отбеливается легче, чем хвойная, во-вторых, при совместной варке разных древесин степень провара целлюлоз получается различной. Хвойная целлюлоза в сравнении с лиственной имеет обычно более высокую жесткость. Поэтому отбелка гипохлоритом в одну или две ступени не приводит к получению высококачественных беленых целлюлоз. Предварительными опытами установлено, что в этом случае хорошие результаты могут быть получены при комбинированном способе отбелки с применением хлорирования в первой ступени.

В данной работе поставлена задача — проверить простейшую схему такой отбелки: хлорирование, промывка водой, щелочение, промывка, гипохлоритная отбелка, промывка, кислотка, промывка. Цель работы — выяснить возможные технологические условия отбелки смесей лиственно-хвойных целлюлоз. Большой интерес представляет вопрос об изменении жесткости лиственной и хвойной целлюлоз при их совместном хлорировании.

Опытным путем установлено, что при этом происходит выравнивание жесткости целлюлоз. Известно, что при хлорировании хлор взаимодействует с лигнином с образованием хлорлигнина. При обычных температурах эта реакция протекает быстро. Реакции окисления в этих условиях не получают достаточного развития. При хлорировании смесей лиственно-хвойных целлюлоз хлор поглощается преимущественно хвойной, более жесткой целлюлозой, содержащей больше лигнина, и поэтому жесткость ее быстро снижается. Перехлорирования лиственной целлюлозы при этом не происходит. При дозе хлора 40% от расхода на одноступенчатую отбелку продолжительность хлорирования составляет 20—25 мин. За это время хлор практически полностью поглощается лигнином. При дозе хлора 50% продолжительность хлорирования 30—35 мин, при дозе 60% — 40—45 мин, при 70 и 80% хлора продолжительность должна быть не менее 60 мин; при этом в конце хлорирования в массе остается еще немного хлора.

Было изучено изменение жесткости по ходу хлорирования смесей лиственнично-хвойных целлюлоз. Хлорирование проводили хлорной водой в течение 60 мин при 3%-ной концентрации массы и при обычной температуре. После хлорирования целлюлозу промывали водой, обрабатывали разбавленным раствором едкого натра и снова промывали водой. Расход едкого натра составлял 1—1,5% от волокна. Полученные данные изменения жесткости целлюлозы в зависимости от расхода хлора представлены в табл. 1.

Таблица 1

Жесткость небеленой целлюлозы	Доза хлора на хлорирование, % от расхода на одноступенчатую отбелку	Расход хлора на хлорирование, % от целлюлозы	Жесткость хлорированной целлюлозы
74	40	1,56	52
84	40	1,90	45
125	40	4,3	60
74	50	1,95	31
84	50	2,37	36
125	50	5,37	50
74	60	2,34	20
84	60	2,85	24
125	60	6,45	30
74	70	2,73	13
84	70	3,32	16
125	70	7,52	13
74	80	3,12	7
84	80	3,80	12
125	80	8,60	10

При жесткости небеленых целлюлоз 75—90 перманганатных единиц и при жесткости хлорированных — 15—25 перманганатных единиц расход хлора на хлорирование должен составлять 60—70% от расхода на одноступенчатую отбелку.

Было отмечено, что хлорирование смесей лиственной и хвойной целлюлоз в общем протекает так же, как и хлорирование обычных сульфитных целлюлоз из еловой древесины. Это упрощает задачу выбора концентрации массы, температуры, pH среды и расхода хлора.

Расход хлора на хлорирование в наших опытах составлял около 60% от расхода на одноступенчатую отбелку, продолжительность хлорирования 40 мин. Добелку хлорированных целлюлоз проводили гипохлоритом кальция при концентрации массы 6% и температуре 37°С. Щелочность среды при добелке была в пределах 8—10 pH. Расход хлора на добелку гипохлоритом составлял 1—1,5% от волокна. Отбеливали до белизны образца. Белизна целлюлоз колебалась в пределах 85—88%. В табл. 2 представлены результаты комбинированной отбелики ольхово-пихтовых целлюлоз лабораторной варки. Можно отметить, что лиственнично-хвойные целлюлозы отбеливаются вполне успешно, расход хлора на комбинированную отбелку составляет 80—95% от расхода хлора на одноступенчатую отбелку. Гипохлоритная отбелка хлорированных целлюлоз может быть проведена с небольшим расходом хлора (1—1,5% от волокна) при мягких условиях окисления в отношении температуры и pH среды. Это обеспечивает получение механически прочных лиственнично-хвойных целлюлоз хорошей белизны.

Были испытаны механические свойства небеленых и беленых целлюлоз. Степень помола массы составляла 60°ШР. Условия испытания соответствовали требованиям ГОСТа.

Таблица 2

№ варок	Жесткость небеленой целлюлозы	Расход хлора на хлорирование, % от целлюлозы	Жесткость целлюлозы		Расход хлора на отбелку, % от целлюлозы	Продолжительность отбелки, час — мин	Общий расход хлора, % от целлюлозы
			после хлорирования	после щелочения			
74	86	3,06	17	12	1,0	1—30	4,06
75	98	4,4	25	20	1,5	1—40	5,9
76	75	2,4	16	14	1,0	2—15	3,4
77	85	2,9	16	14	1,0	2—00	3,9
85	83	2,76	—	16	1,0	1—50	3,76
86	85	2,9	18	15	1,0	2—00	3,9
91	89	3,4	—	21	1,5	2—15	4,9
121	81	2,66	—	19	1,5	2—00	4,16
126	78	2,5	—	17	1,0	1—40	3,5
129	82	2,8	—	18	1,5	2—10	4,3

В табл. 3 представлены данные об изменении механических показателей целлюлозы лабораторной варки смеси ольхово-пихтовой древесины (при соотношении 1 : 1) при комбинированной отбелке.

Таблица 3

№ варок.	Жесткость небеленой целлюлозы	Механические показатели небеленой целлюлозы		Механические показатели беленой целлюлозы	
		разрывная длина, м	излом (число двойных перегибов)	разрывная длина, м	излом (число двойных перегибов)
74	86	8485	2360	7945	1035
75	98	8610	2180	8120	960
76	75	7920	1640	7830	1040
85	83	8900	2150	8240	1655
86	85	8235	1990	8305	1235
121	81	9440	1294	8460	1440
126	78	8492	2490	8120	1280
129	82	7685	2450	8010	1635

Из табл. 3 видно, что при определенных условиях варки и отбелки можно получить высококачественные лиственно-хвойные целлюлозы. Все небеленые и беленые целлюлозы, приведенные в табл. 3, имели достаточно высокие показатели механических свойств. При отбелке целлюлоз разрывная длина их изменилась незначительно, а показатель излома снизился примерно на 40%, но абсолютные его значения для беленых целлюлоз оставались достаточно высокими.

Поступила в редакцию
19 сентября 1966 г.

УДК 543.42 : 547.724.1

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ ФУРФУРОЛА В ОБЛАСТИ 320 — 500 мкм

В. Г. КУЛЬНЕВИЧ

Доцент, кандидат технических наук

Ю. М. ШАПИРО

Младший научный сотрудник

(Проблемная лаборатория Краснодарского политехнического института)

Применение спектрофотометрии для изучения фурфурола описано в ряде работ [2], [3], [4], [5]. Характерный максимум при 278 мкм [1] используют для количественного определения фурфурола в фурфуроле и в различных технологических растворах (конденсатах, гидролизатах).

Для наблюдения за изменяемостью спектра фурфурола при автоокислении нами использована толщина исследуемого слоя 0,06 мм, в качестве эталона взят свежеперегранный фурфурол.

Исследования проводили на спектрофотометре СФ-4 с кварцевыми кюветами. В качестве источника света использовали лампу накаливания, что позволило снимать спектры в крайней ультрафиолетовой и инфракрасной частях спектра (от 320 до 800 мкм). Исходный очищенный фурфурол делили на исследуемую часть, с которой проводили эксперименты, и эталонную, которую хранили в темной склянке в холодильнике и использовали для заполнения кюветы сравнения. Специальной проверкой установлено, что фурфурол в холодильнике довольно устойчиво сохраняет свои качественные характеристики в течение 2-х суток.

Предварительные исследования показали, что под влиянием различных факторов спектр фурфурола резко изменяется в области между инфракрасной и ультрафиолетовой частями спектра при $\lambda = 320$ —380 мкм. Отсутствие растворителя и использование исходного фурфурола в качестве эталона позволило наблюдать даже незначительные изменения, происходящие в исследуемом образце.

При растворении в фурфуроле различных электролитов (хлоридов натрия и кальция, гидрата окиси калия и др.) при 400—500 мкм оптическая плотность практически не меняется (рис. 1); при 375 мкм кривые погашения резко меняют направление, круто поднимаясь вверх, и достигают максимума при 347—350 мкм. Растворение воды в фурфуроле вызывает уменьшение его оптической плотности в области длин волн от 320 до 380 мкм. Отрицательное погашение (оптическая плотность исходного фурфурола выше, чем испытуемого образца) растет с увеличением содержания воды в фурфуроле (кривые 4, 5 на рис. 1). Аналогичная картина наблюдается при введении в фурфурол различных органических жидкостей — бензола, ледяной уксусной кислоты,

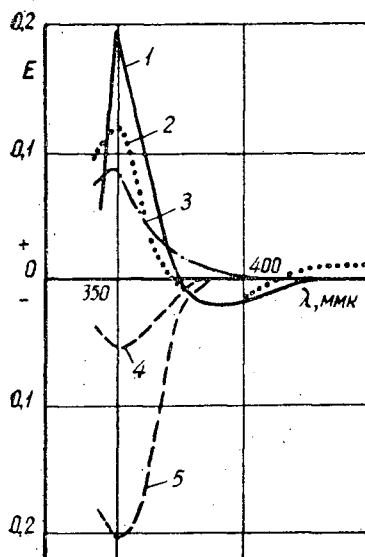


Рис. 1. Изменение спектра фурфурола.

При введении: 1 — NaCl; 2 — KOH; 3 — CaCl₂ (до насыщения); 4 — 1% воды; 5 — 5% воды.

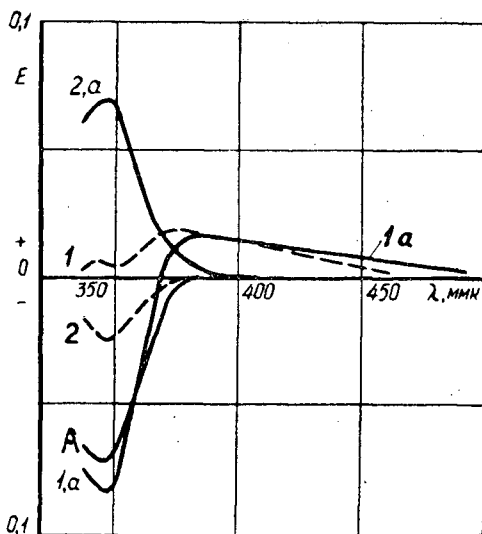


Рис. 2. Изменение спектра фурфурола.

1 — после двух суток хранения на свету; 2 — то же в темноте. А — сразу после насыщения воздухом; 1а — после двух суток хранения на свету; 2а — то же в темноте.

эфира и др.; при 320—380 мкм величина погашения пропорциональна количеству растворенного вещества.

Весьма характерны изменения спектра фурфурола в процессе непродолжительного хранения при комнатной температуре (рис. 2). Как видно из графика (кривая 1), оптическая плотность образцов, хранившихся двое суток при рассеянном освещении, заметно увеличилась на участке 370—500 мкм (с максимумом 380 мкм) и почти не изменилась при 330—370 мкм. Затемненные образцы (кривая 2) при длине волны более 370 мкм имеют спектр, полностью совпадающий с эталоном; при 347 мкм оптическая плотность заметно уменьшается. Свежий фурфурол насыщали воздухом путем встряхивания или продувкой. Оптическая плотность (кривая А) при этом сразу резко снизилась с наибольшим падением при 347 мкм. После двух суток хранения такого фурфурола на свету (кривая 1а) спектр при 347 мкм остался отрицательным, а после хранения в темноте (кривая 2а) спектр изменился на положительный с максимумом при 347 мкм.

Для ускорения автоокисления фурфурол нагревали в специальной ячейке, в которой поддерживали постоянную температуру 90°С ($\pm 0,5$), и равномерно продували воздух. Полученные спектры представлены на рис. 3. Из рисунка видно, что чем продолжительнее нагревание, тем выше оптическая плотность образцов фурфурола на участке 320—500 мкм. Однако в зоне 320—370 мкм, характерной, очевидно, для растворенного воздуха (кривая А на рис. 2), оптическая плотность уменьшается; при этом с удлинением периода нагревания минимум кривой постепенно смещается с 343 до 348 мкм. После 24 час хранения окисленных образцов в темноте при 5°С их спектры (различия показаны на рис. 3 пунктиром) были снова сняты; при этом изменения произошли только в области 320—370 мкм, в остальной зоне спектры полностью совпадали. Для всех образцов максимальный прирост плотности наблюдался при 347 мкм.

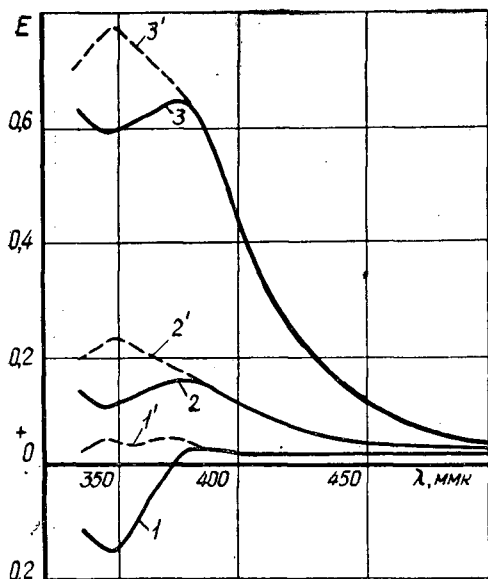


Рис. 3. Изменение спектра фурфуrolа после различной продолжительности нагревания.

1 — 30 мин; 2 — 1 час; 3 — 2 часа;
1', 2', 3' — соответственно тех же образцов после 24 час хранения в темноте при 5°C.

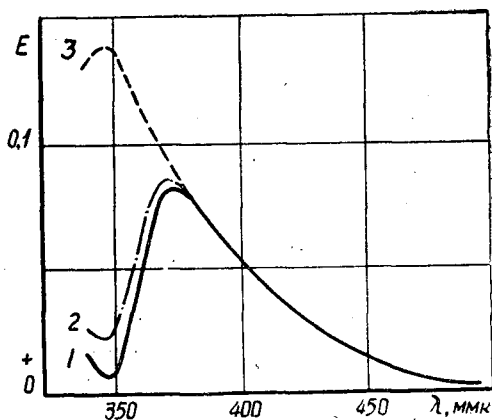


Рис. 4.

1 — после 4 час нагревания при 60°C с продувкой воздухом; 2 — то же после 24 час хранения при 20°C на свету; 3 — то же в темноте.

На рис. 4 показано влияние света на изменение спектра фурфуrolа. Полученные данные совпадают с результатами, представленными на рис. 2 (кривые 1а, 2а).

Совпадение спектров освещенных и затемненных групп образцов на участке 320—380 мкм говорит о закономерности полученных результатов.

В качестве рабочей гипотезы можно предположить, что при насыщении фурфуrolа воздухом образуется молекулярный комплекс — фурфуrol — газ, например, фурфуrol — кислород, который понижает суммарную оптическую плотность на участке 330—380 мкм (рис. 2, кривая А). В зависимости от условий хранения (в темноте или на свету, с нагреванием или при охлаждении) образовавшиеся комплексы либо разрушаются, либо происходит химическое взаимодействие кислорода с фурфуrolом. В последнем случае развивается сложная цепная реакция окисления с вырожденными разветвлениями и образуется гамма различных веществ. В обоих случаях спектр фурфуrolа изменяется; при этом одни вещества повышают его оптическую плотность, другие, наоборот, понижают ее.

Таким образом, наблюдаемые нами спектры — алгебраическая сумма влияния различных веществ на оптическую плотность исходного фурфуrolа при той или другой длине волны. Согласно современным представлениям о механизме автоокисления в фурфуrolе образуются перекиси, вода, кислоты и смолистые вещества [2], [4], [6]. Их накопление, вероятно, повышает оптическую плотность в видимой части спектра при $\lambda > 400$ мкм. Область, пограничная между ультрафиолетовой и инфракрасной, позволяет, очевидно, судить по превращениям низкомолекулярных продуктов, образующихся при автоокислении.

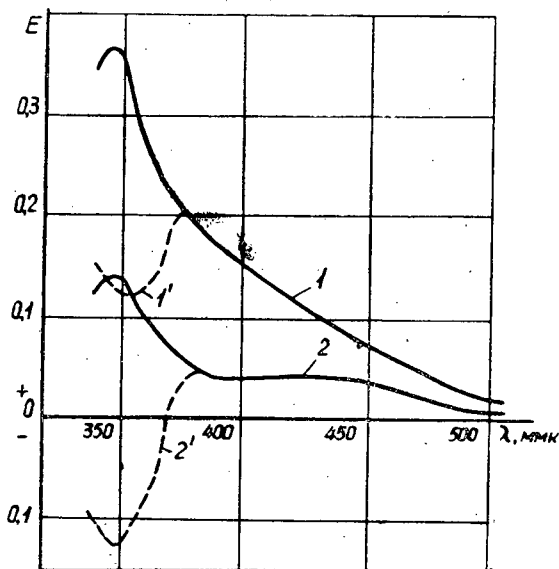


Рис. 5. Изменение спектра фурфурола через сутки хранения в холодильнике после 2,5-часового нагревания при 90°C .

1 — с продувкой воздухом; 2 — без продувки;
1', 2' — соответственно тех же образцов
после растворения в них 5% воды.

Уменьшение оптической плотности при 344—347 мкм может указывать на накопление воды в фурфуроле.

Из рис. 5 видно, что введение воды в окисленный фурфурол вызывает изменение спектров только в пределах 320—370 мкм. Аналогичное явление снижения оптической плотности отмечалось и для исходного фурфурола (рис. 1) при введении в него как воды, так и органических кислот.

Таким образом, пограничная область спектра в пределах 320—380 мкм довольно тонко отражает изменения, происходящие в фурфуроле под влиянием различных факторов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Гиллем, Е. Штерн. Электронные спектры поглощения органических соединений. ИЛ, 1957. [2]. Т. Е. Голдовская, В. Г. Кульневич, Е. Н. Шаповалов. Журн. «Пищевая технология» № 5, 96, 1962. [3]. С. З. Демиховская. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 7, 20, 1961. [4]. Ю. И. Холькин. Труды Сибирского технологического института, 23, 38, 1959. [5]. Ю. И. Холькин. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» 7, 6, 1963. [6]. Ю. И. Холькин. Сб. «Исследования в области химии и химической технологии древесины». Изд. АН СССР, 64, 1963.

Поступила в редакцию
20 сентября 1965 г.

УДК 547.623

ИССЛЕДОВАНИЕ МУТАРОТАЦИИ ГЛЮКОЗЫ

М. А. ИВАНОВ

Старший преподаватель

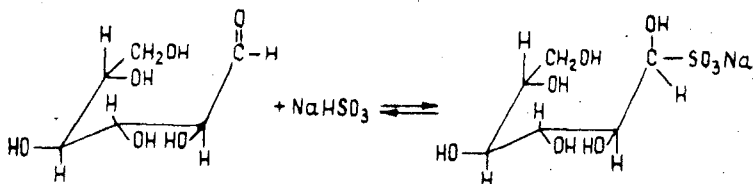
С. П. ЛАВРЕНТЬЕВ

Инженер

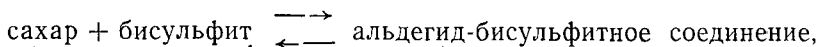
(Ленинградская лесотехническая академия)

Несмотря на общеизвестность явления мутаротации, четкие представления о его механизме отсутствуют. Взаимное превращение α - и β -форм сахаров наглядно можно изобразить с помощью открытой альдегидной формы, способной при замыкании кольца образовывать диастереомеры α и β . Принято считать, что эта реакция мономолекулярна, хотя известно, что в начале реакции для α -D-глюкозы наблюдается замедление мутаротации, а для β -D-глюкозы — ускорение ее [12]. По мнению Бренстеда [4], реакция подчиняется уравнению первого порядка вследствие того, что превращение α - и β -форм глюкозы в открытую форму — более медленный процесс, чем переход открытой формы в закрытую. Известно, что реакция мутаротации ускоряется в присутствии кислот и оснований [7]. Г. М. Лоури [8] предложил механизм катализа и указал, что прототропные превращения при мутаротации под действием кислот и оснований идут в разных частях молекулы.

В данной работе исследована мутаротация глюкозы в присутствии бисульфита натрия и сернистой кислоты. Взаимодействие этих реагентов с глюкозой и другими сахарами имеет большое значение для выяснения химизма сульфитной варки целлюлозы и поведения углеводов в этом процессе. Образование малостойких соединений, содержащих легкоотщепляемый SO_2 , при сульфитной варке целлюлозы связывают с получением альдегид-бисульфитных соединений [1], которые играют большую роль в процессах разложения сахаров с образованием альдоновых кислот [6]. Неустойчивому альдегид-бисульфитному соединению, возникающему на первой стадии, приписывают следующее строение:



Показано, что во всех случаях при реакции бисульфита с сахарами образуется равновесная система:



которая в случае глюкозы характеризуется константой равновесия, равной 0,584 [10].

Хегглунд исследовал вторичные продукты реакции бисульфита с глюкозой, полученные при нагревании при температуре 130° С [2]. Им выделены две кислоты состава $C_6H_9O_5SO_3H$ и $C_6H_{11}O_5SO_3H$, различающиеся по растворимости в спирте; одна из них содержала карбонильную группу. Для указанных соединений предложено вероятное строение и формулы [11], требующие еще доказательств.

Интересно было выяснить, действительно ли бисульфит реагирует лишь с альдегидной формой и подчиняется ли кинетика этой реакции кинетике мутаротации.

Экспериментальную часть работы выполняли с помощью кругового поляриметра марки СМ со светофильтром, имеющим максимум пропускания в области желтой линии натрия; β -D-глюкоза была получена из медицинской α -D-глюкозы путем кристаллизации из горячего пиридина [3]. Навески глюкозы (около 9,28 г), необходимые для получения 1-молярных растворов, помещали в пикнометры на 50 мл и заливали соответствующими растворами бисульфита и воды. Были приготовлены 1-, 2-, 3-, 4- и 5-молярные растворы бисульфита натрия, 1-молярный раствор сульфита натрия и водный раствор сернистой кислоты, содержащий 9,0% двуокиси серы. Для сравнения проводили мутаротацию водных растворов глюкозы при значениях рН, равных 6,0 и 4,6, и при рН, равном 1, в 0,1 н. соляной кислоте. Первые замеры угла вращения производили спустя 5 мин от начала растворения. Данные по кинетике мутаротации α -D-глюкозы представлены на рис. 1, а β -D-глюкозы — на рис. 2.

Из рис. 1 видно, что в случае раствора сернистой кислоты, имеющей значение рН, равное единице, наблюдается значительное ускорение мутаротации α -D-глюкозы по сравнению с мутаротацией ее в 0,1 н. растворе соляной кислоты с тем же значением рН. Константа скорости реакции в сернистой кислоте ($0,0910 \text{ мин}^{-1}$) примерно в два раза превосходит константу скорости мутаротации α -D-глюкозы в соляной кислоте ($0,0476 \text{ мин}^{-1}$). Это можно объяснить лишь каталитическим влиянием ионов бисульфита. Как видно из рис. 1 и 2, в присутствии бисульфита натрия равновесное состояние мутаротации достигается уже через 30 мин, несмотря на то, что значение рН бисульфитных растворов находилось в пределах 4,57—4,65, где замечена наименьшая

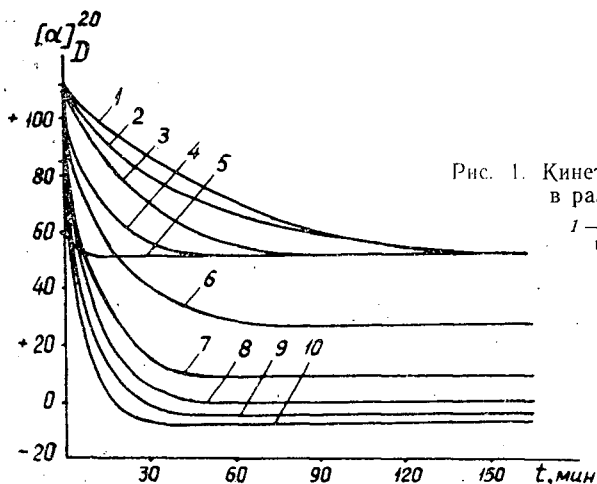


Рис. 1. Кинетика мутаротации α -D-глюкозы в различных растворах.

1 — в воде при рН = 4,6; 2 — в воде при рН = 6; 3 — в соляной кислоте при рН = 1; 4 — в сернистой кислоте при рН = 1; 5 — в 1-молярном растворе сульфита натрия; 6 — в 1-молярном растворе бисульфита натрия; 7 — то же в 2-молярном; 8 — то же в 3-молярном; 9 — то же в 4-молярном; 10 — то же в 5-молярном.

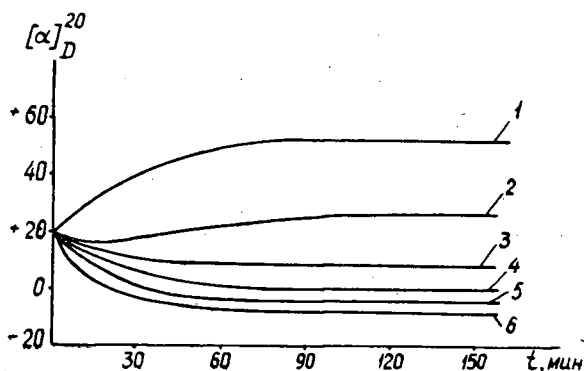
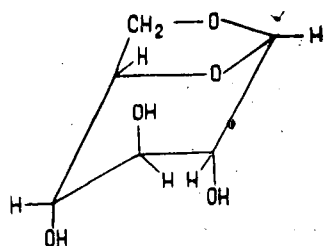


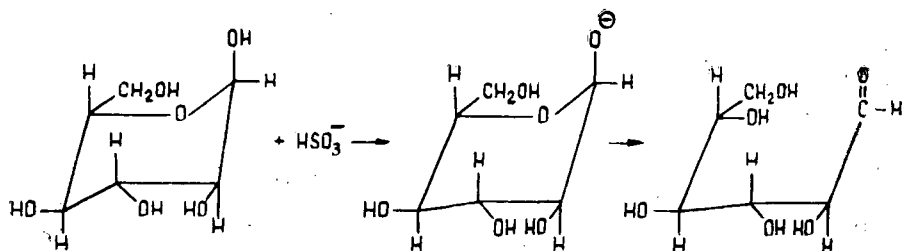
Рис. 2. Кинетика мутаротации β -D-глюкозы в различных растворах.

1 — в воде при pH = 6; 2 — в 1-молярном растворе бисульфита натрия; 3 — то же в 2-молярном; 4 — то же в 3-молярном; 5 — то же в 4-молярном; 6 — то же в 5-молярном.

скорость мутаротации [9]. Для сравнения была выполнена мутаротация глюкозы в воде, подкисленной уксусной кислотой до pH = 4,60. В данном случае константа скорости реакции равнялась $0,0216 \text{ мин}^{-1}$, и равновесное состояние реакции не было достигнуто даже спустя 2,5 часа. К сожалению, кинетика мутаротации в бисульфитных растворах не подчиняется мономолекулярному или бимолекулярному закону, что не позволяет сравнивать непосредственно константы скоростей. Данные зависимости кинетики мутаротации от концентрации бисульфита лишь говорят в пользу бимолекулярной реакции и обосновывают каталитическое действие бисульфита.

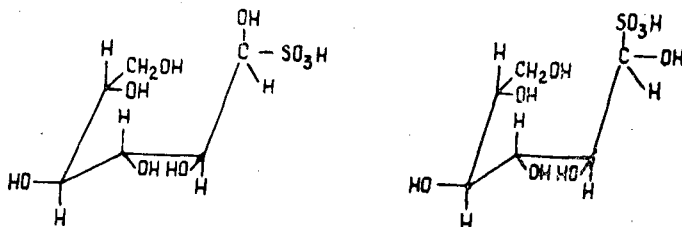


Для уточнения механизма катализа мы подействовали бисульфитом натрия на ангидроглюкозу-левоглюкозан, в котором глюкозидный гидроксил включен в образование кольца с гидроксильной группой шестого углеродного атома. Если бы бисульфит реагировал со спиртовыми гидроксильными группами, то мы обнаружили бы явление, аналогичное мутаротации. Ничего подобного не наблюдалось. Остается единственная возможность объяснить каталитическое действие бисульфита, предположив, что он воздействует на глюкозидный гидроксил. Вероятно, в результате нуклеофильной атаки по глюкозидному гидроксилу под влиянием бисульфита образуется анион по реакции



который стабилизируется путем перескока неподеленной электронной пары от кислорода к углероду, что приводит к разрыву связи O_5-C_1 и к образованию открытой альдегидной формы глюкозы. Последняя быстро реагирует с бисульфитом, давая альдегид-бисульфитное соединение. Подтверждением этого является ход мутаротации β -D-глюкозы

в растворах бисульфита, заканчивающийся такими же удельными вращениями, как и в случае мутаротации α -D-глюкозы. Если бы осуществлялась реакция присоединения бисульфита к закрытой форме глюкозы или к карбокатиону, получившемуся из закрытой формы, то следовало бы ожидать образования анамерных глюкоз-бисульфитных соединений



аналогичных α - и β -формам, различающимся по удельному вращению. Как видно из рис. 1 и 2, конечные вращения, получающиеся при мутаротации 1-молярных растворов α -D- и β -D-глюкозы, зависят лишь от концентрации бисульфита в соответствии с ранее найденными результатами [5].

Конечные удельные вращения α - и β -D-глюкозы в бисульфитных растворах одинаковых концентраций были равны и составляли в 1-молярном растворе $+27,3^\circ$; в 2-молярном — $+9,0^\circ$; в 3-молярном — $+0,6^\circ$; в 4-молярном — $-3,5^\circ$; в 5-молярном растворе — $-7,0^\circ$.

Исходя из константы равновесия, полученной для альдегид-бисульфитного соединения глюкозы, мы рассчитали его количество в зависимости от концентрации бисульфита, решив уравнение

$$\frac{1}{K} = \frac{X}{(A - X)(B - X)}$$

Результаты оказались следующие. В растворе сернистой кислоты, содержащем 0,1 моля ионов бисульфита, образуется 0,061 моля глюкоз-бисульфитного соединения. В 1-молярном растворе бисульфита натрия количество глюкоз-бисульфитного соединения составило 0,472 моля; в 2-молярном — 0,691 моля; в 3-молярном — 0,792 моля; в 4-молярном — 0,852 моля и в 5-молярном — 0,877 моля. Экстраполяция к единице позволила оценить удельное вращение глюкоз-бисульфитного соединения. Оно оказалось равным $-15,0^\circ$. Исходя из аддитивности удельных вращений глюкозы и альдегид-бисульфитного соединения, можно полагать, что в равновесном состоянии непрореагировавшая глюкоза находится в обычном соотношении α - и β -форм.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Н. Непенин. Технология целлюлозы. Гослесбумиздат, 1956, стр. 284—287. [2]. E. Adler. Svensk papperst. 49, 1946, 339—346. [3]. R. Behrend. Ann. 353, 1907, 107. [4]. J. N. Bronsted, E. A. Guggenheim. Journ. Amer. Chem. Soc. 49, 1927, 2554. [5]. H. H. Browne. Journ. Org. Chem. 9, 1944, 47. [6]. E. Hagglund. Ber. 62, 1929, 84; 62, 1929, 437. [7]. C. S. Hudson. Journ. Amer. Chem. Soc. 29, 1907, 1571. [8]. T. M. Lowry. Journ. Chem. Soc. 127, 1925, 1371. [9]. J. M. Nelson, F. M. Beegle. Journ. Amer. Chem. Soc. 41, 1919, 559. [10]. Jacobus. Sundman. Finnish Paper Timber Journ. 29, № 8, 1947, 113—117. [11]. Tsuneya Marusawa, Den-ichi Naito, Jun-ichi Uchida. Mem. Rygyn Coll. Eng. 1, 1929, 351—393. [12]. F. P. Worley. J. C. Andrews. Journ. phys. Ch. 31, 1927, 1880, 32, 1928, 307.

УДК 65.011.56

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

ХАРАКТЕР И ПАРАМЕТРЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОСЫЛОК В ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЕ

А. И. ИОФФЕ

Доцент, кандидат технических наук

(Сибирский технологический институт)

Характер и число принятых параметров регулирования должны обеспечивать требуемый режим работы лесопильной рамы.

Для установления нужного характера и числа параметров оптимального регулирования рассмотрим известные зависимости [1], [2], определяющие величину допустимой скорости подачи. Эта скорость ограничена посылкой, обусловленной:

- 1) качеством пропила

$$\Delta_k = \frac{U_z H}{t}; \quad (1)$$

- 2) работоспособностью пил

$$\Delta_p = \frac{H \cdot t}{2h_{max}}; \quad (2)$$

- 3) мощностью привода лесопильной рамы

$$\Delta_N = \frac{N \cdot \eta \cdot 6,12 \cdot 10^6}{K \cdot i \cdot h \cdot b \cdot \beta \cdot n}. \quad (3)$$

В этих уравнениях

U_z — подача на зуб пилы, мм;

H — ход пильной рамки, мм;

t — шаг зубьев пил, мм;

h_{max} — максимальная высота пропила, мм;

N — номинальная мощность приводного электродвигателя лесопильной рамы, кВт;

η — коэффициент полезного действия механизма резания;

K — удельная мощность резания, кг/мм²;

i — число пил в поставе;

h — средняя высота пропила, мм;

b — ширина пропила, мм;

β — коэффициент, учитывающий затупление пил;

n — число оборотов коренного вала рамы, об/мин.

Из уравнений (1) и (2) следует, что шаг зубьев t имеет противоположное значение для допустимых посылок по качеству и работоспо-

способности пил, поэтому его нужно учитывать при автоматическом регулировании. Шаг зубьев важен и для нахождения величины $K = f(h, U_z)$, которая влияет на допустимую посылку по мощности привода. Следовательно, величина t , имея существенное значение для всех трех уравнений, обуславливающих ограничительный характер посылок, должна быть принята в качестве одного из параметров регулирования.

Уравнения (2) и (3) показывают, как влияют величины h и h_{max} на значение допустимых посылок по работоспособности пил и по мощности привода. А так как h и h_{max} связаны с диаметром бревна простыми соотношениями (2), то в качестве параметра регулирования следует принять диаметр бревна или соответствующую ему высоту бруса. Однако этот параметр, однозначно определяющий при $t = \text{const}$ допустимую посылку по работоспособности пил в уравнении (2), не имеет такого значения для уравнения (3). Для допустимой посылки по мощности привода определяющее значение имеет суммарная высота пропила

$$\Sigma h = ih,$$

где i — число пил в поставе.

В зависимости от вида распиловки и просвета лесопильной рамы число пил в поставе может быть различным, поэтому оно также должно быть принято в качестве параметра регулирования.

Все эти параметры не учитывают величины отдельных возмущающих воздействий, которые имеют большее значение для комбинированного регулирования, обеспечивающего оптимальное управление скоростью подачи. К числу возмущающих воздействий относятся отклонения в физико-механических свойствах древесины, ее гидротермическое состояние, затупление пил, изменение удельной мощности резания и другие факторы, влияющие на величину нагрузки приводного электродвигателя рамы. В связи с этим должен быть принят еще один параметр регулирования, учитывающий величину нагрузки двигателя лесопильной рамы.

Таким образом, для автоматического оптимального регулирования необходимы и достаточны следующие параметры: 1) число пил в поставе; 2) шаг зубьев пил; 3) диаметр распиливаемого бревна или высота бруса; 4) величина загрузки двигателя рамы.

Первый и второй параметры регулирования остаются неизменными в течение пиломосны, так как число пил в поставе и шаг их зубьев может изменяться только при перебивке поставы. Третий и четвертый параметры обычно непрерывно меняются из-за переменной высоты пропила, вызванной сбегом, из-за изменения удельной мощности резания, затупления зубьев пил в процессе резания, отклонений в твердости распиливаемой древесины и ее гидротермического состояния. Для установления изменений третьего и четвертого параметров, то есть размерного и силового, необходимы датчики, позволяющие наряду с изменением начальных значений параметров определять их изменение в процессе распиловок. Датчики более простой конструкции дискретного действия нужны для первого и второго параметров.

Использование принятых параметров регулирования для автоматического управления требует построения алгоритма, выполнение которого реализует возможность осуществления автоматического регулирования по данным параметрам. Построение алгоритма и проверка его соответствия требуемому характеру регулирования связано с определением (расчетным путем) оптимальной скорости подачи при разных условиях распиловок.

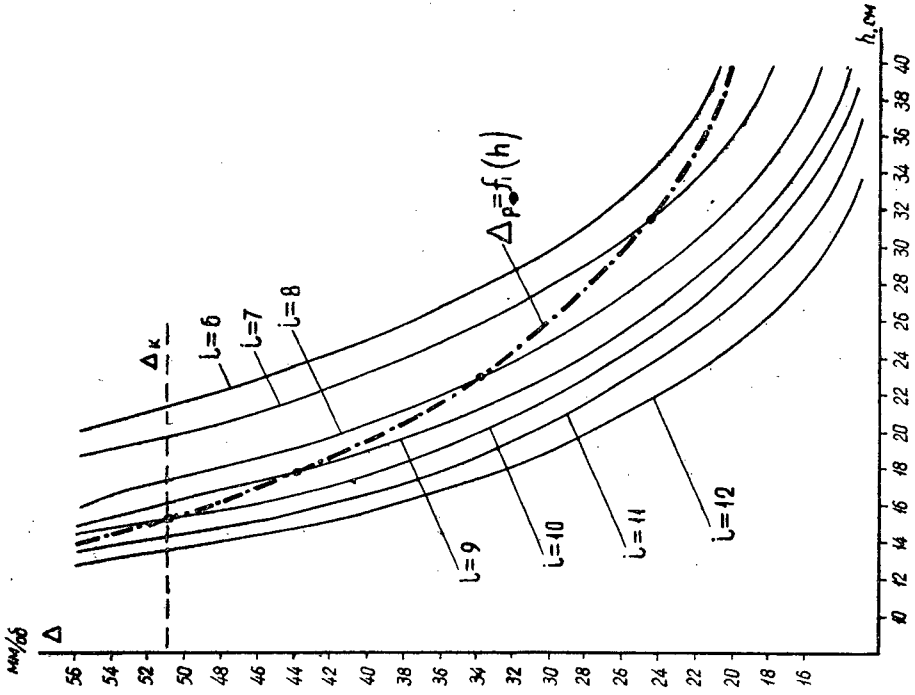


Рис. 1.

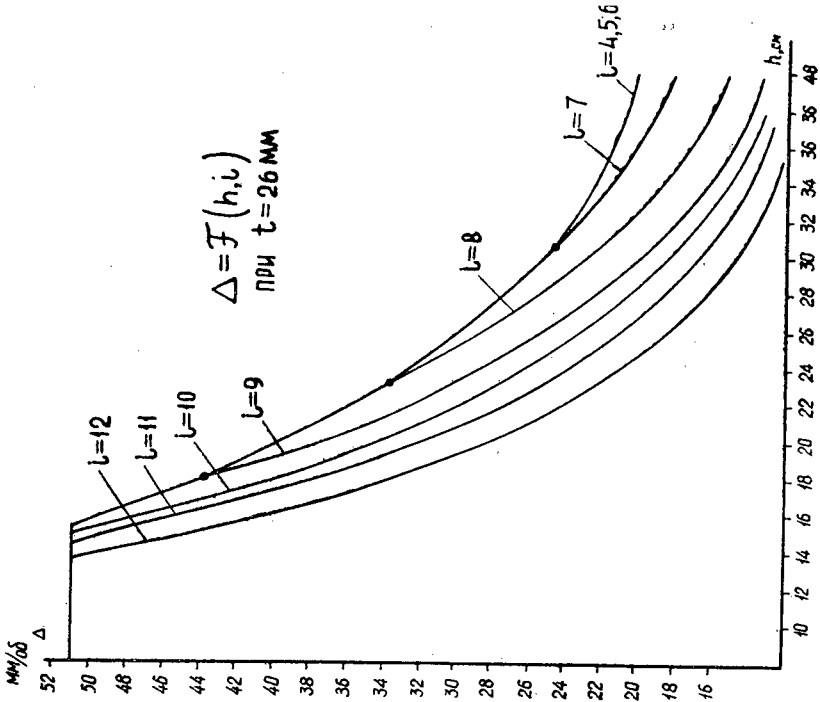


Рис. 2.

Оптимальную скорость подачи целесообразно рассчитать графоаналитическим путем. Для этого по уравнениям (2) и (3) в зависимости от значений h строят графики допустимых посылок по работоспособности пил и по мощности привода при разных числах пил в поставе и при определенном шаге зубьев.

На рис. 1 приведены такие графики, построенные при следующих исходных данных: $t=26$ мм, $i=6, 7, 8, 9, 10, 11, 12$; $N=100$ квт; $n=300$ об/мин, $\beta=1,2$; величину K определяют для заданной высоты пропила в зависимости от посылки.

Графики (рис. 1) показывают, что при $i=6$ кривая $\Delta_N=f_2(h, i)$ лежит правее кривой $\Delta_p=f_1(h)$ для всех принятых значений h . Следовательно, допустимые посылки по мощности привода при числе пил в поставе, равном 6 и меньше, превышают допустимые посылки по работоспособности пил. В этом случае возможные посылки должны быть ограничены не мощностью привода, а работоспособностью пил, если эти посылки не превышают допустимых по качеству (Δ_k из уравнения (1)).

При числе пил, равном 7, 8 и 9, кривые допустимых посылок по Δ_N пересекаются для определенных значений h . Точки пересечения — это графическое решение, при котором значения допустимых посылок по Δ_p и Δ_N равны. Посылки, лежащие выше и ниже точек пересечения, подлежат корректировке.

При поставках на 7, 8 и 9 пил допустимые посылки определяют по огибающим кривым для всего диапазона значений высот пропила h . Огибающие кривые совпадают с кривой Δ_p до точки пересечения и с кривой Δ_N — после точки пересечения. При числе пил 10, 11 и 12 кривые Δ_N лежат левее кривой Δ_p и не пересекаются с ней.

Это означает, что допустимые посылки по мощности привода меньше допустимых по работоспособности пил. Поэтому при указанном числе пил в поставе допустимые посылки нужно определить по Δ_N , если они не превышают допустимых посылок по Δ_k (из уравнения (1), которое выражается прямой, параллельной оси h).

На рис. 2 приведены скорректированные кривые требуемых посылок, не превышающих допустимых по качеству Δ_k , по работоспособности пил Δ_p и мощности привода Δ_N для разного числа пил, имеющих шаг зубьев 26 мм, и 1 класса чистоты поверхности.

Подобным же способом строят графики для других шагов зубьев и для другого качества распила. По этим кривым проверяют алгоритм, определяющий содержание и последовательность операций, переводящих исходные данные в искомый результат для автоматического оптимального регулирования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Л. Бершадский. Резание древесины. Гослесбумиздат, 1958.
 [2]. А. Л. Бершадский. Справочник по расчету режимов резания древесины. Гослесбумиздат, 1962.

Поступила в редакцию
25 апреля 1967 г.

УДК 634.0.383 : 681.14 — 523.8

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ДОРОГ НА ЭВМ

Г. А. БОРИСОВ

Г. И. СИДОРОВА

Научные сотрудники

(КарНИИЛПХ)

При проектировании продольного профиля дорог с помощью электронных вычислительных машин (ЭВМ) исходные данные необходимо представлять в виде, пригодном для ввода в ЭВМ. Электронные вычислительные машины способны обрабатывать информацию, представленную преимущественно в цифровом виде. Отсюда вытекает необходимость разработки специальных приемов кодирования исходных данных. Основные требования к кодированию заключаются в том, чтобы: 1) оно выполнялось в удобном для ЭВМ виде; 2) система кодирования данных была наглядна и легко доступна для инженеров-дорожников, то есть мало отличалась от представления данных при ручных методах проектирования; 3) кодирование осуществлялось с минимальной избыточностью, так как при этом не снижается производительность при подготовке данных и их вводе, а также эффективнее используется память ЭВМ; 4) система кодирования позволяла производить упорядочение информации в соответствии с программами дальнейшей ее переработки.

Первое требование для серийной ЭВМ «Минск-1» (в расчете на которую разрабатывается система проектирования продольного профиля дорог) выполняется лишь при представлении исходной информации в цифровом виде с занесением на перфоленду с помощью перфоратора. Так как использование цифровой информации для кодирования не наглядно, было разработано устройство для ввода информации в телеграфном коде № 2 [2]. Это увеличило возможности ввода ЭВМ «Минск-1» и позволило вводить в ЭВМ информацию в алфавитно-цифровом виде. Таким образом было частично выполнено второе требование, предъявляемое к кодированию.

Исходные данные заносятся на перфоленду и одновременно печатаются на рулонном телеграфном аппарате. С этой же целью исходные данные должны быть представлены в строго упорядоченной последовательности, соответствующей пикетам и плюсам на продольном профиле черной линии проектируемой автодороги.

Минимальную избыточность и упорядоченность исходной информации можно обеспечить путем представления данных в форме, близкой к табличной. Каждая строка таблицы соответствует одной точке «черного» профиля, а графы — различным параметрам этой точки. Упорядочение информации в строке позволяет отказаться от обозначе-

ДОРОЖНО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ЗОНА 2:
КЛАСС ДОРОГИ 5:
ШИРИНА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА 3,2:
ГЛУБИНА КЮВЕТА 0,5:
ШИРИНА КЮВЕТА 0,5:
ОТКОСЫ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА 1,5:
ОТКОСЫ КЮВЕТА 1,5:
ШАГ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СРЕДНИЙ 150:
ШАГ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИНИМАЛЬНЫЙ 100:
РУКОВОДЯЩИЙ УКЛОН 25:
0800:99,02:99,02:98,02:75:1:
0840:97,77:::75:2:СКАЛА 1.
0880:97,80:::81:3:
0900:97,07:::75:1:
1000:96,98:::81:3:СУГЛИНОК СО ШЕБНЕМ.
1130:97,01:98,01:::81:3:
1189:99,32:::75:2:

Рис. 1. Образец представления исходных данных в виде бланка, отпечатанного на телеграфном аппарате.

ния этого параметра и в то же время облегчает переход от принятого в таблице порядка расположения данных к порядку, требуемому для работы какой-либо программы. В столбцы таблицы заносят наиболее часто встречающиеся параметры. Последний столбец предназначен для занесения признака и величины редко встречающегося параметра.

Таблица состоит из введения и основной части. Во введении указывают основные показатели, характеризующие данную дорогу. Это — дорожно-климатическая зона, класс дороги, ширина земляного полотна, глубина и ширина кюветов, уклон откосов земляного полотна и кюветов, средний и минимальный шаг проектирования и руководящий уклон. Основная часть состоит из столбцов, которые соответствуют различным характеристикам точки профиля дороги. В первом столбце располагают пикеты, во втором — черные отметки и далее соответственно контрольные отметки, уровень грунтовых вод, грунты и тип местности. Для облегчения составления бланков весь числовой материал представляют в форме, принятой при ручном проектировании, за исключением грунтов, которые кодируются числами. При перфорации исходной информации характеристики во введении и в основной части необходимо разделять двоеточием, которое служит распознавательным признаком конца каждой характеристики. Каждая строка должна содержать в себе шесть двоеточий. В случае отсутствия какой-либо характеристики точки достаточно пробить двоеточие на месте, где должна бы стоять эта характеристика. Конец седьмого столбца характеризуется пробивкой «точка».

Программа обработки данных перерабатывает исходную информацию, представленную в телеграфном коде, в двоично-десятичный код, записывает ее в форме, необходимой для работы последующих программ, работающих в режиме фиксированной запятой, то есть производит масштабирование, и ставит ограничения для каждой точки продольного профиля в соответствии с нормами и правилами проектирования автодорог.

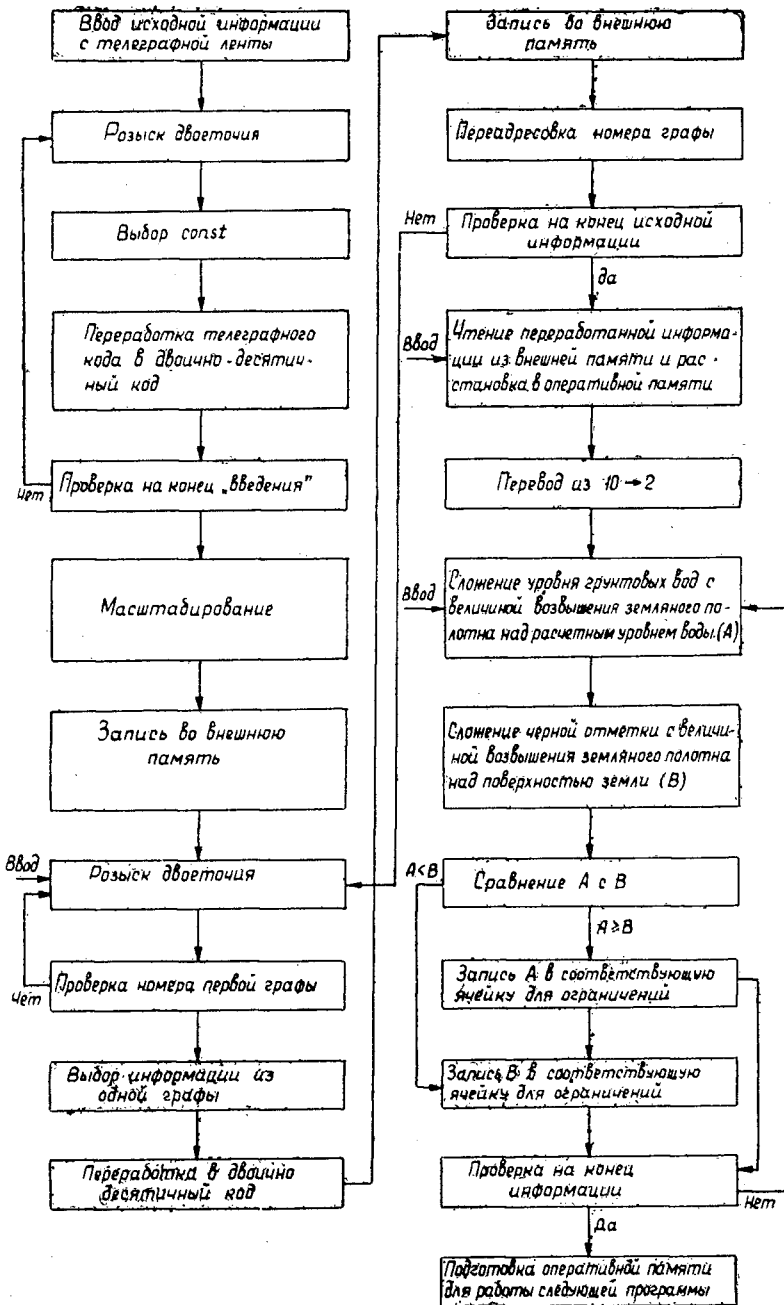


Рис. 2. Блок-схема программы.

Так как числовой материал наносят на перфоленду в телеграфном коде, то в оперативную память машины его вводят с помощью специальной программы, которая управляет работой машины через модифицированное устройство ввода. Для числового материала отводят ячейки с 0525 по 1760. В данный объем памяти можно поместить информацию, характеризующую 96 точек продольного профиля.

Ввиду большого объема вводимой информации и ограниченной оперативной памяти ЭВМ «Минск-1» программу обработки данных разбивают на четыре подпрограммы (каждую из которых автоматически вводят с перфоленты после окончания работы предыдущей): первая обрабатывает введение, выбирая константы, накапливает их в оперативной памяти и переписывает во внешнюю память; вторая перерабатывает основную часть, выбирая характеристики по столбцам, и переписывает их во внешнюю память. Запись на магнитную ленту производят в две зоны и затем контрольно суммируют; третья — подпрограмма чтения информации с внешней памяти машины и расстановка ее в оперативной памяти. Чтение сопровождается контролем с помощью суммирования; четвертая — расстановка ограничений и подготовка оперативной памяти для работы следующих программ.

Данные обрабатывают по следующему алгоритму: информацию перебирают до поступления знака «двоеточие», константу выбирают, перерабатывают в двоично-десятичный код и масштабируют.

Для расстановки ограничений в оперативную память вводят дополнительную таблицу, которая содержит данные о наименьшем возвышении земляного полотна над поверхностью земли и над расчетным уровнем грунтовых вод в зависимости от грунтов, дорожно-климатической зоны и от типа местности в соответствии с нормами и правилами проектирования автомобильных дорог общей сети СССР [1]. К величине черной отметки прибавляют соответствующие данные о возвышении земляного полотна над поверхностью земли, к уровню грунтовых вод — соответствующие данные о возвышении земляного полотна над расчетным уровнем воды. Полученные величины сравниваются, и большая из них принимается в качестве ограничения. После расстановки ограничений оперативную память подготавливают для работы следующих программ, например, для оптимизации красной линии при проектировании автомобильных дорог.

Контрольные расчеты показали правильность работы программы и однозначность получаемых результатов.

При ручной подготовке и обработке информации на подготовку к перфорации затрачивается 65 мин, на перфорацию — 52 мин и проверку перфорации — 40 мин. При подготовке информации к работе данной программы соответственно — 28, 22 и 10 мин.

Обработку информации и расстановку ограничений машина осуществляет за 3 мин, дополнительная затрата времени 4 мин.

Применение такой программы позволяет механизировать расстановку ограничений по техническим условиям для всех видов автомобильных дорог и всех условий и представить информацию в наиболее сжатой и наглядной для инженера-проектировщика форме. В то же время была выявлена неопределенность нахождения типа местности в нормах и правилах проектирования автодорог, вследствие чего при подготовке исходной информации разными специалистами возникало расхождение ограничений, получаемых при работе программы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Автомобильные дороги общей сети Союза ССР. Нормы проектирования СН и П П-Д 5-62. Издательство литературы по строительству. М., 1964. [2]. В. В. Аксенов, Н. Г. Зайцев, В. А. Лебедев, И. М. Попов, Н. А. Табаков. Система автоматизации программирования для ЭВМ «Минск-1». Карельское книжное издательство. Петрозаводск, 1966.

УДК 634.0.6 : 634.0.24

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
КОМПЛЕКСНОГО УХОДА В СОСНОВЫХ ЖЕРДНЯКАХ

А. П. СЛЯДНЕВ

Доцент, кандидат технических наук

(Брянский технологический институт)

Как свидетельствуют труды выдающихся лесоводов Г. Ф. Морозова [9], М. Е. Ткаченко [16], И. С. Мелехова [7], А. Б. Жукова [5], В. Г. Нестерова [12], [13], Н. П. Георгиевского [2], при проведении рубок ухода решаются многие важные задачи лесохозяйственного производства: формирование состава, регулирование густоты, повышение устойчивости по отношению к биотическим факторам, улучшение качества выращиваемой древесины и сокращение периода формирования эксплуатационных запасов, расширение промежуточного пользования и т. п. Вместе с этим многие лесоводы теперь считают, что с помощью одних только рубок ухода невозможно добиться повышения общей продуктивности насаждений. По мнению В. И. Рубцова [15], оно может наблюдаться в тех редких случаях, когда имеет место приведение числа деревьев к оптимальному в перегущенных насаждениях и когда в результате рубок ухода заметно улучшаются почвенно-грунтовые условия. Однако это бывает сравнительно редко, поэтому нельзя рассчитывать на повсеместное, хотя бы и временное, повышение продуктивности.

Очевидно, для решения этой задачи необходимы иные приемы воздействия на лесные участки. По нашему мнению, плодотворной теоретической основой для разработки таких приемов является учение В. Г. Нестерова о биоэкосе — таком единстве лесных насаждений и их местообитаний, при котором имеет место максимальное соответствие между ними. В связи с этим можно говорить, что то или иное лесохозяйственное производство имеет дело с типичными биоэкосами и с участками, которые по тем или иным причинам к ним не относятся. В целях разработки проектов и осуществления мероприятий по повышению продуктивности все участки сосняков можно было бы подразделять на биоэкосы разных рангов, а в пределах их — на варианты.

Примером типичного биоэкоса высшего ранга в Брянском лесном массиве являются сосновые насаждения на свежих песчаных почвах, подстилаемых глауконитовым песком с фосфоритом. Здесь формируются древостои I—IIa классов бонитета. Крайнее несоответствие между природой сосны и особенностями местообитаний наблюдается в насаждениях на сухих и заболоченных почвах. Их можно отнести к биоэкосам низших рангов, но разных вариантов.

Для биоэкоса первого ранга важны мероприятия по скорейшему восстановлению коренных насаждений после рубок главного пользования, а затем хозяйственно целесообразные рубки ухода.

В основном биоэкосе второго ранга, куда относятся сосняки на свежих бедных и относительно бедных почвах, в зависимости от экономических условий ведения хозяйства, наряду с рубками ухода, могут быть применены и другие приемы ухода для повышения ранга данного биоэкоса. Скорейшее максимальное соответствие может быть достигнуто при одновременном воздействии на насаждение и местообитание. В результате этого можно добиться перевода того или иного участка леса в биоэкос первого ранга. Уход за насаждениями осуществляется, в основном, путем рубок.

Однако, как известно, их можно проводить по-разному. Так, В. И. Рубцов отметил, что рубки ухода по способу В. Г. Нестерова в ряде случаев дают лучшие результаты, чем предложенные «Наставлением по рубкам ухода» [11]. На основании этого он подчеркнул, что всякое новое предложение по совершенствованию порядка отбора деревьев при уходе за лесом должно быть предметом пристального внимания и изучения.

Одним из мероприятий по уходу за местообитаниями является применение минеральных удобрений. В настоящее время этому приему повышения продуктивности насаждений уделяется всё большее внимание. На возможность использования минеральных удобрений обращали внимание И. С. Мелехов [7], А. Б. Жуков [5]. Выявлением эффективности минеральных удобрений занимались В. И. Рубцов [15], Б. Д. Жилкин [3], [4], А. А. Молчанов [8], С. А. Казадаев, В. Н. Мина и др. Необходимо накопить опыт применения минеральных удобрений в различных лесорастительных районах, на разных почвах и в сочетании с другими мероприятиями по уходу. Это послужило бы основой для разработки комплексных мер выращивания высокопродуктивных насаждений.

В связи с этим в 1962 г. в квартале 1 Брянского учебно-опытного лесничества нами была заложена пробная площадь в 22-летних сосновых культурах, сформировавшихся на свежей среднеподзолистой пылевато-песчаной почве.

Относительная бедность почвы подтверждается спектром растений-индикаторов из напочвенного покрова, в котором преобладают зеленые мхи, овсяница, земляника, грушанка, вейник, розга золотая, молиния, костяника. Тип местообитания — свежая суборь. Величина секций данной пробы — 0,08—0,10 га.

До закладки опыта в насаждении ухода не было. В год закладки опыта количество деревьев на секциях колебалось от 4025 до 4725 шт. на 1 га, а после опытных изреживаний — от 2275 до 3450 шт. Здесь были проведены изреживания по способам «Наставления», В. Г. Нестерова и П. В. Воропанова.

Известно [6], [10], что боровые и субборовые местообитания характеризуются относительно малым содержанием зольных элементов и азота. Поэтому одновременно с проведением опытных изреживаний в некоторые секции было внесено азотное удобрение (аммиачная селитра) — 90—100 кг на 1 га [14]. Учет результатов опыта в 1966 г. позволил установить, что наибольшие приросты по среднему диаметру, сумме площадей сечений и запасу оказались на тех секциях, где была внесена аммиачная селитра (табл. 1). На секциях, где было проведено только изреживание, абсолютные приросты по среднему диаметру оказались равными и за прошедший период достигли 0,7 см (или 116,7% от контрольного). На удобренных секциях прирост составил 0,9—1,0 см (или 150—166,7%). Относительный прирост на контроле оказался равным 6,5%, на секции с уходом по «Наставлению» — 6,8%, а на удобренных секциях — 9,0—10,2%. Характер изменения абсолютных и относительных приростов по диаметру при рубках ухода по способам В. Г. Нестерова [12], [13] и П. В. Воропанова [1] сходен. По другим показателям разные способы рубок ухода также дают примерно одинаковые результаты.

Периодический прирост по сумме площадей сечений на контроле составил 2,75, при уходе по способу В. Г. Нестерова — 2,77, а при уходе по способу П. В. Воропанова — 3,15 м². Текущий прирост по запасу соответственно равен 8,6; 8,9 и 8,8 м³. Различия в приростах по сумме площадей сечений не превышали 15% и по запасу — 3%. На удобренных же секциях при всех сопоставляемых способах рубок приросты по сумме площадей сечений значительно превзошли контрольный (131,6—152,7%). В связи с этим оказались наибольшими и текущие приросты по запасу.

Таблица 1

Вариант опыта	№ секции	Вариант комплексного ухода	Интенсивность вырубki по запасу, %	Норма внесения аммиачной селитры, кг/га	Сумма площадей сечений до ухода, м ²	Приросты			Текущий дополнительный прирост, м ³
						по среднему диаметру, см	по сумме площадей сечений, м ²	по запасу, м ³	
I	7	Контроль	2,46	—	24,76	0,6	2,75	8,6	2,4
	А	"	5,47	100	26,37	1,0	3,99	14,2	6,0
II	1	По „Наставлению“	20,20	—	28,06	0,7	3,21	9,2	2,8
	2	"	22,50	90	25,81	1,0	3,98	11,4	5,1
III	6	По способу В. Г. Нестерова	24,63	—	24,63	0,7	2,77	8,9	3,7
	3	"	25,00	90	25,00	1,0	4,20	12,8	7,0
IV	5	По способу П. В. Воропанова	18,95	—	24,38	0,7	3,15	8,6	3,9
	4	"	23,80	90	24,93	0,9	3,62	10,6	6,1

Показательно изменение дополнительного прироста. разницы в текущих приростах деревьев, оставленных после изреживания, в периоды перед опытом и после него. На пройденных рубками ухода секциях он достиг 116,7—162,5%. Наибольшим он оказался на секциях, где, наряду с отмирающими мелкими деревьями, в рубку были назначены деревья с повышенным уровнем развития (со снижающейся энергией обмена веществ). Однако улучшение корневого питания внесением высокодоступного азота повысило дополнительный прирост несравненно больше.

На участках с аммиачной селитрой он составил 212,5—291,7% по отношению к контролю.

При вырубке части крупных деревьев ощутимо изменяются надземная и почвенная среда для оставленных деревьев, способных к относительно более заметному изменению обмена веществ. В связи с этим как на неудобренных, так и на удобренных секциях, где изреживания были проведены по способам В. Г. Нестерова и П. В. Воропанова, дополнительный прирост оказался выше. Так, в первом случае он превосходил на 32—39%, во втором — на 20—39% дополнительный прирост на соответствующих секциях с уходом по способу «Наставления». Из этих же данных вытекает вывод о целесообразности удаления деревьев с повышенным уровнем развития не только из крупных, но и средних. В лесоводственном отношении наиболее рационально умеренное разреживание всех трех пологов древесостоев. Это указывает на преимущества предложений проф. В. Г. Нестерова.

Одним из условий возможности более широкого использования минеральных удобрений является его экономическая рентабельность. Наши расчеты затрат на приобретение удобрений, их доставку и внесение, с одной стороны, и определение таксовой стоимости древесины дополнительного прироста, с другой, показали высокую экономическую эффективность применения азотного удобрения при выращивании сосновых насаждений (табл. 2).

Таблица 2

Вариант опыта	№ секции	Вариант комплексного ухода	Дополнительный прирост по запасу за четыре года		Затраты на внесенные аммиачной селитры, руб.—коп.	Разница	
			м ³	таксовая стоимость, руб.—коп.		руб.—коп.	%
I	7	Контроль	9,6	26—88	—	26—88	100,00
	A	„	24,0	67—20	18—45	48—75	181,36
II	1	По „Наставлению“	11,2	31—36	—	31—36	116,67
	2	„	20,4	57—12	16—74	40—38	150,22
III	6	По способу В. Г. Нестерова	14,8	41—44	—	41—44	154,17
	3	„	28,0	78—40	16—74	61—66	229,39
IV	5	По способу П. В. Воропанова	15,6	43—68	—	43—68	162,50
	4	„	24,4	68—32	16—74	51—58	191,89

Стоимость дополнительного прироста от азотного удобрения оказалась на 21—41% больше затрат на его внесение. Следовательно, за четыре года возмещаются не только все затраты, связанные с внесением минерального удобрения, но и получается дополнительная прибыль.

В целом данный опыт многократно подтвердил высокий лесорастительный и экономический эффект внесения азотного удобрения. Такой вариант комплексного ухода может найти применение в первую очередь в лесодефицитных районах страны.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. В. Воропанов. Управление ростом и развитием деревьев. Гослесбумиздат, М.—Л., 1954. [2]. Н. П. Георгиевский. Рубки ухода за лесом. Гослесбумиздат, М.—Л., 1957. [3]. Б. Д. Жилкин. Уход за сосной. Труды Брянского лесного института, т. II—III, Брянск, 1940. [4]. Б. Д. Жилкин. Классификация деревьев по продуктивности. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965. [5]. А. Б. Жуков. Естественные или искусственные леса. Известия АН СССР, серия биологическая, № 4, 1962. [6]. С. А. Ковригин. Почвы Брянского лесного массива. Труды Брянского лесного института, т. II—III, Брянск, 1940. [7]. И. С. Мелехов. Состояние лесного хозяйства и повышение продуктивности и сохранности лесов. Сб. «Повышение продуктивности и сохранности лесов», изд-во «Лесная промышленность», М., 1964. [8]. А. А. Молчанов. Влияние минеральных удобрений на рост дуба. Журн. «Лесное хозяйство» № 4, 1964. [9]. Г. Ф. Морозов. Рубки возобновления и ухода. 1930. [10]. В. Ф. Морозов. Биологические основы ухода за лесом. Государственное изд-во литературы, Минск, 1962. [11]. Наставление по рубкам ухода за лесом. Гослесбумиздат, 1963. [12]. В. Г. Нестеров. Общее лесоводство. Гослесбумиздат, М.—Л., 1954. [13]. В. Г. Нестеров. Вопросы современного лесоводства. Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, М., 1961. [14]. Н. П. Ремезов, Л. Н. Быкова, Н. М. Смирнова. Биологический круговорот азота и зольных элементов в лесных насаждениях. Труды Института леса АН СССР, т. 24, 1955. [15]. В. И. Рубцов. Культуры сосны в лесостепи центрально-черноземных областей. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964. [16]. М. Е. Ткаченко. Общее лесоводство. Гослесбумиздат, М.—Л., 1952.

УДК 658.38

О МЕТОДИКЕ И РЕЗУЛЬТАТАХ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕКУЧЕСТИ КАДРОВ В ЛЕСПРОМХОЗАХ КАРЕЛИИ

И. П. ПОКРОВСКАЯ

Научный сотрудник, кандидат экономических наук

(Карельский институт леса)

В 1964—1965 гг. было проведено массовое обследование текущей кадровой ситуации во всех 38 леспромпхозах «Кареллеспрома». Целью его заключалась в том, чтобы установить причины высокой текучести кадров в лесозаготовительной промышленности Карелии, выяснить состав работников, переходящих с одних предприятий на другие, направления миграционных потоков и на этой основе дать конкретные предложения, направленные на сокращение текучести. Были опрошены все рабочие, ИТР, служащие и работники других категорий, выбывшие из леспромпхозов «Кареллеспрома» и поступившие в них в течение II квартала 1964 г. (всего 6365 человек). Ответы опрашиваемых записывали в специальные бланки-анкеты, причем на каждого выбывающего заполняли анкету с черным шрифтом, а на каждого поступающего — с красным. Каждая из этих анкет, помимо адресной части, содержит два раздела: «Общие сведения об обследуемом» и «Причины ухода с работы». Анкеты безымянные, что обеспечивает получение более объективных сведений. Большинство вопросов — открытые; лишь некоторые из них даны в закрытой форме, то есть с возможными вариантами ответов. Почти все ответы на поставленные вопросы записаны со слов опрашиваемых. Для единообразного толкования вопросов программы была составлена инструкция по заполнению анкет, содержащая подробные указания и разъяснения относительно того, как надо отвечать на тот или иной вопрос. Заполнение анкет осуществлено работниками отделов кадров леспромпхозов.

Следующим, не менее ответственным и трудоемким этапом работы являлась обработка собранного материала — шифровка анкет, их механизированная разработка, расшифровка табуляграмм, составление и отчет разработочных таблиц и т. д., выполненная сотрудниками отдела экономики Карельского института леса и машинносчетной станции Статуправления КАССР; в шифровке анкет приняли участие работники Управления по использованию трудовых ресурсов Совета Министров КАССР и «Кареллеспрома», а также студенты Петрозаводского государственного университета.

Суть шифровки состоит в том, что каждому ответу карточки присваивается определенный шифр, без чего невозможна их механизированная разработка. Работу вели в соответствии с «Указаниями и разъяснениями по шифровке анкет». Наибольшую трудность представляла шифровка таких пунктов, как «Профессия (специальность)», «Откуда прибыл», «Куда выбывает», «Место работы до поступления на данное предприятие», каждый из которых предполагает множество вариантов ответов; для шифровки этих пунктов были составлены специальные приложения, содержащие перечни

наиболее вероятных ответов с указанием их шифров. В тех случаях, когда возникали спорные вопросы, например, к какой отрасли промышленности (народного хозяйства) следует отнести то или иное предприятие, к какой республике (области, району) отнести тот или иной населенный пункт и т. д. — приходилось пользоваться различными справочными пособиями (отраслевые классификации, административные, тарифно-квалификационные и другие справочники). Шифровке анкет предшествовала тщательная, всесторонняя их проверка, так как в процессе заполнения тысяч анкет неизбежны пропуски, нечеткие записи, ошибки, опуски; все дефекты были, по возможности, устранены. Особое внимание обращали на достоверность полученных сведений, логическую увязку ответов, правильность подсчетов. Зашифрованные анкеты вместе с программой разработки, содержащей 62 макета таблиц, были переданы на машиносчетную станцию для подсчета итогов.

Наряду с анкетными данными, были использованы материалы государственной отчетности за 1959—1965 гг., а также материалы специального опроса руководителей обследованных предприятий с указанием их мнения относительно причин текучести кадров.

Выбор объекта изучения был не случаен. Лесозаготовительная промышленность, являющаяся ведущей отраслью хозяйства КАССР, в то же время принадлежит к числу отраслей с наиболее высокой текучестью кадров. Ежегодно только с предприятий «Кареллеспрома» выбывает 18—22 тыс. промышленно-производственных рабочих, из них 60—70% составляют уволенные по «собственному желанию», за прогул и другие нарушения трудовой дисциплины. Коэффициент текучести в 1959—1965 гг. составлял 30—34%, а в отдельных леспромхозах 40—50% и выше.

Текучесть кадров наносит огромный ущерб экономике Карелии. В результате переходов с одних предприятий на другие тысячи работников временно выбывают из сферы материального производства, из-за чего народное хозяйство недополучает большое количество продукции. По нашим данным, средняя длительность перерыва в расчете на одного поступающего в леспромхозы «Кареллеспрома» составляет 25—26 рабочих дней. Наряду с этим, текучесть кадров сдерживает рост производительности труда, вызывает дополнительные расходы на организованный набор рабочих, их обучение и переобучение, расшатывает трудовую дисциплину и т. д.

По данным проведенного обследования, подавляющее большинство работников, переходящих с одних предприятий на другие, — промышленно-производственные, доля которых среди мигрантов значительно выше (77—83%), чем во всем персонале леспромхозов (68—69%). Это преимущественно мужчины в возрасте от 20 до 35 лет, с образованием 4—9 классов, семейные, причем размер семьи в основном не больше четырех человек. Вопреки существующему мнению, большинство опрошенных имеет трудовой стаж не менее 5 лет, однако за это время 70% из них переменили по 3—5 и более предприятий, что свидетельствует о чрезвычайно низкой закрепляемости кадров. Профессионально-квалификационный уровень мигрантов, а также уровень их материальной обеспеченности (зарплата, жилье, подсобное хозяйство) ниже уровня обеспеченности постоянных работников леспромхозов. В основном это лица без определенной специальности, а также рабочие сравнительно низкой квалификации, заработки которых много меньше средней заработной платы по отрасли.

На основе анкетного опроса установлено, что кадры леспромхозов Карелии пополняются главным образом выходцами из села. В прежние годы, когда лесозаготовительная промышленность республики испытывала острую нехватку рабочих, большая часть их прибывала из Белоруссии, областей и республик РСФСР, Украины, Прибалтики. По мере стабилизации объема лесозаготовок приток рабочей силы извне резко сократился, более половины всех поступающих в леспромхозы «Кареллеспро-

ма» — местные жители. Обследование показало, что свыше 40% работников до поступления в леспромхозы «Кареллеспрома» было занято в различных отраслях промышленности, в том числе 27% в лесозаготовительной; остальные работали в сельском хозяйстве (13%), строительстве (10%), на транспорте и в связи (10%), в торговле, общественном питании, здравоохранении, просвещении и других отраслях народного хозяйства (10%), были заняты учебой (5%), в домашнем хозяйстве (4%) и т. д.

Проведенное обследование позволило установить основные причины текучести кадров в лесозаготовительной промышленности Карелии, выяснить конкретные мотивы увольнений «по собственному желанию». Это неудовлетворенность условиями труда, его организацией и оплатой, а также жилищными и культурно-бытовыми условиями. Вот как выглядит распределение уволенных «по собственному желанию» из леспромхозов «Кареллеспрома» по укрупненным мотивам ухода (без выехавших к месту жительства родных, % к итогу):

Неудовлетворенность условиями труда и его организацией	24,1
Неудовлетворенность заработком	15,6
Неудовлетворенность жилищными и культурно-бытовыми условиями	18,8
Мотивы личного, семейного характера	18,9
Мотивы морального характера	3,8
Прочие	14,9
Мотивы неизвестны	3,9
Всего	100,0

Как видно из приведенных данных, наиболее распространена группа мотивов, связанных с неудовлетворенностью условиями труда и его организацией. Труд лесозаготовителя не из легких. Ему приходится рано вставать, много времени тратить на дорогу в лес и обратно, круглый год работать под открытым небом. По-прежнему остаются немеханизированными такие трудоемкие операции, как обрубка сучьев, штабелевка и окорка древесины, слабо механизированы подготовительные и подсобно-вспомогательные работы. Отсюда все еще велика доля ручного, физически тяжелого труда. Наряду с этим, есть случаи, когда неудовлетворительно используется техника, допускаются простои, рабочие используют не по специальности. Не везде создаются условия для повышения их общеобразовательного уровня и производственной квалификации.

С указанной группой мотивов тесно связан и другой важнейший мотив текучести кадров — неудовлетворенность размером заработной платы. Как известно, лесозаготовительная промышленность относится к числу наиболее высокооплачиваемых отраслей. Уровень заработной платы здесь значительно превышает средний по промышленности и в целом по народному хозяйству республики. Однако в пределах рассматриваемой отрасли наблюдаются значительные колебания в оплате труда разных категорий работников. В 1965 г. среднемесячная заработная плата промышленно-производственных рабочих леспромхозов «Кареллеспрома» была на 35% выше заработной платы персонала, занятого в непромышленных организациях. Из промышленно-производственных рабочих наибольшую зарплату имеют шоферы, вальщики, трактористы, а наименьшую — подсобно-вспомогательные рабочие, среди которых и наблюдается значительная текучесть по причине низкого заработка.

Следующая группа мотивов ухода «по собственному желанию» связана с неудовлетворительными жилищными и культурно-бытовыми условиями.

Многие лесозаготовительные предприятия из года в год не выполняют планы жилищного строительства и ремонта жилья, в ряде поселков жилфонд находится в очень плохом состоянии, нуждается в капитальном ремонте, значительная часть рабочих все еще живет в старых щитовых домах. Об остроте жилищной проблемы свидетельствуют тысячи заявлений рабочих и служащих леспромхозов на получение жилья.

Серьезные недостатки отмечаются в торговом, бытовом, культурном и медицинском обслуживании лесозаготовителей. Имеются трудности в устройстве детей в детсады и ясли.

Значительная часть работников уходит из леспромхозов по мотивам личного, семейного характера (состояние здоровья, женитьба, замужество, рождение ребенка, неподходящие климатические условия, отсутствие работы для жены и других членов семьи и т. д.), а также морального (грубость в коллективе, факты пьянства и хулиганства). Опыт показывает, что там, где ослаблена воспитательная работа, где мало проявляется заботы о культурном досуге людей, особенно молодежи, где допускается грубость, бестактность — текучесть, как правило, выше. В числе прочих мотивов увольнения «по собственному желанию» наиболее существенными являются возврат в колхозы, отсутствие сенокосных угодий и площадей под огород, желание переменить место жительства и т. д.

Для сокращения текучести кадров в леспромхозах республики необходимо:

1) устранить имеющиеся недостатки в организации производства и труда на лесосеках, вывозке древесины, нижних складах, подготовительных работах; создать необходимые условия для нормальной работы малых комплексных бригад; обеспечить бесперебойную работу лесовозного транспорта, повысить коэффициент сменности, улучшить состояние лесовозных дорог, покончить со всякого рода простоями; облегчить условия труда лесозаготовителей путем дальнейшей механизации производственных процессов; создать необходимые условия для технической учебы кадров, повышения их квалификации, приобретения новых специальностей, не допускать использования рабочих ведущих профессий не по специальности;

2) устранить имеющиеся недостатки в оплате труда, шире использовать принцип материальной заинтересованности;

3) больше строить жилья и детских дошкольных учреждений, полностью использовать средства, выделяемые на эти цели; при проектировании и строительстве лесных поселков учитывать природно-климатические условия; улучшить работу предприятий торговли, общественного питания и культурно-бытового обслуживания населения;

4) усилить воспитательную работу среди трудящихся, шире привлекать общественность, комсомол к приему и увольнению рабочих, активизировать работу общественных бюро кадров.

УДК 681.14 — 523.8 : 674.031.632.26

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
ЭЛЕКТРОННОЙ СЧЕТНОЙ МАШИНЫ «УРАЛ-4»
ПРИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ
МАТЕРИАЛОВ ИССЛЕДОВАНИЙ
МОЛОДЫХ КУЛЬТУР ДУБА****Ю. А. АТАМАНЮК**

Аспирант

(Украинская сельскохозяйственная академия)

При изучении роста и строения лесных культур часто приходится характеризовать их числовыми величинами, получаемыми после проведенных измерений. Правильно охарактеризовать изучаемые явления при помощи этих величин и установить объективно обоснованную цифровую характеристику таксационных и лесоводственных элементов — основная цель нашего исследования. Такие показатели, способствующие повышению достоверности выводов, лучше всего получать при помощи методов вариационной статистики.

Нам необходимо было в короткий срок обработать полевой материал, касающийся следующих вопросов роста и строения молодых культур дуба в лесных полосах: рост биогрупп дуба в зависимости от степени перерастания его березой (слабая — до 2 м, средняя — до 4 м, сильная > 4 м); рост биогрупп дуба в зависимости от других сопутствующих пород; рост дуба в зависимости от размеров и форм биогруппы; влияние разной степени изреживания гнезд на рост дуба; дифференциация дубков в биогруппах, созданных различным способом; различие в росте опушенных и внутренних биогрупп дуба в лесных полосах; рост дубков верхнего яруса биогруппы; рост биогрупп дуба в зависимости от способа создания культур; связь коэффициента вариации с населенностью биогрупп, ее величиной, возрастом и состоянием; асимметрия и эксцесс в биогруппах дуба, различных по форме, состоянию, населенности, способу создания; рост сопутствующих пород в культурах дуба.

Статистико-математическую обработку вариационных рядов на электронной машине «Урал-4» производили по программе, составленной проф. К. Е. Никитиным*.

На составление вариационных рядов и перфокарт потребовалось 5 рабочих дней. Результаты вычислений, полученных на электронной машине, сопоставляли с данными, полученными при обычном исчислении. Контролю подлежал каждый тридцатый ряд (1, 30, 60, 90, 120). Всего было проверено 5 вариационных рядов, на что потребовалось 2 рабочих дня. Таким образом, затраты времени на эти работы составили 7 рабочих дней (49 час). Использование электронной машины позволило в 10 раз сократить затраты времени на вычислительные работы (49 час против 520 час). Исчисление статистических показателей на электронной машине позволило получить достаточно полную и надежную информацию о возможных погрешностях в определении средних величин и других не менее важных показателей.

* К. Е. Никитин. Лиственница на Украине. Киев, 1966.

УДК 631.52 : 674.031.632.264.2

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ДЕРЕВЬЕВ ДУБА В СВЯЗИ С ФЕНОТИПИЧЕСКИМ СОСТАВОМ НАСАЖДЕНИЯ

М. С. ЧЕРНОБРОВЦЕВ

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

(Воронежский лесотехнический институт)

Как известно, дуб (*Quercus robur* L.) в наших лесах представлен двумя фенотипами — рано и поздно распускающимися формами. Первая из них приурочена в основном к плакорным условиям произрастания, вторая к тальвегам. Однако нередко обе формы произрастают вместе.

В существующей ботанико-лесоводственной литературе достаточно полно освещена экология указанных фенотипов дуба, связь их с почвенными условиями произрастания, различия в росте этих форм, их продуктивности и времени распускания листьев. Ряд авторов ставит вопрос о необходимости изучения фенологических форм дуба в связи с практическими задачами лесного хозяйства, лесокультурами и рубками ухода. Однако остается мало затронутой другая сторона вопроса — исследование популяций сложного состава, состоящих из смеси разных экотипов или фенотипов, анализ их развития, взаимоотношений между биотипами, а также между биотипами и средой. В каком направлении протекает естественный отбор индивидов в таких насаждениях и какова его связь с экологией биотипов, составляющих популяцию?

Наконец, постановка анализа таких сложных популяций находится в прямой связи с изучением общебиологических процессов развития популяций, их эволюции. Чл.-корр. АН СССР С. С. Шварц в своей статье: «Популяционная генетика, экология и эволюционное учение» (журн. «Природа» № 7, 1966) по этому поводу пишет: «Несомненно, что в ближайшем будущем значение популяционно-генетических исследований не только не уменьшится, но и значительно возрастет». АН СССР в проекте Международной биологической программы (МБП), составленном в 1965 г., уделяет также большое внимание изучению структуры растительных сообществ, их видового состава, экологии составляющих компонентов и их фенологии, имея в виду разработку проблемы биологической продуктивности растительных сообществ. Поэтому интересно проанализировать связь между дифференциацией деревьев дуба и фенотипическим составом дубового насаждения.

В этих целях были использованы материалы пробной площади, заложенной в квартале 26 Правобережного лесничества учебно-опытного лесхоза Воронежского лесотехнического института в насаждении типа леса Д₂, II класса бонитета, расположенном на темно-сером тяжелом суглинке. Возраст насаждения 53 года, состав 7Д2Яс1Лп, число деревьев на 1 га — 644, сумма площадей сечений 21,0 м², полнота 0,86, средний диаметр дуба 22,5 см, запас на 1 га 176 м³. Древоостой по числу деревьев состоит на 53% из поздно распускающейся формы и на 47% — из рано распускающейся. Распределение стволов дуба в процентах по ступеням толщины показано в табл. 1.

Таблица 1

Форма	Распределение стволов, %, по ступеням толщины, см									Средний диаметр, см
	16	18	20	22	24	26	28	30	32	
Ранний	9	14	20	14	11	14	9	5	4	22,6
Поздний	8	16	21	25	14	8	8	—	—	21,8

Коэффициенты вариации диаметра раннего дуба 19%, позднего 16%. Из приведенных данных видно, что значительного различия в дифференциации деревьев двух фенологических форм не наблюдается.

Достоверность разницы средних диаметров, вычисленная по формуле $\frac{22,6 - 21,8}{\sqrt{0,67^2 + 0,49^2}} = \frac{0,80}{0,89} = 0,97$, показывает, что различие средних диаметров обеих феноформ незначительно. Однако у ранней формы дуба все же заметно большее смещение деревьев в сторону толстых ступеней, а следовательно, можно отметить, что в данных почвенных условиях эта феноформа, по-видимому, все же находит более благоприятные условия для роста, чем поздняя. При полной тождественности почвенно-грунтовых условий, в которых в данном случае находятся обе феноформы, различие их в росте можно объяснить только неодинаковой экологией. Более влаголюбивая поздно распускающаяся форма, несмотря на хорошее плодородие почвы, отстает в росте вследствие недостатка влаги. В результате неустойчивого увлажнения в зоне лесостепи на водораздельном плато между реками Доном и Воронежем, где находится насаждение, ведущее значение приобретает влажность почвы. Влажность корнеобитаемого горизонта на нашей пробной площади колебалась по отдельным годам от 9 до 12%, что нельзя не признать довольно жестким водным режимом, ибо, как известно, суглинки характеризуются содержанием в них мертвой физиологически неусвояемой влаги в 8—10%. Сказанное объясняет противоречия и разногласия, существующие между авторами, занимавшимися анализом экологии раннего и позднего дуба. Не всегда богатые суглинистые и черноземные почвы благоприятны для роста поздней формы дуба. Лишь целый комплекс лесорастительных условий произрастания определит место и поведение той и другой феноформы.

Поступила в редакцию
27 августа 1966 г.

УДК 634.0.6 (540)

ЗА РУБЕЖОМ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА ИНДИИ
И ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ЭТОЙ ОТРАСЛИ

Н. П. МИЛЕНИНА

Преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

Лес в такой стране как Индия жизненно необходим, так как он защищает поля от горячих бурь и суховеев, обеспечивает корм скоту, служит источником топлива для населения, регулирует уровень воды в реках. Недаром в Индии бытует поговорка: «Если есть лес — есть вода, если будет вода — будет хлеб».

Почти 200 лет леса Индии хищнически эксплуатировали: вывозили ценные породы деревьев, вырубали огромные лесные массивы. Это привело к полному уничтожению лесов в некоторых районах.

В настоящее время леса Индии занимают 22% территории страны. Они очень разнообразны как по видам пород, так и по ценности древесины. Насчитывается около 3000 древесных пород, распределение которых зависит, главным образом, от количества выпадающих осадков. Леса Индии подразделяются на дождевые, муссонные, сухие, ксерофитные и леса зоны приливов.

Дождевые леса растут в зонах с годовым количеством осадков свыше 200 см. Это густые, высокие, вечнозеленые леса с богатым видовым составом. В них преобладают хопея мелкоцветная (*Hopea parviflora*), хопея Уайта (*Hopea wightiana*), двукрылоплодник индийский (*Dipterocarpus indicus*), манго (*Mangifera indica*), цедрела (*Cedrela toona*), гуттаперчевое дерево (*Palaquium ellipticum*) и другие. Эти леса тянутся вдоль Западных Гат к югу от Бомбея и поднимаются до 1000 м в горах Ассама.

Муссонные леса занимают области с умеренным количеством осадков (100—200 см). В экономическом отношении это наиболее важные леса страны. В лиственных лесах Северной Индии особенно ценная порода — шорея исполинская (*Shorea robusta*), которая часто образует почти чистые древостои. Твердую и прочную древесину шореи используют в строительстве. На Деканском плоскогорье экономически важная разновидность — тик (*Tectona grandis*), древесина которого ценится своей устойчивостью против термитов. Заготовка тика идет, главным образом, на юге штата Бомбей. Массивы вечнозеленого санталового дерева (*Santalum album*) имеются в штате Майсур. Очень твердую, желтую, ароматную древесину применяют для разных украшений и орнаментов. Ценная порода древесины дальбергии (*Dalbergia sissoo*) идет на изготовление мебели, повозок, колес. Терминалия (*Terminalia chebula*) ценна своими плодами — миробаланами, которые служат сырьем для получения дубильных веществ, производства красок и протрав.

Сухие леса занимают центральную и южную части полуострова, где количество годовых осадков не превышает 75—100 см. Это густые, но невысокие листопадные леса с кустарниковым, часто колючим подлеском; в них встречаются: гардвикия (*Hardwickia binata*), босвеллия пильчатая (*Boswellia serrata*). В южной части растет санталовое дерево (*Santalum album*), в центральной — дилления (*Dillenia pentagyna*), кидия чашечковидная (*Kydia calycina*), адина (*Adina woderi*) и другие породы.

Область с годовым количеством осадков до 50 см занята ксерофитными лесами, представленными редкими низкорослыми колючими кустарниками: акацией (*Acacia planiflorans*), молочаями, достигающими высоты небольших кустарников, озирисом древовидным (*Osyris arborea*) и некоторыми видами финиковой пальмы (*Phoenix sylvestris*).

Леса зоны приливов растут на побережье океана и в руслах рек, подверженных приливам. Высокие темные леса мангровых зарослей (*Rhizophora mangle*) окаймляют большинство дельт индийских рек. В дельте реки Ганг в Бенгалии растет сомкнутый

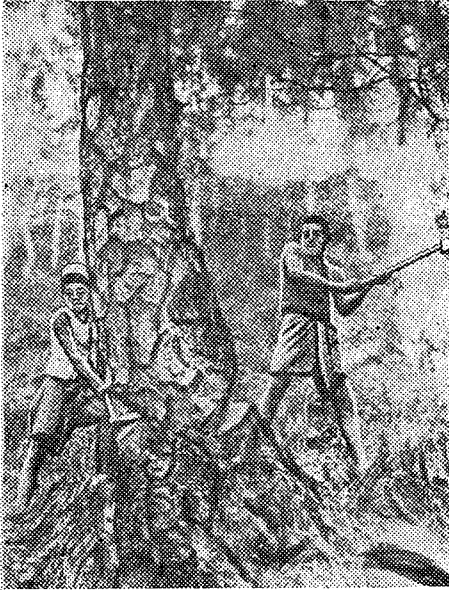


Рис. 1. Рубка топором.

ве эксперимента применяют механические цепные пилы. Самый распространенный вид трелевки деревьев — гужевая трелевка волами и слонами. Слон поднимает груз до 2 т, бревна весом до 8—9 т трелеуют 2—3 слона; хобот и бивни позволяют им катить, тащить, толкать и поднимать бревна. Поэтому слонов используют в лесах, где деревья ценных пород растут на большом расстоянии друг от друга (рис. 2).

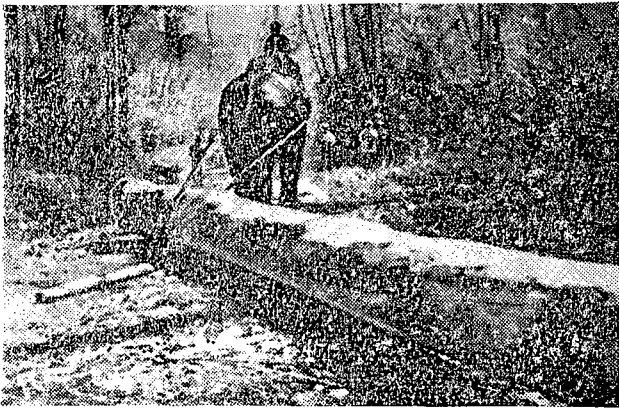


Рис. 2. Трелевка с помощью слона в провинции Майсур.

Трелевку тракторами в Индии начали применять в 40-х годах, в основном, на Андаманских островах. В штате Майсур работают тракторы мощностью в 22 л. с., оборудованные лебедками с барабанами и тросами (толщиной в $\frac{5}{8}$ — $\frac{3}{4}$ дюйма, длиной от 2 до 6 км). Для строительства лесовозных дорог, особенно сезонных, применяют гусеничные тракторы с бульдозером. В горных условиях применяют воздушнотрельбачные установки и тракторы со специальным оборудованием.

тый лес породы сундри (*Heritiera fomes*), достигающий 30 м высоты. За ним растут смешанные чащи вьющегося дерева (*Pandanus*), камыша и пальм (*Phoenix paludosa*). Эти леса имеют важное хозяйственное значение, так как их заросли идут на топливо; сундри с его плотной и прочной древесиной широко используют в промышленности и строительстве, в частности, при постройке небольших судов. На песчаных берегах и по окраинам дюн Бенгальского залива широко распространена казуарина (*Casuarina torulosa*), которая защищает берега от размыва. В Гималаях растут хвойные породы, древесина которых обладает высокими техническими качествами: кедр гималайский (*Cedrus deodara*), сосна Роксбурга (*Pinus roxburghis*), сосна гималайская веймутова (*Pinus wallichiana*). Широколиственные породы представлены дубом, тополем, ольхой и вязом.

Лесное хозяйство Индии механизировано пока очень слабо. Валку топором и двуручной пилой производит бригада из двух и более человек. Пни оставляют высокие (до 60 см) (рис. 1). В некоторых местах бамбук срезают садовыми ножницами или цепями различных форм. На некоторых лесозаготовительных участках в качестве



Рис. 3. Переноска бруса в горных районах.

На небольшие расстояния лес вывозят буйволами и волами, запряженными в тележки, на большие расстояния — грузовиками или по железной дороге. В Гималаях бревно распиливают, затем на месте рубки разделяют топором до четырехкантного бруса. Часто брус до склада или к месту спуска рабочий перетаскивает на свине (рис. 3). На некоторых участках применяют воздушные канатные дороги. На равнинных участках и небольших склонах рабочие перекачивают бревна деревянными баграми.

Индии не хватает своей древесины, поэтому пиломатериалы, целлюлозу и бумагу ввозят из Швеции и Финляндии, тик — из Бирмы и Таиланда. За последние годы все большее значение приобретает ввоз лесоматериалов, целлюлозы и бумаги из СССР.

В настоящее время интенсивно используют леса Гималаев и Андаманских островов, богатых ценными породами.

Из-за ограниченности лесных ресурсов деревообрабатывающая промышленность в Индии развита слабо. Она представлена производством фанеры, спичек, бумажной массы и бумаги.

Центр бумажной промышленности — г. Калькутта. За последние годы построено несколько крупных бумажных фабрик в штатах Уттар Прадеш и Мадхья Прадеш. Бумажные фабрики работали раньше на импортной целлюлозе, но с каждым годом все шире используется местное сырье — бамбук и трава сабай.

С 1952 г. Индия проводит важные мероприятия по развитию лесоводства в стране. Правительство планирует довести занятые лесами площади до 33% всей территории. В первой пятилетке на выполнение основных задач лесоводства было выделено 20 млн. рупий. Кроме того, 99,6 млн. рупий отпущено на обновление лесов, лесонасаждение, строительство дорог в лесных районах, организацию плантаций по выращиванию саженцев, увеличение производства лесоматериалов и улучшение управления в лесном хозяйстве. За годы первой пятилетки 20 млн. акров частных лесов перешло в ведение государства.

Во второй пятилетке 270 млн. рупий выделено на расширение лесонасаждений, посадку ценных пород (имеющих промышленное и торговое значение), организацию заповедников, подготовку специалистов лесного хозяйства. В третьей пятилетке продолжается проведение новой лесной политики.

Все леса Индии взяты под контроль государства и подразделены на следующие группы: 1) заповедные, охраняемые государством и необходимые для защиты почв от эрозии, для защиты посевов от суховея и бурь; леса как регуляторы уровня воды в реках; 2) национальные (государственные), необходимые для удовлетворения экономических потребностей государства по обеспечению обороноспособности страны, развитию транспорта и промышленности; 3) леса (государственные и частные) в сельскохозяйственных штатах, обеспечивающие население топливом, строительными материалами и служащие местом выпаса скота; 4) леса (частные и государственные),

которые сами по себе экономической ценности не представляют, но необходимы для мелиоративных целей и укрепления почв.

План развития лесоводства предусматривает в каждом штате обязательное наличие определенной площади земли, занятой лесом. Каждая группа деревень обязана иметь лесной массив, обеспечивающий потребности населения. В Индии широко проводят фестивали защиты лесов, во время которых каждый член общины или деревни обязан высадить 2—3 дерева. Во многих штатах создают питомники фруктовых деревьев, саженцы которых распределяют среди населения.

Леса в Индии вырубают только по специальному разрешению лесного департамента.

Большое внимание уделяется подготовке специалистов лесного хозяйства и научных работников в области лесоводства. В годы колониальной зависимости все руководящие должности в лесном хозяйстве занимали английские чиновники, которые получали образование в Англии и Франции. Лесные школы в Индии готовили только вспомогательный персонал.

В настоящее время подготовка специалистов лесного хозяйства всех категорий находится в ведении государства. Лесные школы низшего типа готовят лесников, лесных инспекторов, работников лесной охраны и другой вспомогательный персонал. В этих школах, в основном, обучаются индийцы, которые уже работали в лесу.

Высшая лесная школа (Лесной колледж) в Дехра Дун (штат Уттар Прадеш в Северо-Восточной части Индии) выпускает кадры высшей квалификации для работы на руководящих постах в лесном хозяйстве и в научно-исследовательских институтах и лабораториях. Специалистов средней категории (лесных техников) готовят лесные школы в Дехра Дун и Коимбатуре. Срок обучения во всех лесных школах 2 года; при этом до половины времени отводится практическим работам в лесу. На первом курсе изучают общеобразовательные предметы — физику, химию, геологию и др. Большую часть времени на первом и втором курсах уделяют изучению специальных дисциплин — лесоводства, лесоустройства, лесоуправления, планирования лесного хозяйства, лесозащиты и др.

Преподавание ведут крупнейшие ученые и высококвалифицированные специалисты-практики. Разница в программе обучения высшей и средней школы, в основном, только в объеме курса изучаемых дисциплин. Правда, некоторые предметы, такие как статистика, специалисты средней квалификации не изучают.

Выпускники Высшей лесной школы проходят специализацию в течение шести месяцев и получают диплом. Специалисты средней квалификации получают свидетельство об окончании.

По мнению некоторых индийских специалистов, двухгодичный срок обучения недостаточен; но с этим пока приходится мириться из-за недостатка кадров лесного хозяйства в стране.

Центр научно-исследовательской работы — Лесной научно-исследовательский институт в Дехра Дун. Большую работу ведет также лесная лаборатория в Бангалуре (штат Майсур).

Индийские ученые работают над разрешением основных проблем развития лесного хозяйства — важного источника национального дохода, который необходимо поставить на службу народу.

При подготовке статьи использована приведенная ниже литература:

- [1]. An International Review of Forestry and Forest Products. «Unasylva» № 82, 1966 (рисунки взяты из этого издания). [2]. Combined 51-st and 52-nd Session Indian Science Congress Association, Calcutta, 1964. [3]. Fifth World Forestry Congress, Washington, USA, 1960. [4]. Fourth World Forestry Congress, Dehra Dun, 1954. [5]. Monthly Statistics of the Production Selected Industries of India, March, 1958, New Delhi.

Поступила в редакцию
19 января 1967 г.

УДК 674.632.475.4 (470.12)

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

К ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ СОСНОВЫХ КУЛЬТУР
В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ*

Л. Ф. ИПАТОВ

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

Началом лесокультурного дела в Вологодской области принято считать 1936 г., когда в двух лесхозах Главлесоохраны (Устюженском и Череповецком) культуры были созданы посевом семян сосны на площади 31 га.

Между тем, в области имеется и более ранний опыт искусственного разведения сосны. В 1922—1928 гг. ее семена высевали на небольшом участке гари вблизи г. Тотьмы. В 1929 и 1935 гг. на современной территории Устюженского лесхоза было закультивировано около 43 га гарей и вырубок. Однако и это не самые старые культуры в области. В Лентьевском лесничестве того же Устюженского лесхоза в 1966 г. мы обнаружили на площади около 7 га три участка сосняков искусственного происхождения в возрасте 52—55 лет, которые не числятся по материалам лесоустройства. Из опроса старожилов выяснено, что посев сосны организовало немецкое акционерное общество, которое в 1910—1914 гг. вело здесь интенсивную лесозексплуатацию. Непосредственными исполнителями работ были жители ближайших деревень.

Таким образом, по ориентировочным данным до 1936 г. в области была закультивирована площадь около 60 га. Сохранившиеся сосновые культуры тех лет — одни из самых старых не только на территории Вологодской области, но и на Европейском Севере. С 1937 г. к культивированию древесных пород, кроме лесхозов Главлесоохраны, приступили и леспромхозы бывшего Вологдабумлеса. Культуры создавали в более обжитой юго-западной части области (подзона южной тайги), где к тому времени значительно возросли непокрытые лесом площади, образовавшиеся на месте гарей 1932—1936 гг. и сплошных вырубок.

В 1937 г. число лесхозов, производивших посев леса, возросло до 11, и закультивированная сосной площадь составила 400 га, а в 1938 г. — 1,4 тыс. га.

Главная культивируемая порода в области — сосна. Из 131,7 тыс. га культур всех пород, числящихся по учету лесного фонда на 1 января 1966 г., сосна составляет 51%. В довоенные годы, когда в рубку поступали, в основном, сосновые древостои, в культурах преобладала сосна (до 90%).

До 1938 г. основным методом создания культур был посев семян в площадки или плужные борозды. Посадку одно- и двухлетними саженцами стали широко внедрять, когда по области была заложена сеть питомников. В культуры сосны вводили саженцы акации (чаще отдельными рядами), редкие экземпляры из которых прижились. На территории Устюженского лесхоза были проведены опыты по введению дуба, клена, бузины и березы в культуры сосны. Из этих пород частично прижилась только береза. В ряде случаев сосну культивировали в смещении с елью и лиственницей. Первые опыты по созданию культуры ели относятся лишь к 1938 г.

С 1943 по 1945 гг. производство лесных культур на территории области было приостановлено. С 1947 г. их создание приняло широкий производственный характер.

По выполняемым объемам, агротехнике подготовки почвы, основным методам и способам создания лесных культур их производство четко разделяют на определенные периоды (табл. 1).

В первые два периода создание культур носило в основном опытный и опытно-производственный характер. Лесокультурные работы проводили тщательно и с большими затратами ручного труда. При подготовке почвы использовали конную тягу. В некоторых лесничествах для высева семян применяли сеялку СО-1. Посадку осу-

* Работа проведена под научным руководством доц., канд. сельскохозяйственных наук В. И. Левина в содружестве с Вологодским управлением лесного хозяйства.

Таблица 1

Периоды по годам	Площадь культур сосны (без учета аэросева), тыс. га		% посадок	Среднее количество посевных (посадочных) мест, тыс./га	Средний расход семян при посевах, кг/га	Основные категории лесокультурных площадей
	общая	в среднем на 1 год				
До 1937	0,1	—	0	—	—	Гари, вырубки
1937—1946	5,4	0,6	57	8,3	2,1	Гари, вырубки, пустыри, иногда сенокосы и заброшенные пашни
1947—1952	4,2	0,7	26	6,5	1,5	Вырубки прошлых лет, гари, редко пустыри и прогалины
1953—1959	10,8	1,5	12	1,8	0,8	Вырубки 2—4-летней давности
1960—1965	42,3	7,0	7	2,7	0,9	Свежие вырубки

цествляли под меч Колесова, лопату и специальные колы. Несмотря на высокое число посевных (посадочных) мест на 1 га (от 5 до 13 тыс.), культуры неоднократно дополнялись. Это положительно сказалось на формировании высокополнотных сосновых молодняков, многие из которых могут служить образцами создания на Севере насаждений искусственным путем. К сожалению, из-за утери абрисов и другой документации в целом по области не отмечено около 1 тыс. га культур старших лет.

Последующие периоды характеризуются уменьшением числа посевных (посадочных) мест и норм высева семян на 1 га и снижением процента посадок. Из-за большой захламленности вырубок и отсутствия питомников, в основном, применяли ручной посев леса. Затраты ручного труда во всех видах лесокультурных работ по-прежнему оставались высокими.

С 1952—1953 гг. в большинстве лесхозов широкое распространение получил гнездовой способ создания лесных культур. Количество посадочных мест на 1 га сократилось до 1—2 тыс. Как показывают лесоустроительные данные, при таком способе чистых культур сосны очень мало. Примесь лиственных пород доходит до 5 и более единиц состава (табл. 2). С 1953 по 1959 гг. погибло и было списано до 10% культур.

Таблица 2

Периоды по годам	Распределение площади сосновых культур, %, по типам леса								Средний состав
	лишайниково-ый	мохово-лишайниково-ый	вересковый	брусничник	кисличник	травяной	черничник	долгомошник	
1936—1946	9	11	21	38	5	—	16	—	9С 1Б+Е
1947—1952	6	7	21	39	1	4	21	1	7С 3Б+Е, Ос
1953—1959	2	2	5	52	2	6	29	2	4С 4Б1Ос1Е, ед.Ол

Отличительные особенности последнего периода — сильно возросший объем механизированной подготовки почвы и резкий рост производственных заданий. Между тем, качество лесокультурных работ не улучшилось.

Следует отметить, что вместе с ростом объема лесокультурных работ появились дополнительные трудности. Если в довоенный период под культуры подбирали, в основном, чистые гари и вырубки по борам, то сейчас лесокультурные площади весьма разнообразны — от сухих до сильно увлажненных и захламленных участков.

Несмотря на более чем тридцатилетнюю историю лесокультурного дела в Вологодской области, опыт по созданию лесных культур, еще детально не изучен. Далеко не решенными являются вопросы, касающиеся оптимальной первоначальной густоты посадок и посевов, зависимости методов и способов создания культур от специфических лесорастительных условий, типов леса и т. д. Почти не изучены строение и рост культур, организация и особенности ведения в них хозяйства, причины гибели культур и другие вопросы.

Поступила в редакцию
21 декабря 1966 г.

УДК 625.31

ИЗ ИСТОРИИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ УЗКОКОЛЕЙНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В РОССИИ

Узкоколейные железные дороги играют весьма существенную роль в транспортировке леса в нашей стране. По объему вывозки древесины ужд занимают второе место после автомобильных лесовозных дорог. В связи с этим большой интерес представляет история возникновения ужд в нашей стране, тем более, что России принадлежит приоритет в строительстве как переносных ужд облегченного типа, так и постоянных, имеющих значительную протяженность [1]. В нашей статье приведены уточненные сведения о возникновении промышленной ужд, построенной на средства Мальцевского промышленно-торгового товарищества и обслуживающей заводы и фабрики этого товарищества.

Строительство Мальцевской узкоколейной железной дороги было начато в мае 1877 г., а «...в ноябре месяце на протяжении 75 верст железная дорога была кончена и открыто движение» [2]. К концу 1881 г. протяженность дороги уже составляла 156 верст. Она была уложена рельсами легкого типа около 12 кг/пог. м (8 фунтов в футах), ширина колеи 914 мм (3 фута). Шпалы под рельсами первоначально укладывали частично поперек, а частично вдоль рельсов. Подвижной состав для ужд был изготовлен на Мальцевских заводах и состоял из 7 паровозов (четырёхколёсных, высокого давления — до 12 атм, без тендера) и 100 вагонов и платформ (грузоподъемностью 8 т — 500 пудов). Дорога примыкала к станции Радца Орловско-Витебской железной дороги, откуда проходила на север вдоль р. Болвы через Любохну, Дятьково, Людиново, Сукремль, Песочню и т. д.

В объяснительной записке о постройке Мальцевской узкоколейной дороги подчеркивается необходимость широкого распространения «сооружения дешевых железных дорог, выгодность коих видна из ...счета Мальцевской железной дороги за четыре года ее существования» [2]. Согласно анализу счета Мальцевской ужд, за период 1878—1881 гг. она не только полностью окупилась, но и принесла прибыль в размере 163,6 тыс. руб. по сравнению с существовавшей ранее конной перевозкой грузов по шоссе.

С развитием и ростом заводов Мальцевского товарищества увеличивались протяженность и объем перевозок ужд. К 1895 г. дорога имела протяженность 189 верст, не считая заводских и запасных путей. Подвижной состав насчитывал 22 паровоза, 531 товарных вагонов и платформ. В 1895 г. по Мальцевской ужд было перевезено свыше 232 тыс. т разнородных грузов, а также 111,5 тыс. пассажиров. К 1903 г. общая длина всего железнодорожного пути вместе с ветками составляла 204 версты. Подвижной состав насчитывал 26 паровозов, 461 товарный вагон, 52 пассажирских и 142 платформы. Мальцевская дорога была одной из первых промышленных узкоколейных дорог, имевших большую протяженность. По типу этой дороги в 1882 г. была построена первая земская Обоянская ужд, а позднее ряд дорог на Урале.

В годы Советской власти Мальцевская ужд была переименована в узкоколейную железную дорогу им. М. С. Урицкого. В настоящее время она почти полностью заменена нормальной колеей и по подчиненности является Дятьковским отделением промышленного железнодорожного транспорта.

Мальцевская ужд сыграла огромную роль в распространении узкоколейных железных дорог в России в различных отраслях промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. И. Кувалдин. О русском приоритете в строительстве узкоколейных железных дорог. Журн. «Лесная промышленность» № 8, 1950. [2]. Объяснительная записка о постройке узкоколейной железной дороги между заводами Мальцевского товарищества. СПб., 1882 (ГАБО, фонд 105, архивный номер 46).

Б. А. Белоусов.

И. о. доцента

(Брянский технологический институт).

Поступила в редакцию
2 марта 1967 г.

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

**НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
КАФЕДРЫ БОТАНИКИ И ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ
МОСКОВСКОГО ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА**

В настоящее время резко возросли требования к биологической подготовке лесоводов. Методы физиологии и анатомии все шире применяются при селекции, лесных культурах и при решении самых разнообразных вопросов лесоводства и лесного хозяйства. В связи с этим кафедра должна повышать уровень общебиологических, ботанических и физиологических знаний лесоводов и озеленителей.

Для научно-исследовательских работ кафедра всегда выбирала темы, имеющие практическое значение.

В 1954 г. на кафедре была подготовлена и защищена кандидатская диссертация Ю. А. Белавина на тему: «Размножение древесных и кустарниковых растений зелеными черенками и повышение укореняемости черенков при повторном черенковании». Было изучено зеленое черенкование 128 видов деревьев и кустарников. Общее количество черенков в опытах достигло 57600 шт. Способы зеленого черенкования, разработанные Ю. А. Белавиным, имеют производственную ценность.

В 1957 г. на кафедре была завершена и защищена диссертация А. Д. Тарабрина на тему: «Фосфорное питание семян древесных пород» (изучены дуб, сосна, лиственница сибирская, клен остролистный и акация желтая).

Проведена серия исследований по изучению путей коммуникации воды и минеральных веществ по стволам хвойных и лиственных древесных пород в зависимости от внешних условий. В 1964 г. была закончена диссертация аспиранта Ван Ша Шэн на тему: «Передвижение раствора в стволах деревьев» и в том же году аспиранта Чэнь Суй-чин на тему: «Передвижение раствора фосфора по растению при внекорневой подкормке». В исследованиях по подготовке этих диссертаций были использованы радиоактивные изотопы.

З. Е. Брянцева была проведена интересная и важная работа по проблеме путей передвижения растворов минеральных веществ в стволе дерева в радиальном направлении (1966 г.), в которой широко использован метод количественной анатомии и радиоактивных изотопов.

В 1966 г. на кафедре была завершена и успешно защищена кандидатская диссертация Е. Н. Воронковой на тему: «Фотосинтез древесных и травянистых растений при повышенной концентрации CO_2 в воздухе». Это исследование, в котором была применена оригинальная методика дозирования углекислоты в воздухе, показало большие перспективы повышения продуктивности растений при «удобрении» атмосферы углекислотой. Это особенно удобно в теплицах, парниках и возможно на посевных грядах в питомниках. Выводы этой работы представляют интерес для лесоводов и озеленителей.

В последние годы кафедра усилила исследования в области фотосинтеза и дыхания древесных растений. Был изучен фотосинтез микоризных семян дуба и безмикоризных. При этом установлено, что микориза существенно повышает интенсивность фотосинтеза семян дуба и их рост.

Испытаны различные методы и приборы для изучения фотосинтеза и дыхания древесных пород (доц. А. Д. Тарабрин).

В течение ряда лет работники кафедры изучают регенерацию корневых систем древесных пород при их короткой обрезке. Эти опыты проводятся с кленом остролистным и другими лиственными породами. Короткая обрезка позволяет формировать компактную корневую систему, что удешевляет и облегчает процесс пересадки деревьев и потому представляет большой интерес. Эти работы проводит ассистент Л. В. Бекина.

В настоящее время для изучения газообмена растений используется инфракрасный газанализатор ГИП-7. Этот прибор позволяет быстро накапливать экспериментальные

материалы и охватывать множество объектов, что дает возможность использовать фотосинтез древесных пород при разработке путей повышения продуктивности лесов. При изучении фотосинтеза выбирали разные экологические типы древесных растений: хвойные и лиственные, вечнозеленые и листопадные, растения с ксероморфными и мезоморфными листьями. Было установлено, что важное влияние на интенсивность физиологических процессов оказывает анатомическое и «геометрическое» строение ассимилирующих органов. В частности, большое внимание мы уделили индексу:

$\frac{\text{поверхность}}{\text{объем}}$ листа. Этот индекс очень важен при расчете фотосинтеза, так как вычисление его на единицу веса или поверхности листа дает трудносравнимые величины в силу различного строения этого органа. Если расположить древесные растения в порядке убывания интенсивности их фотосинтеза, то легко заметить, что соответственно падает индекс $\frac{\text{поверхность}}{\text{объем}}$. Корреляция между интенсивностью фотосинтеза и указанным индексом, как показали исследования Г. В. Комарова, достигает 0,8 при достаточной достоверности коэффициента корреляции. Это следует учитывать физиологам растений.

Исследования физиологии древесных растений направлены на разрешение важных лесохозяйственных и лесокультурных вопросов: подбора пород для продуктивных лесных культур, обоснования рубок ухода, овладения световым приростом и ряда других. Эти работы проводит аспирант кафедры Г. В. Комаров.

В последние годы кафедра начала использовать методы физиологии и количественной анатомии при изучении географических и экологических типов важнейших древесных пород (сосны, лиственницы, дуба, ясеня и др.), а также в оценке новых интродукционных пород. На этом пути намечаются интересные выводы и закономерности, которые помогут лесокulturникам, интродукторам и селекционерам правильно оценивать и подбирать древесные породы, наиболее полно отвечающие природным условиям и требованиям хозяйства.

Кафедра разрабатывает новые методы и подходы к изучению роста древесных пород, основанные на тщательном учете числа и длины побегов и междоузлий, образующихся в процессе роста. Такой подход позволяет лесоводам лучше управлять ростом древесных пород, что связано с проблемой повышения продуктивности лесов.

При большом масштабе лесокультурного и агролесомелиоративного дела, осуществляемого в самых разнообразных природных и агротехнических условиях на большом растительном материале, необходимо обладать надежными методами диагностики физиологического состояния дерева и объективными методами оценки долговечности и перспективности его роста. По этому вопросу кафедра готовит методические указания, которые найдут применение у лесоводов и озеленителей (проф. А. В. Гурский и ассистент С. С. Шарф).

Кафедра ботаники и физиологии растений стремится работать в содружестве с родственными кафедрами лесохозяйственного факультета и направляет исследования на создание научной основы лесокультурного дела и лесного хозяйства.

А. В. Гурский.

Профессор

(Московский лесотехнический институт).

РАБОТА КАФЕДРЫ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ им. С. М. КИРОВА В ОБЛАСТИ ЛЕСНОГО СЕМЕНОВОДСТВА

Работники кафедры лесных культур включились в разработку вопросов семеноводства в 1952 г.; когда были начаты исследования по определению наиболее эффективных методов и технологии закладки постоянных лесосеменных участков, проводившиеся в Охтинском и Лисинском учебно-опытных лесхозах и Карельской АССР.

Закладку участков проводили как методом равномерного изреживания, предложенным ЛенНИИЛХом, так и коридорным, разработанным кафедрой лесных культур ЛТА и позволяющим полностью механизировать все виды работ по закладке и эксплуатации постоянных лесосеменных участков. Проведенные исследования дали возможность сделать следующие заключения.

1. Лесосеменные участки нужно закладывать раздельно по основным хозяйственно-ценным типам леса в наиболее производительных типах лесорастительных условий, свойственных каждому из них.

2. Для закладки участков следует использовать молодняки (естественное возобновление или культуры) в возрасте 5—10 лет, чтобы можно было своевременно провести формирование крон. В условиях Северо-Запада предпочтение надо отдавать смешанным хвойно-лиственным молоднякам с участием в составе березы.

3. Равномерное изреживание целесообразно проводить в три приема с тем, чтобы после первого приема расстояние между оставляемыми деревьями примерно равнялось их высоте, а разрыв между кронами был не менее 2 м; второй прием нужно провести через 5 лет, на основании этих же придержек. В результате на 1 га должно остаться около 200 деревьев.

Может также дать хорошие результаты предварительное выделение на участке перспективных семенных деревьев (около 200) и осветление путем удаления окружающих их деревьев по радиусу, равному их высоте.

4. При коридорном методе изреживание целесообразно проводить в два приема. В первый прием прорубаются коридоры шириной, равной ширине оставляемых кулис (ориентировочно 3 м); во второй кулисы вырубаются через одну; в кулисах удаляют деревья минусовые и бесперспективные в семенном отношении (остается по одному дереву на 2 пог. м кулисы).

5. На лесосеменных участках целесообразно проведение формирования крон семенных деревьев. Однако удаление в этих целях побегов за последние 3—5 лет сильно травмирует деревья, поэтому следует удалять верхушечные почки на терминальных побегах и побегах, способных их заменить.

6. При закладке участков ели и лиственницы надо учитывать свойственные им особенности в размещении шишек и опылении.

К разработке вопросов о временных лесосеменных участках кафедра приступила примерно на 10 лет позже (В. В. Огиевский. Совещание-семинар по лесному семеноводству. Тезисы докладов, 1962.).

Основную массу шишек получают при лесозаготовках, так как урожай шишек в приспевающих и спелых насаждениях в 4—9 раз превышает урожай в молодняках. При этом значительная часть его теряется. Кроме того, при сборе семян не соблюдаются даже элементарные требования селекции. Заготовку семян на лесосеке необходимо рационализировать, чтобы полностью использовать этот основной ресурс.

Работниками кафедры даны следующие рекомендации.

1. Для закладки временных лесосеменных участков (раздельно по основным хозяйственно-ценным типам леса) следует использовать спелые и приспевающие насаждения сосны и ели (за исключением минусовых) в пределах имеющейся потребности.

2. Рубку леса на них надо проводить в сочетании с заготовкой шишек в тот период, когда семена созрели, но еще не выпали, и применять такие методы лесоразработки, при которых исключена потеря шишек.

3. Для устранения возможности передачи по наследству нежелательных свойств, в насаждениях, выделенных под временные лесосеменные участки, нужно удалять минусовые деревья не менее чем за три года до рубки для сосны и за два года для ели европейской.

4. На временных лесосеменных участках в целях повышения урожайности целесообразно доводить полноту (густоту) до оптимальной (0,5—0,6) путем проведения проходных или (предпочтительно) первого приема двухприемных постепенных механизированных рубок: для сосны не менее, чем за 5 лет, и ели — за 4 года до заготовки шишек.

5. Целесообразно также применение активных мер борьбы с энтомо- и фитовредителями семян, а равно внесение удобрений.

6. Пользование временными лесосеменными участками может быть рассчитано на 10—12 лет; участки делят на число секций, соответствующее числу лет пользования. Однако в неурожайные годы секции могут не вырубаться: в урожайные — может вырубаться сразу несколько секций.

Начиная с 1963 г., кафедра включилась в работу по совершенствованию технологии закладки селекционно-прививочных плантаций; одновременной задачей являлось создание учебно-демонстрационных объектов. Работа проводилась, в основном, по сосне. Для закладки экспериментальной плантации был использован участок естественного возобновления (Лисинский лесхоз, урочище Плинтовка). В качестве привоя использовали сосну обыкновенную и некоторые пятихвойные сосны. Прививки ели проводили в ограниченных масштабах на территории питомников Лисинского лесхоза. В работе участвовали аспирант В. Н. Ненюхин и студент Ю. А. Храмцов. Был разработан (В. Н. Ненюхин) новый метод закладки плантаций путем посадки двухлетних сеянцев, привитых непосредственно перед этим в корневую шейку; на следующий год весной стволы подвоя обрезают выше места прививки; это сокращает до минимума трудовые затраты по формированию привитых деревьев.

Параллельно была разработана технология закладки корнесобственных плантаций ели. Выявлена результативность различных способов черенкования хвойных пород в производственных условиях северо-запада, в теплых и холодных парниках, с использованием разнообразных субстратов. Разработан и экспериментально проверен (аспирант Л. А. Мурыгина) новый способ закладки корнесобственных плантаций, путем окорения черенков непосредственно на территории плантации в «микрочапках».

В исследованиях, которые будут продолжены кафедрой в направлении дальнейшей разработки технологии выращивания и эксплуатации лесосеменных участков и плантаций, примут участие работники лесхозов.

В. В. Огневский.

Профессор

(Ленинградская лесотехническая академия).

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

КНИГА О СТОЛЕТНЕМ ОПЫТЕ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ ТСХА *

Лесная опытная дача Московской ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева (ТСХА) — уникальный лесной массив, в котором в течение 100 лет вели научные исследования выдающиеся деятели лесной науки — профессора В. Т. Собичевский, В. Е. Графф, М. К. Турский, Н. С. Нестеров, Г. Р. Эйтинген, В. П. Тимофеев. С 1862 г. в насаждениях Дачи было заложено 266 постоянных пробных площадей, на которых непрерывно ведутся исследования и наблюдения. По полученным материалам опубликовано около 250 научных работ. Опыты, заложенные в Даче, и их результаты пользуются широкой известностью не только среди лесоводов Советского Союза, но и среди зарубежных ученых, нередко посещающих Дачу для ознакомления с созданными в ней опытными насаждениями.

Автор книги, проф. В. П. Тимофеев, свыше 25 лет заведует Лесной опытной дачей ТСХА, всесторонне и глубоко ее изучил. Таким образом, книга о Даче основана на 25-летних личных наблюдениях автора и представляет удачное обобщение всех материалов за 100 лет ее существования.

Во введении дан краткий, но содержательный обзор научной деятельности за 100 лет ряда ученых, направленной на улучшение и обогащение природного состава и повышение продуктивности лесных насаждений Дачи. Как подчеркивает автор «...в их росте и развитии за долгий период жизни леса все учтено и документировано, и в этом их важное научное и производственное значение».

* В. П. Тимофеев. Природа и насаждения Лесной опытной дачи ТСХА за 100 лет. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965.

Первый раздел книги — «Территория и природные условия» — знакомит читателя с очень интересной историей лесной дачи; в нем описаны рельеф, геология и почвообразующие породы, почвенный покров и метеорологические условия. Очень интересны сведения об изменении за 100 лет лесопокрытой площади, состава, возраста, полноты и продуктивности насаждений, приведенные во втором разделе. Впервые таксация насаждений была произведена известным исследователем наших лесов А. Р. Варгас де Бедемаром в 1862 г. Приведенные данные наглядно показывают, что за 100 лет направленной лесохозяйственной деятельности лесопокрытая площадь Дачи увеличена, лесорастительные условия улучшены, древостой стали более продуктивными, средний прирост насаждений на 1 га увеличился в 2,5 раза, а средний запас в 4 раза.

Третий раздел посвящен рассмотрению итогов столетнего опыта выращивания основных лесобразователей — сосны обыкновенной, ели обыкновенной, лиственницы, дуба черешчатого, березы, а также более ста интродуцированных древесных и кустарниковых пород. Из 35 испытанных в Даче хвойных пород только три вида лиственницы: Сукачева, сибирская и европейская (судетская) — оказались более устойчивыми и продуктивными по сравнению с местными сосной и елью. Приведенные в этом разделе выводы и обобщения несомненно имеют очень важное значение как для лесной науки, так и для производства. Так, опыт выращивания лиственницы в Даче широко внедряется в производство в зонах смешанных хвойно-широколиственных лесов и лесостепи европейской части Советского Союза.

Четвертый раздел содержит интересные сведения о рубке леса, лесовосстановлении и использовании древесины. Как указывает В. П. Тимофеев, «за

столетний период в Лесной опытной даче увеличены: покрытая лесом площадь с 75 до 89,9%, общий запас с 11,1 до 45,5 тыс. м³, средний годичный прирост на 1 га с 1,4 до 3,4 м³, средний запас на 1 га с 57,7 до 203,4 м³, то есть лесные насаждения значительно улучшены, а среднее годичное пользование с 1 га — 5,7 м³ должно быть признано очень высоким и хозяйство высокопродуктивным».

Столетний опыт применения рубок ухода за лесом в Даче показал, что решающее значение в формировании устойчивых и высокопродуктивных насаждений имеют рубки ухода в возрасте до 40 лет. Основным методом лесовосстановления в Даче была посадка леса, и за 100 лет этот способ вполне себя оправдал.

Последний раздел книги посвящен обзору климатических повреждений леса. Наиболее тяжелые повреждения насаждениям Дачи за 100 лет были причинены, по данным автора, спорадически действовавшими климатическими факторами: засухами, морозами, сильными ветрами. Значительно меньшие — биотическими факторами: паразитными

грибами, вредными насекомыми и животными. Краткое изложение столетнего опыта лесохозяйственной и научно-исследовательской деятельности в Лесной опытной даче заканчивается обобщениями, изложенными в девяти пунктах. Они очень поучительны и имеют важное научное и производственное значение и должны учитываться в наших современных больших работах, направленных на повышение продуктивности наших лесов и подъем уровня лесоводственных исследований и лесного хозяйства.

Рассматриваемая книга проф. В. П. Тимофеева представляет ценный труд, большим достоинством которого является актуальность обсуждаемых вопросов, обоснованность выводов, сжатость и точность формулировок и ясность изложения. Книга свидетельствует об успехах отечественной лесной науки, достигнутых трудами ученых академии, очень полезна для широкого круга сотрудников научно-исследовательских учреждений по лесоводству, хорошо оформлена и читается с большим интересом.

Б. И. Иваненко.

Доктор сельскохозяйственных наук

ПАМЯТИ В. Н. СУКАЧЕВА

Смерть Владимира Николаевича Сукачева, последовавшая 9 февраля 1967 г., явилась тяжелой утратой для советской и мировой науки, для практических работников различных отраслей народного хозяйства. Ушел из жизни ученый широчайшего профиля, внесший своими классическими трудами крупнейший вклад в развитие биологии, географии, болотоведения, лесоведения, палеоботаники, систематики растений, геоботаники.

Еще будучи студентом Петербургского лесного института, В. Н. Сукачев выполнил свою первую самостоятельную научную работу, опубликованную в 1898 г. в журнале «Хуторянин». С тех пор, на протяжении почти 70 лет, не прекращалась его энергичная деятельность ученого, педагога высшей школы, организатора науки, общественного деятеля, воспитателя большой плеяды научных кадров, главы советского лесоведения.

Пятьдесят лет своей жизни В. Н. Сукачев отдал благородному труду педагога, Ученик академика И. П. Бородин и члена-корреспондента АН СССР Л. И. Иванова, он еще в студенческие годы вел практические занятия со студентами, а по окончании Лесного института в 1902 г. был оставлен на кафедре ботаники в качестве ассистента.

Через 4 года молодой ученый уже читает новый курс «Географическое распространение древесных пород», затем преподает ботанику на Стебутовских высших женских сельскохозяйственных курсах. После Великой Октябрьской социалистической революции Владимир Николаевич создает кафедру ботаники в Ленинградском университете и кафедру дендрологии в Лесном институте. В годы Великой Отечественной войны он работал в Уральском лесотехническом институте, а позднее заведовал кафедрой ботанической географии в Московском университете и кафедрой систематики растений и дендрологии в Московском лесотехническом институте.

Ведя большую работу в вузах, В. Н. Сукачев принимал активное участие в деятельности научно-исследовательских учреждений как сотрудник Ботанического музея Российской Академии наук (1912—1918 гг.), заведующий акклиматизационным отделением Главного ботанического сада в Ленинграде (1924—1929 гг.), директор организованного им Института леса АН СССР (с 1943 г.).

В. Н. Сукачев был тесно связан с научными обществами: с 1904 г. — он член Общества естествоиспытателей при Петербургском (Ленинградском) университете, с 1912 г. — член Русского (Всесоюзного) Географического общества, с 1915 г. — член-учредитель и член Совета Всесоюзного Ботанического общества, с 1946 г. — ответственный редактор «Ботанического журнала» и президент Всесоюзного Ботанического общества, с 1955 г. — президент Московского общества испытателей природы.

Таков неполный перечень постов, которые занимал незабвенный ученый на своем долгом жизненном пути. Из его многочисленных работ, оказавших большое влияние на практику различных областей использования растительного покрова земли, отметим те, которые явились узловыми моментами в развитии биологической науки. К ним относятся, прежде всего, вышедший еще в 1914 г. труд «Болота, их образование, развитие и свойства», который читал и высоко ценил В. И. Ленин, и вышедшая в 1915 г. книга «Введение в учение о растительных сообществах», которой были заложены основы нового направления в лесной фитоценологии. Это направление В. Н. Сукачев разрабатывал до конца жизни, и оно вылилось в стройную и всеохватывающую теорию биогеоценологии.

Биогеоценология как наука базируется на достижениях и методах исследования таких точных наук, как физика, математика, кибернетика, а также химия и биология. Объединяя и перерабатывая достижения многих наук под своим углом зрения, биогеоценология, по мере своего развития, оказалась способной делать крупные обобщения практического и теоретического значения.

Рассматривая биогеоценоз как единство живых организмов (биоценоз) и среды (эколог), акад. В. Н. Сукачев и его ученики большое внимание уделяют не только изучению отдельных компонентов, но и раскрытию взаимосвязей между ними, познанию закономерностей их развития.

Биогеоценоз, по определению В. Н. Сукачева, «представляет собой ту лабораторию, в которой совершается процесс аккумуляции и трансформации энергии, слагающийся из многих разнообразных физиологических, физических и химических процессов, также взаимодействующих между собой».

Глубокое знание свойств и взаимосвязей, образующих лесной биогеоценоз компонентов, знание закономерностей развития биогеоценозов дает возможность управлять этими процессами, позволяет активно вмешиваться в жизнь лесных биогеоценозов, повысить эффективность лесохозяйственных мероприятий и предвидеть последствия проводимых преобразований природы.

Блестящая мысль В. И. Вернадского о необходимости глубокого познания роли живого вещества биосферы не только в планетарном, но и в космическом масштабе может быть осуществлена лишь при привязке к биогеоценозическому покрову Земли с учетом его изменчивости в географическом и топографическом направлениях. Биогеоценозический покров Земли и, в первую очередь, лесные биогеоценозы — это та лаборатория, в которой осуществляются биохимические реакции живого вещества.

«Вся эволюция органического мира, весь процесс видообразования проходит у растений и животных в популяциях, приуроченных к тем или другим биогеоценозам, а тем самым связан и с определенными типами биогеоценозов, со всем комплексом факторов их, влияющих на популяции» («Основы лесной биогеоценологии» под редакцией В. Н. Сукачева и Н. В. Дылиса, 1964). Таким образом, можно сказать, что ареной видообразования всегда является биогеоценоз, а отсюда становится ясным, какое большое значение имеет биогеоценология для эволюционной теории и учения о видообразовании, а тем самым и для практической селекции растений и животных.

Биологи различных профилей, и в первую очередь лесоводы, высоко оценили биогеоценозический подход к явлениям живого мира, подход, отцом которого заслуженно следует считать Героя Социалистического Труда академика Владимира Николаевича Сукачева. Наша общая задача — развить эту теорию и найти пути приложения ее к практической лесохозяйственной деятельности.

П. И. Войчалъ.

П. В. Стальская.

Доценты, кандидаты сельскохозяйственных наук

(Архангельский лесотехнический институт).

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

И. С. Аверкиев. Влияние ширины и возраста вырубок на зараженность почвы восточным майским хрущом в лесах Марийской АССР	3
Г. Т. Беленко. Изменение микроклимата буковых лесов Северного Кавказа в связи со способами рубок	7
И. И. Левицкий. Таблицы хода роста тальниковых зарослей Нижней Волги	10
Н. М. Матвеев. Влияние выделений разлагающихся растительных остатков на развитие сосны и трав в лесонасаждениях степной зоны	15
В. В. Антанайтис, П. Якас. Текущий прирост чистых сосновых и еловых насаждений Литовской ССР	19
В. М. Грачев. Исследование особенностей хода роста смешанных ельников липняковых по материалам глазомерной таксации	22
И. Григалинас. Строение сосновых молодняков искусственного происхождения	27
Г. Г. Вибе. Изменчивость прироста тополей в зависимости от экологических факторов на засоленных почвах лесостепного Зауралья	32
Е. Г. Поляков. Влияние начальной густоты на рост и продуктивность черноольховых культур в Полесье УССР	35
В. Е. Кизенков, В. В. Маслецов, Е. И. Чубаров. Результаты механизированных посадок сосны в условиях Архангельской области	33

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

А. А. Дебердеев. О поведении дерева на опоре между первым и вторым ударами	42
Г. М. Анисимов. Опыт использования электроизмерительных приборов при исследовании нагрузочных режимов трансмиссии трелевочных тракторов	43
С. Ионйтис. Сопротивление первоначального разделения неликвидных сучьев на волокна	54
В. В. Харитонов. Аналитическое обоснование создания надрезающего кору устройства на корообдирочных станках	56
Н. К. Гилев. Вибрация фрез на зачистке сучьев	61
А. И. Баранов. К вопросу расчета разрушающих усилий для образцов валунного камня	66
М. И. Полозов. Экспериментальные исследования процесса окорки древесины струей сжатого воздуха с твердым наполнителем	71
В. Г. Козлов. Определение потерь при молевом сплаве в зависимости от среднего значения объемного веса, размаха его колебания и продолжительности намокания бревен	76

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. И. Королев. Дифференциальное уравнение изгиба двухслойных деревянных щитов	80
Д. А. Беленков. Исследование действия малых доз антисептиков на разрушительную активность пленчатого домового гриба	89
Ю. А. Варфоломеев. Анализ пневмопривода торцовочного станка ЦКБ-3	93
Г. В. Клар. Древесностружечный материал с регулируемой высокой прочностью	97
Н. С. Смогунов. Тепловой расчет подшипников скольжения из прессованной древесины при переменных нагрузках	104

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Е. М. Бакаева, С. Я. Коротов. Сопротивление слоя сухого древесного волокна потоку воздуха	107
И. М. Боховкин, В. Ф. Чесноков. Физико-химический анализ тройной системы карбамид — о-крезол — п-крезол	112

Е. Е. Флорина. Исследование химизма взаимодействия с древесиной антисептика МХМ-235	118
В. Н. Козлов, Р. Х. Багрова, О. В. Бронзов, А. И. Кружевникова, Е. А. Уткина. О химическом составе золы древесных углей	123
В. М. Скачков, В. И. Шарков. Исследование надмолекулярной структуры некоторых целлюлоз методом обмена водорода гидроксидов на дейтерий. Сообщение 1	127
И. С. Хуторщиков, Н. С. Вишневская. Отбелка лиственнично-хвойных целлюлоз	131
В. Г. Кульневич, Ю. М. Шапиро. Спектрофотометрия фурфурола в области 320—500 мк	134
М. А. Иванов, С. П. Лаврентьев. Исследование мутаротации глюкозы	138

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

А. И. Иоффе. Характер и параметры автоматического регулирования посылок в лесопильной раме	142
Г. А. Борисов, Г. И. Сидорова. Представление исходных данных для проектирования продольного профиля дорог на ЭВМ	146

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

А. П. Сляднев. Экономическая эффективность комплексного ухода в сосновых жердняках	150
И. П. Покровская. О методике и результатах исследования текучести кадров в леспромхозах Карелии	154

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Ю. А. Атаманюк. Эффективность применения электронной счетной машины «Урал-4» при статистической обработке материалов исследований молодых культур дуба	158
М. С. Чернобровцев. Дифференциация деревьев дуба в связи с фенотипическим составом насаждения	159

ЗА РУБЕЖОМ

Н. П. Миленина. Некоторые вопросы лесного хозяйства Индии и подготовки специалистов для этой отрасли	161
--	-----

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

Л. Ф. Ипатов. К истории создания сосновых культур в Вологодской области	165
Б. А. Белоусов. Из истории возникновения узкоколейных железных дорог в России	167

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

А. В. Гурский. Научные исследования кафедры ботаники и физиологии растений Московского лесотехнического института	168
В. В. Огиевский. Работа кафедры лесных культур Лесотехнической академии им. С. М. Кирова в области лесного семеноводства	170

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Б. И. Иваненко. Книга о столетнем опыте лесохозяйственной и научно-исследовательской деятельности Лесной опытной дачи ТСХА	172
П. И. Войчалъ, П. В. Стальская. Памяти В. Н. Сукачева	174

**ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 6**

(Год издания десятый)

Сдан в набор 27/X 1967 г. Подписан к печати 15/1 1968 г. Форм. бум. 70 x 108/16. Печ. л. 15,4 + 2 вклейки. Физ. л. 11. Уч.-изд. л. 14,795. Тираж 1650. Сл 00005. Заказ № 3846. Цена 1 руб.

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

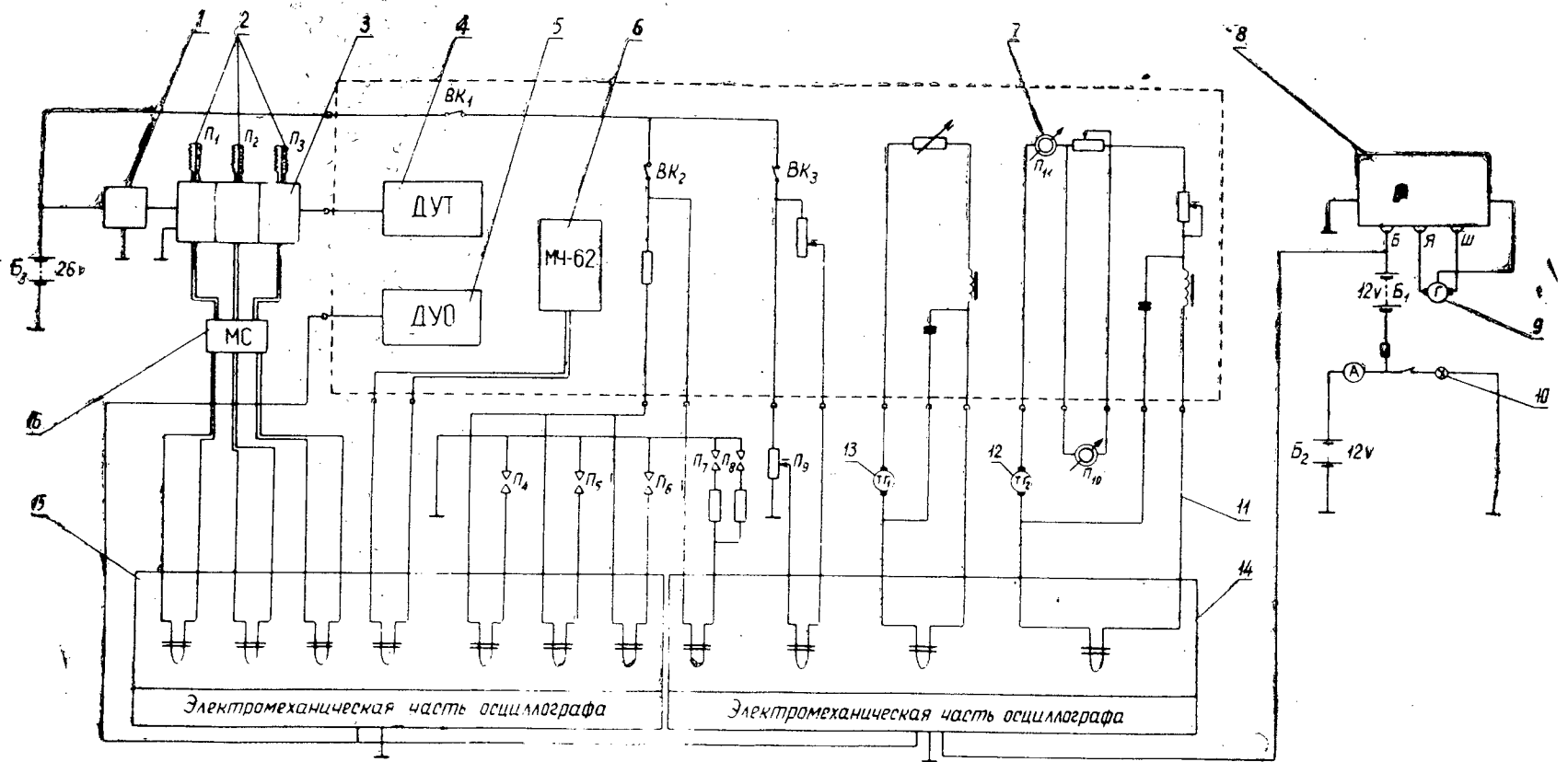


Рис. 2. Принципиальная электрическая измерительная схема.

1 — преобразователь; 2 — преобразователи П₁—П₃; 3 — усилитель 8АНЧ-7М; 4 — дистанционное управление тензостанции; 5 — дистанционное управление осциллографами; 6 — электрочасы МЧ-62; 7 — стрелочный указатель числа оборотов первичного вала коробки передач (для оператора); 8 — реле-регулятор РР-24; 9 — генератор Г-12В; 10 — потребители трактора; 11 — стрелочный указатель числа оборотов первичного вала КПП (для водителя); 12 — тахогенератор для замера скорости вращения первичного вала КПП; 13 — тахогенератор ТГП-1 для замера скорости вращения коленчатого вала; 14—15 — осциллографы К-9-21; 16 — магазины сопротивлений; П₄ — преобразователь отметки верхней мертвой точки; П₅, П₆ — преобразователи угла поворота звездочек; П₇, П₈ — отметчики работы бортовых фрикционов; ВК₁, ВК₂, ВК₃ — выключатели питания преобразователей; П₉ — преобразователь линейного перемещения тяги муфты сцепления; Б₁, Б₂, Б₃ — аккумуляторные батареи.

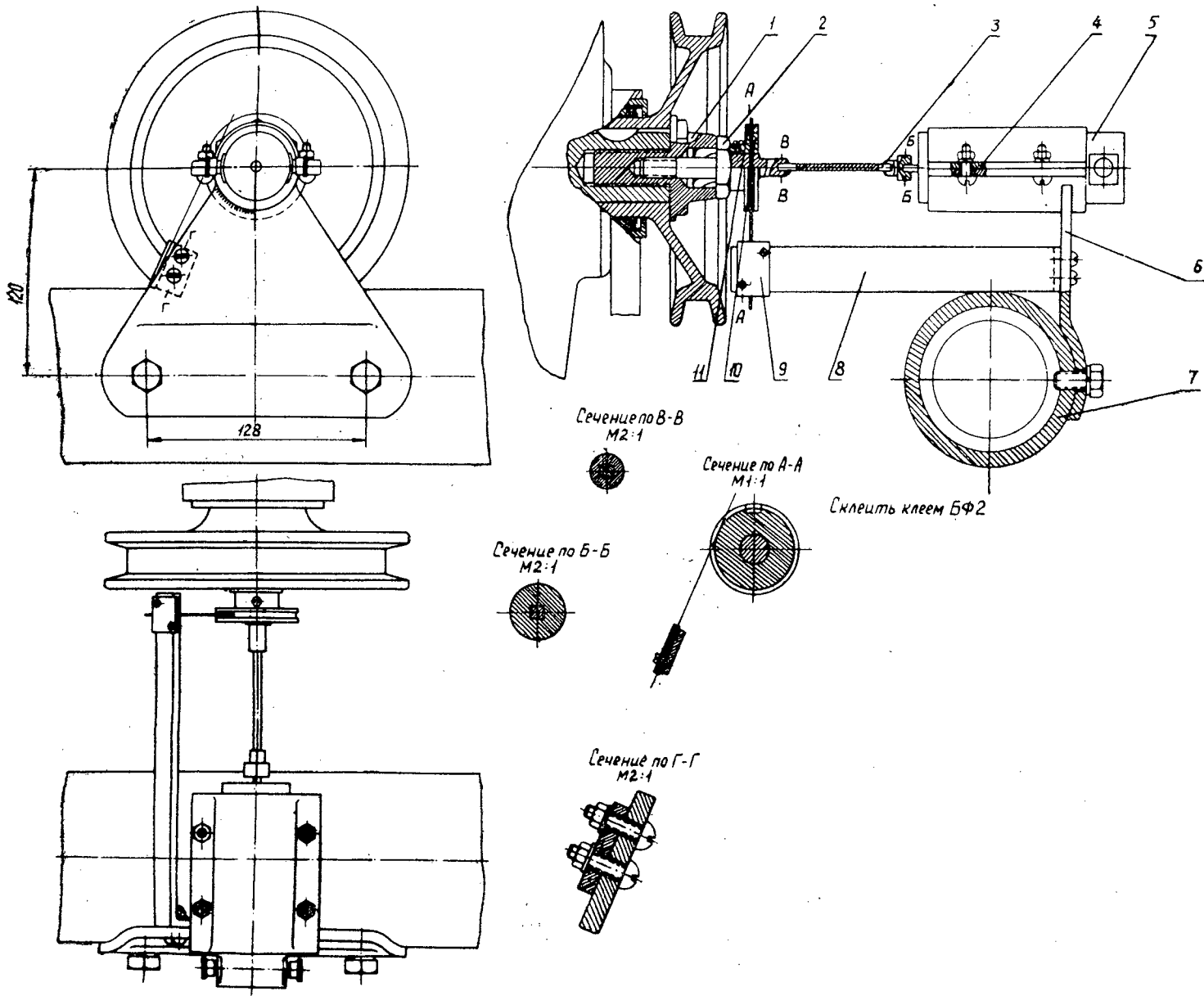


Рис. 3. Схема установки преобразователя отметки верхней мертвой точки двигателя и тахогенератора на коленчатом валу.

1 — храповик коленчатого вала; 2 — винты; 3 — соединительный тросик; 4 — крышка; 5 — тахогенератор; 6 — кронштейн; 7 — соединительная труба; 8 — угольник щеткодержателя; 9 — щеткодержатель; 10 — диск ламельный; 11 — щетка.

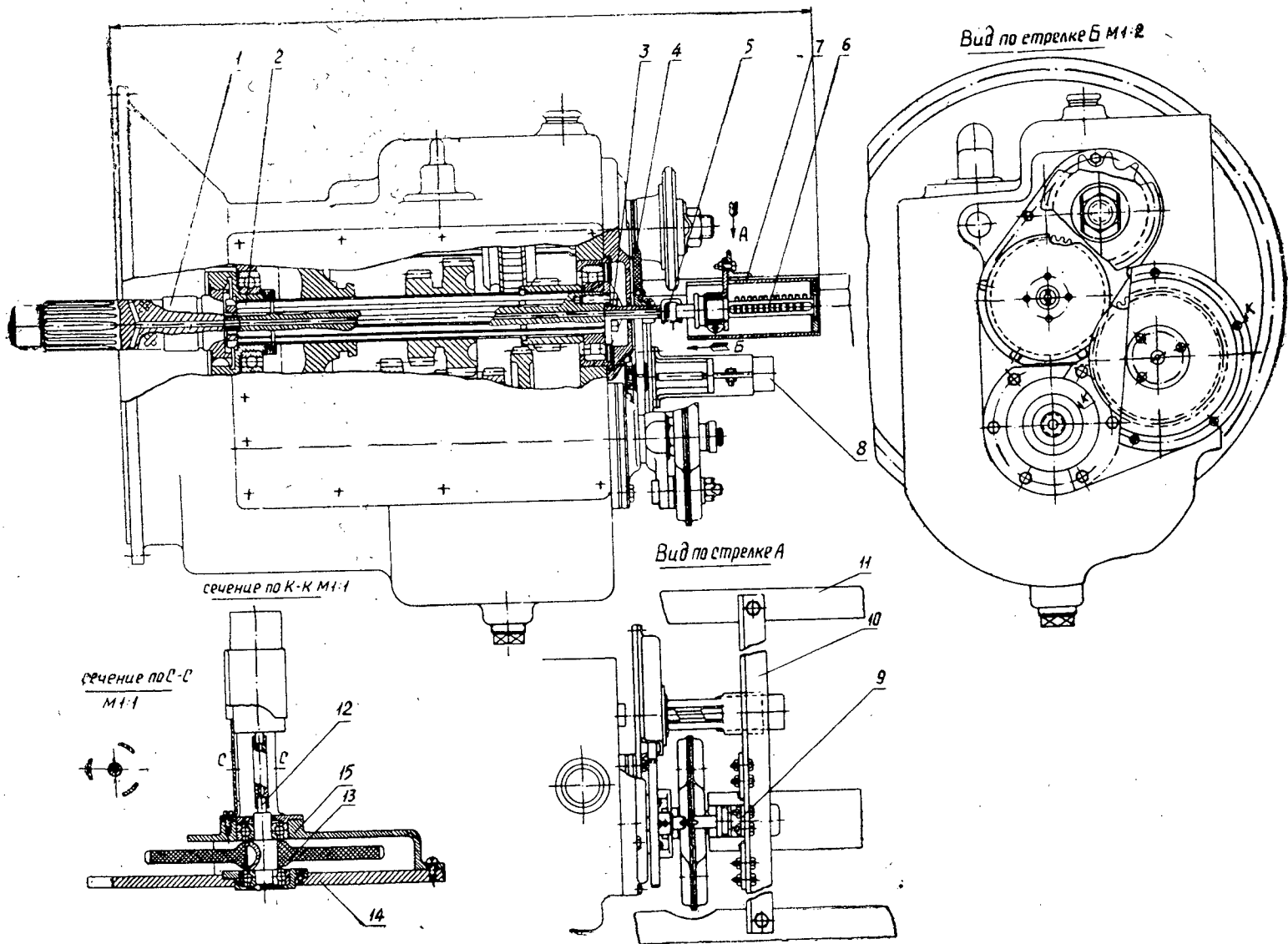


Рис. 4. Схема размещения проволочных преобразователей, тахогенератора и токосъемника на коробке передач.
 1 — первичный вал; 2 — верхний вал; 3 — грибок верхнего вала; 4 — ведущая шестерня привода тахогенератора; 5 — соединительный поводок; 6 — токосъемник; 7 — защитный кожух; 8 — тахогенератор; 9 — кронштейн; 10 — угольник; 11 — лонжерон; 12 — вал; 13 — ведомая шестерня привода тахогенератора; 14 — опорная плита; 15 — крышка.

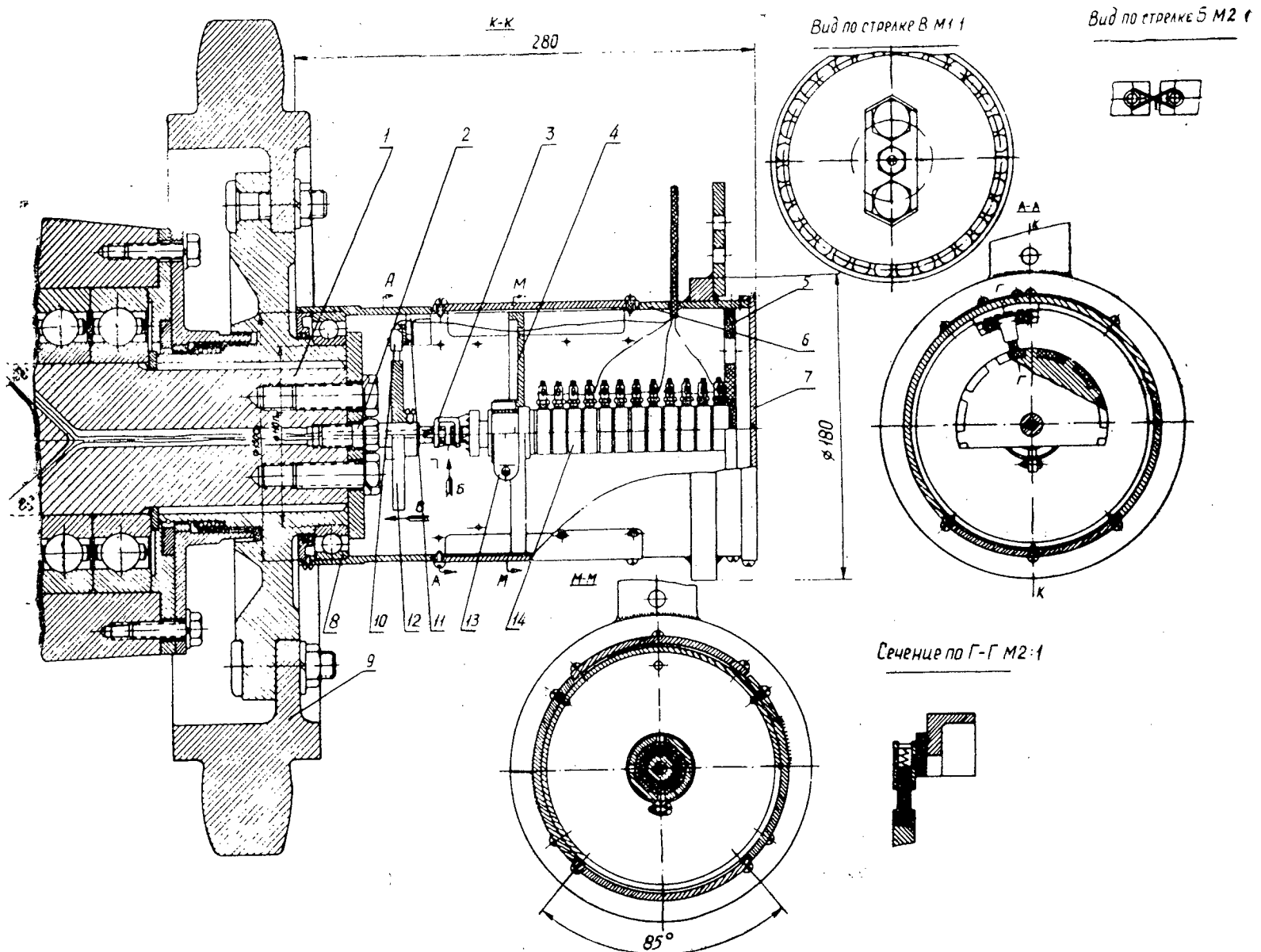


Рис. 5. Схема размещения проволочных преобразователей, токосъемника и преобразователя отметки поворота звездочки на ведомом валу бортовой передачи.

- 1 — ведомый вал; 2 — ввертыш; 3 — соединительный поводок; 4 — опорный диск; 5 — поддерживающий диск; 6 — защитный стакан; 7 — крышка; 8 — подшипник; 9 — звездочка; 10 — щеткодержатель; 11 — угольник; 12 — диск ламельный; 13 — хомут зажимной; 14 — токосъемник.

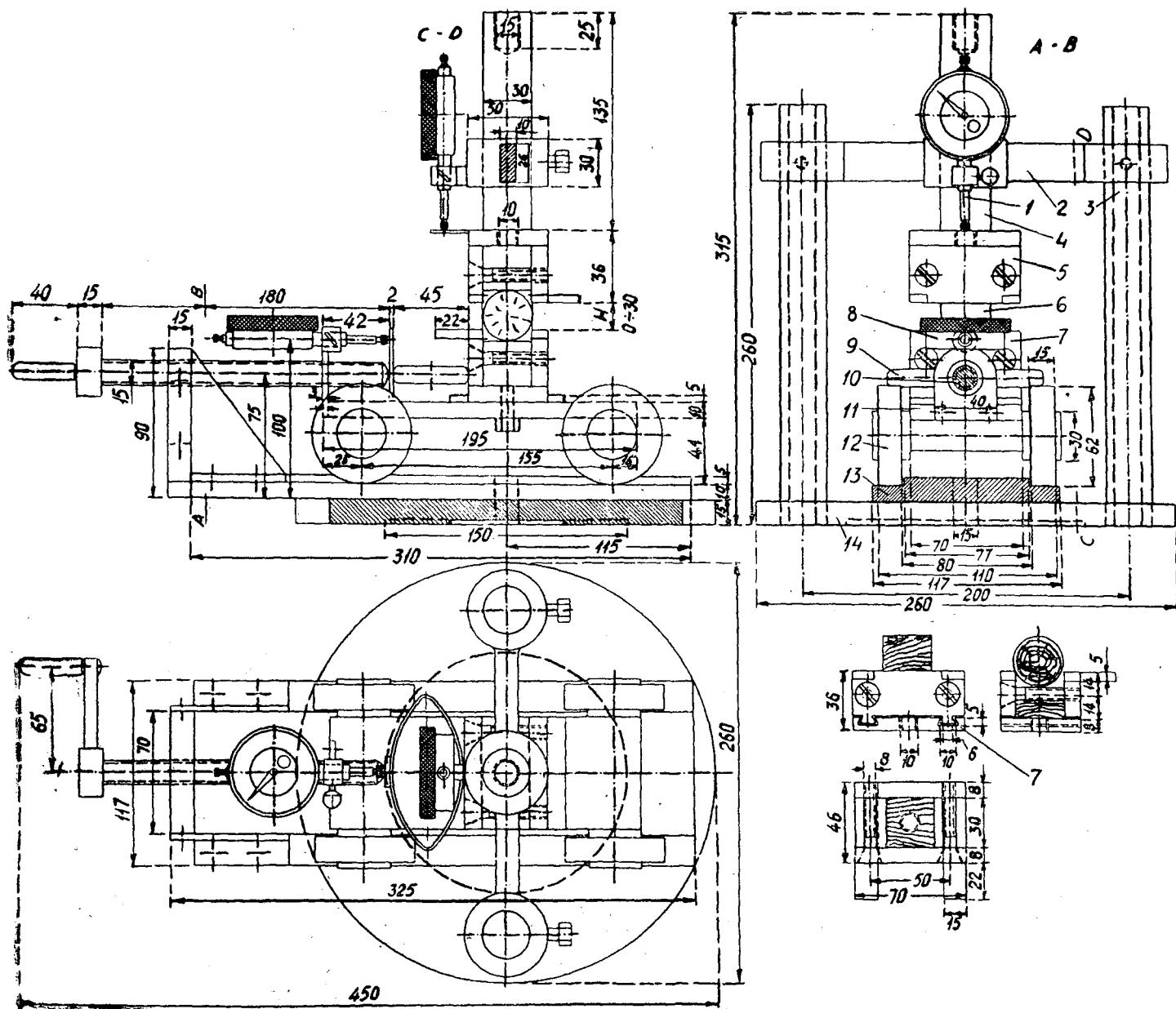


Рис. 1. Чертеж аппарата для исследования процесса первоначального разделения на волокна древесных отходов.

1, 8 — индикаторы; 2 — поперечник; 3 — колонка; 4 — стержни; 5, 7 — ячейки; 9 — эллиптическая пружина; 10 — винт с рукояткой;
 11 — пластинка тележки; 12 — колесики; 13 — пластинка, направляющая движения тележки; 14 — фундаментальный диск.

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».